GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

EJECUTOR: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

NOMBRE DEL PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE ALTERNATIVAS SUSTENTABLES DE REEMPLAZO AL BROMURO DE METILO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATES EN INVERNADEROS DE COLIN

CODIGO : FIA-PI-C-2003-2-A-013

PERIODO : Desde el 22 Diciembre de 2003 hasta el 30 noviembre 2006

NOMBRE Y FIRMA COORDINADOR PROYECTO: Jorge Riquelme Sanhueza

USO INTERNO FIA	
FECHA RECEPCION	

OFICINA DE PARTES FIA
RECEPCIONADO
Fecha 2 6 DIC. 2006
Hora 10:45
Nº Ingreso 6720

I. ANTECEDENTES GENERALES

CÓDIGO FIA-PI-C-2003-2-A-013

NOMBRE DEL PROYECTO:

Introducción de alternativas sustentables de reemplazo al BrMe en la producción tomates en invernadero de Colín

Región(es) de Ejecución: VII región
(Originalmente planteadas en la propuesta y las efectivas)

Agente Ejecutor:

Nombre : Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Dirección : Fidel Oteíza 1956, Piso 12 Ciudad y Región: Santiago, RM
RUT :
Teléfono : 2-2252118 Fax y e-mail: 2-2258773
jdelafue@inia.cl
Cuenta Bancaria (tipo, N°, banco):

Agente (s) Asociado (s): (Originalmente planteados en la propuesta y las efectivas)

Nombre : Servicio de Asesorías a Empresas Limitadas (SAE LTDA)
Dirección : Diego Portales 236 Ciudad y Región: Talca, VII
RUT :
Teléfono : 71-232045 Fax y e-mail: 71-232045,
saeltda@gmail.com

Coordinador del Proyecto: Jorge Segundo Riquelme Sanhueza
jriquelme@inia.cl

COSTO TOTAL DEL PROYECTO: Programado :

Real :

APORTE DEL FIA : Programado : 41,9%

Real : 41,3%

Periodo de ejecución: Programado: 22 Diciembre de 2003 – 22 septiembre 2006

Real : 22 Diciembre de 2003 – 30 noviembre 2006

I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto que se ejecuto en Colín, comuna de Maule, VII Región, tuvo como objetivo principal, mejorar la rentabilidad y competitividad de los productores de tomates en invernaderos, mediante la introducción de sistemas de desinfección de suelo en almácigos y cultivo de tomate bajo invernadero, alternativos al Bromuro de Metilo (BrMe) para el control de hongos y nematodos.

El proyecto se realizó de acuerdo a la planificación efectuada, con la participación activa de los productores, tanto de los que se comprometieron con el establecimiento de las unidades de validación en sus predios, como aquellos que participaron en los eventos de capacitación y difusión, programados.

Los resultados de los rendimientos medidos en la producción de tomate durante la temporada 2004 y 2005, mostraron que se puede incrementar la producción de este cultivo con la desinfección de suelos. El mayor impacto se alcanza en la producción de tomate de primera, lo cual a su vez se traduce en mejores precios alcanzados por el agricultor, significando una mayor rentabilidad del cultivo.

Entre las evaluaciones realizadas a los distintos tratamientos de desinfección de suelos, para la plantación de tomate bajo invernadero, se encontró que el uso de metam sodio, alternativa química al bromuro de metilo, presentaba niveles ligeramente menores a la producción de tomate al bromuro de metilo, lo cual demuestra que es una alternativa viable de ser usada. Sin embargo, el uso de este producto, complementado con aplicaciones posteriores de Trichoderma, mostró claramente niveles de producción similares, e incluso mayores, a las producciones alcanzadas con bromuro de metilo.

Una alternativa orgánica, al bromuro de metilo, evaluada en la producción de tomate bajo invernadero, fue la biofumigación. Al medir la efectividad de los distintos tratamientos de desinfección de suelo, se encontró que en la biofumigación, cuando se emplea material proveniente de crucíferas, se alcanza una efectividad del 100% para el control del nematodo *Hemicycliophora* sp, *Meloidogyne sp, Helicotylenchus* sp., *Pratylenchus* sp. y *Paratylenchus* sp.

Los resultados de las evaluaciones en almácigos, en los tratamientos con biofumigación, en ambas temporadas evaluadas, mostraron que persisten efectos fumigantes en el suelo que afectaron la germinación de la semilla, por lo que sólo se recomienda esta técnica para la desinfección de suelo en plantación.

El uso del vapor en la desinfección de sustrato para la producción de plantines en bandeja, al igual que en la temporada pasada, mostró un efecto significativo en la producción de plantas. Las plantas producidas sobre sustrato sin desinfectar no alcanzaron el desarrollo apropiado para su establecimiento definitivo en las mesas de plantación, por estar afectadas por microorganismos patógenos.

III. *INFORME TÉCNICO*

Objetivos del Proyecto:

El objetivo general del proyecto fue mejorar la rentabilidad y competitividad de los productores de tomate en invernadero de Colín mediante la introducción de alternativas sustentables y limpias de reemplazo a la utilización del Bromuro de Metilo como desinfectante de sustratos y suelos.

Los objetivos específicos fueron:

1. Caracterizar la situación al inicio y al final del proyecto, de los productores de Colín, con respecto al consumo de BrMe y su situación fitosanitaria.

2. Evaluar e introducir alternativas orgánicas para la desinfección de suelos, como la biofumigación con residuos agrícolas de la región

3. Validar las alternativas disponibles: físicas y químicas de reemplazo al BrMe en almácigos y plantaciones de tomate en invernaderos de productores de Colín

4. Analizar económicamente las alternativas disponibles de reemplazo al BrMe con productores de la región

5. Capacitar, difundir y transferir a los productores de tomate en invernadero y productores de almácigos de hortalizas de la VII Región la tecnología obtenida y validada con el proyecto

CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Objetivo Nº	**Resultado e impacto obtenido**	**Indicador**
1. Caracterizar la situación al inicio y al final del proyecto, de los productores de Colín, con respecto al consumo de BrMe y su situación fitosanitaria.	Caracterización de los consumos de bromuro de metilo de los productores de tomate de Colín realizada. Objetivo cumplido en un 100%.	150 encuestas tomadas a los productores, procesadas y evaluadas.
2. Evaluar e introducir alternativas orgánicas para la desinfección de suelos, como la biofumigación con residuos agrícolas de la región	Alternativa orgánica biofumigación, establecida y evaluada bajo las condiciones de los productores de Colín. Objetivo cumplido en un 100%.	Dos unidades de validación de biofumigación establecidas y evaluadas por dos temporadas, comparándose con otras técnicas. Resultados incorporados en los informes correspondientes.

3. Validar las alternativas disponibles: físicas y químicas de reemplazo al BrMe en almácigos y plantaciones de tomate en invernaderos de productores de Colín	Alternativa física de vaporización de sutratos evaluada en la producción de plantas. Alternativa física de vaporización de suelos evaluada en la producción de tomate bajo invernadero. Alternativa química evaluada en la desinfección de suelos para la producción de tomates bajo invernadero. Objetivo cumplido en un 100%.	Dos productores realizando las gestiones necesarias, que le permita la compra de un vaporizador para la fumigación de sus sustratos y prestación de servicios. No existe adopción de los productores por ser una técnica de alto costo para desinfectar suelos en invernadero, además de existir una alternativa química. Metam sodio, producto químico evaluado como alternativa al bromuro de metilo en la desinfección de suelos bajo invernadero. Adoptado e incorporado en su sistema productivo por 50 productores de Colín. Profesionales de la Empresa SAE Ltda. Asociada en el proyecto, alcanzó una especialización en servicios de aplicación de Metam Sodio.
4. Analizar económicamente las alternativas disponibles de reemplazo al BrMe con productores de la región	Alternativas al bromuro de metilo evaluadas económicamente. Objetivo cumplido en un 100%.	Técnicas evaluadas económicamente, dándole un mayor énfasis a la vaporización de sustratos, sobre la cual se establecieron costos fijos y variables.
5. Capacitar, difundir y transferir a los productores de tomate en invernadero y productores de almácigos de hortalizas de la VII Región la tecnología obtenida y validada con el proyecto	Actividades de Transferencia Tecnológica implementadas y validadas. Objetivo cumplido en un 100%.	300 productores, profesionales y técnicos capacitados sobre alternativas al bromuro de metilo en tomate bajo invernadero. 11 cursos de capacitación realizados para productores y profesionales. 4 seminarios realizados, con la asistencia de autoridades,

		profesionales, y productores de las regiones VII y VI. 5 días de campo, con muestras en terreno de las distintas técnicas alternativas al bromuro de metilo. 4 publicaciones editadas en los tres años de proyecto, que incluye un manual de uso de las distintas técnicas alternativas al bromuro de metilo.

2. Metodología del Proyecto:

1. Diagnóstico de la situación inicial de los productores de Colín y su situación fitosanitaria.

Se elaboró una encuesta con el objetivo de conocer el consumo inicial de Bromuro de Metilo en la producción de tomates bajo invernadero, tanto en almácigo como en las mesas de producción. A su vez, disponer de la información de los principales problemas fitosanitarios que los afectan. En el Anexo 1 se muestra la encuesta que se aplicó.

Para determinar la situación fitosanitaria inicial de los agricultores, se efectuó la toma de muestras de suelo a 30 agricultores. En cada uno de estos predios se tomó una muestra compuesta de suelo con pala tipo "geólogo" extraídas al azar de diferentes puntos del terreno que destinan tanto a producción de almácigos como plantación de tomate. Las submuestras de suelo, para formar la muestra compuesta de cada agricultor, fueron colocadas dentro de un balde, retirando los restos vegetales, piedras o cualquier elemento extraño, acabada la toma de las submuestras, el suelo se homogeneizó y se extrajo con una pala tipo "jardín", aproximadamente 1 Kg. de suelo, el cual se colocó en una bolsa de polietileno simple, debidamente etiquetada e identificada para ser remitido para análisis de enfermedades del suelo al laboratorio de Fitopatología especialmente habilitado por el Proyecto en el Centro Experimental de INIA Raihuén. A su vez, de la muestra compuesta, se extrajo 1 Kg. de suelo, que se colocó en una bolsa de polietileno hermética (Ziploc), debidamente marcada para ser enviada para análisis nematológico al Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca, quienes dan el servicio con fines de Investigación.

En el análisis de enfermedades de suelo, realizado en el Laboratorio de Fitopatología de INIA Raihuén, las muestras se mantuvieron en frío, hasta su evaluación. La metodología utilizada consistió en tamizar la muestra sobre una bandeja acrílica, homogeneizar, extraer de diferentes puntos submuestras de suelo y pesar muestras de 10 gramos para cada procedimiento, el resto de suelo tamizado y homogeneizado fue guardado en la bolsa de polietileno, por si se requiriera repetir algún procedimiento (contra muestra) o se necesitará la determinación de otros microorganismos del suelo.

a) Procedimiento 1: Los 10 gramos de suelo, se agregaron a 100 ml de agar agua al 1%, se agitó por cinco minutos (10^{-1}). De esta mezcla se extrajo 1 ml y se agregó a un tubo que contenía 9 ml de agar agua al 1%, se agitó bien (concentración 10^{-2}), de éste se extrajo 1 ml y se agregó a un tubo que contenía 9 ml de agar agua al 1%, se agitó bien (concentración 10^{-3}) y así sucesivamente, obteniéndose diluciones de 10^{-4} y 10^{-5}. Posteriormente se extrajo de cada dilución (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}) 0,1 ml, se sembró y rastrilló sobre placas Petri con medios selectivos. Se incubó a temperatura ambiente y diariamente se observó e hizo recuentos cuando correspondió.

b) Procedimiento 2: Los 10 gramos de suelo, se dividieron en dos submuestras, que a su vez constituyeron 10 "terrones", los que se sembraron en una placa Petri, equidistante uno de otro (dos placas para los 10 gramos) en medio selectivo, se incubó a temperatura ambiente por cuatro días, al cabo de los cuales, se identificó bajo microscopio las estructuras de reproducción típicas, y se contó los terrones con colonias.

c) Procedimiento 3 (detección de *Phytophthora*): Los 10 gramos de suelo, se agregaron a 100 ml de agua destilada estéril, se agitó la suspensión ("solución madre"). De esta solución madre se extrajo 10 ml y se agregó a un erlenmeyer que contenía 90 ml de agua destilada estéril, se agitó bien (concentración 10^{-1}), de éste se extrajo 10 ml y se agregó a un erlenmeyer que contenía 90 ml de agua destilada estéril (10^{-2}), se agitó y se repitió el proceso para obtener la concentración de 10^{-3}. En placas de cultivo de tejido que contienen 24 celdas, se añadió en 20 de ellas (5 celdas por dilución) 2 ml de cada dilución. Posteriormente, en cada celda con dilución, se colocó un trozo de hoja de tomate (aproximadamente 0.5 cm. de diámetro) sobre la superficie con el haz hacia arriba. Se incubó a temperatura ambiente y luz natural por aproximadamente siete días. Al cabo de lo cual, se extrajo los trozos de hoja para ser observado bajo microscopio y ver presencia de esporangios sobre y/o borde de la hoja.

En el análisis nematológico de las muestras realizado en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca, se utilizó como método de extracción Embudo Baermann (tres repeticiones por muestra de 50 gramos de suelo cada una), con una eficiencia de extracción entre 65 y 78%.

2. 2. Establecimiento de ensayos, temporada 2004.

2. 2. 1. Establecimiento de ensayos de alternativas limpias al Bromuro de Metilo (Unidades 1, 3 y 5).

2. 2. 1. 1. Unidad de Validación 1 (Cesar Cáceres)

En un invernadero de 6 por 50 m, se establecieron ensayos para evaluar la biofumigación y vaporización de suelos en almácigos y camellones de plantación, comparados con la aplicación de Bromuro de Metilo y un testigo al cual no se le intervino con ningún producto o manejo. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1. Uso de la biofumigación, se utilizó para ello la siguiente mezcla:

Cascarilla de arroz	=	12 Kg
Ensilaje de maíz	=	24 Kg
Urea	=	1,5 Kg
Total		37,5 Kg.

La mezcla fue distribuida uniformemente en un surco de 10 m de longitud. Considerando el ancho de una mesa de 50 cm, la dosis aplicada fue equivalente a 7,5 kg/m^2. Posteriormente, la mesa fue cubierta con polietileno transparente y sometido a un riego para dar las condiciones de humedad necesarias. El tratamiento se aplicó el 21 de enero y se mantuvo sin intervenir hasta el 15 de mayo, completando un periodo de 120 días de tratamiento. Se efectuó un seguimiento de la temperatura del suelo comparando el tratamiento de biofumigación con un testigo sin tratamiento mediante un microcaptador de temperatura COX-Trader, con tensor externo tipo termocupla. El tensor se ubicó a 20 cm de profundidad en ambas mesas, el equipo registró datos cada hora desde el 20 de enero al 30 de abril. También se efectuaron mediciones de temperatura en superficie y a 30 cm de profundidad (aproximadamente una vez por semana entre el 29 de enero y 08 de marzo) con termómetros manuales.

Tratamiento 2. Aplicación de vapor al suelo, por un tiempo de 60 minutos. Para ello se utilizó un equipo vaporizador de 30 psi, el cual inyectó vapor hasta una profundidad de 20 cm y a una temperatura de 85 a 95 °C, a través de un sistema de tuberías móviles que se ubicó sobre las platabandas a tratar. La aplicación se efectuó entre el 5 y 6 de mayo.

Tratamiento 3. El 20 de abril se efectuó la aplicación de Bromuro de Metilo, en dosis de 68 gr/m^2. Se aplicó del modo tradicional ubicando la bombona al centro de la parcela de 10 m de largo, tapándola con un plástico y luego de asegurar que la platabanda estuviera totalmente cubierta, sin posibilidad de escape del gas se procedió a pinchar la bombona presionándola sobre un contenedor de madera con un clavo.

Tratamiento 4. Testigo, sin tratamiento de desinfección de suelos.

En la Figura 1, se muestra la distribución de los ensayos:

Camino Principal

Entrada

R1	T1	T2	T4	T3
R2	T2	T4	T1	T3
R3	T1	T2	T3	T4
R4	T4	T3	T1	T2

Figura 1. Distribución de los ensayos en la Unidad de Validación de Cesar Cáceres, temporada 2004.

El 20 de Enero se extrajeron raíces de todos los tratamientos, para efectuar un recuento de raíces con nódulos. Se efectuaron muestreo de suelo compuesta de los tratamientos 1 y 4, para análisis de nemátodos en el laboratorio de la Universidad de Talca y análisis fitopatológico en el laboratorio de INIA Raihuén.

El 20 de abril se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico del Tratamiento 3.

El 5 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico del Tratamiento 2.

El 17 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico post tratamiento.

El 19 de mayo se efectuó la siembra de los almácigos de todos los tratamientos con la variedad de tomate María Italia.

El 31 de mayo se observó la emergencia de las semillas.

El 3 de junio se efectuó una medición de la emergencia de plantas.

El 19 de junio se efectuó la labor de "repique" que consiste en pasar las plantas desde el almácigo efectuado en las mesas a bolsas, esta es una practica habitual entre los productores de Colín, se estima que el 50% de los productores realizan esta practica. Se tuvo el cuidado de llenar las bolsas con el suelo de las respectivas mesas, y luego fueron ordenadas en una nave para efectuar el seguimiento. En la siguiente figura se muestra la distribución de los tratamientos con sus repeticiones:

Cada parcela quedo constituida por 60 bolsas ordenadas en 5 filas con 12 bolsas cada fila. En la Foto 1 se muestra la disposición del ensayo, el que fue observado por los productores en el día de campo.

El 7 de julio se revisaron las plantas para determinar si existían perdidas de plantas.

El 21 de julio se efectuó el trasplante definitivo en las mesas donde se efectuaron los tratamientos respectivos.

Camino de entrada invernadero

T1R1: BIOFUMIGACIÓN
T2R2: VAPOR
T1R3: BIOFUMIGACION
T4R4: TESTIGO
T2R1: VAPOR
T4R2: TESTIGO
T2R3: VAPOR
T3R4: BROMURO DE METILO
T4R1: TESTIGO
T1R2: BIOFUMIGACION
T3R3: BROMURO DE METILO
T1R4: BIOFUMIGACIÓN
T3R1: BROMURO DE METILO
T3R2: BROMURO DE METILO
T4R3: TESTIGO
T2R4: VAPOR



Foto 1. Distribución de ensayo en bolsas. Unidad de Validación Agricultor Sr. César Cáceres.

El 11 de noviembre se efectuó la primera medición de cosecha.

2. 2. 1. 2. Unidad de Validación 5 (Agricultor Sr. Pablo Araya).

En esta unidad los tratamientos fueron similares a la anterior unidad de validación, el tipo de suelo fue diferente, en el caso de suelo del agricultor Sr. Cesar Cáceres se trata de un suelo franco arcilloso sin presencia de piedras. En cambio el suelo del agricultor Sr. Pablo Araya correspondió a un suelo franco arenoso con presencia de piedras en el perfil.

La biofumigación se estableció el 19 de Enero y permaneció el tratamiento hasta el 15 de mayo.

La vaporización se realizó el 7 de mayo.

La figura 2, muestra la disposición de los ensayos

T1	T2	T4	T3	R4
T2	T4	T1	T3	R3
T1	T2	T3	T4	R2
T4	T3	T1	T2	R1

Camino Principal

Entrada

Figura 2. Disposición de los ensayos en la unidad de validación de Cesar Caceres. Temporada 2004.

El 19 de Enero se extrajeron raíces de todos los tratamientos, para efectuar un conteo de raíces con nódulos. Se efectuaron muestreo de suelo compuesta de los tratamientos 1 y 4, para análisis de nemátodos en el laboratorio de la Universidad de Talca y análisis fitopatológico en el laboratorio de INIA Raihuén.

El 20 de abril se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico del Tratamiento 3.

El 6 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico del Tratamiento 3.

El 8 de mayo se efectuó la aplicación de Bromuro de Metilo

El 11 de Mayo se destaparon las parcelas correspondientes a los tratamientos 1 y 3

El 20 de mayo se efectuó el análisis nematológico y fitopatológico post aplicación de todos los tratamientos.

El 22 de mayo se efectuó la siembra de los almácigos en todos los tratamientos.

El 16 de junio se efectuó una evaluación de plantas emergidas por m^2, midiendo 0,25 m^2 por parcela.

El 30 de junio se marcaron 50 plantas por parcela, y en aquellas que no alcanzaban a este número se dejo anotado el número de plantas existente.

El 13 de julio se volvió a contar el número de plantas emergidas y se tomó notas de aquellas emergidas previamente.

El 23 de julio se efectuó la plantación.

El 2 de noviembre se efectuó la primera medición de cosecha.

2. 2. 1. 3. Unidad de validación 3 (Agricultor Sr. Gustavo Miranda)

Esta Unidad demostrativa incorporo el concepto de vaporización de substratos para la producción de plantas de tomate en bandejas o "speedling.

Se consideraron los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1. El 6 de mayo se aplicó vapor a un contenedor que fue llenado con aproximadamente 1,5 m^3 de un substrato comercializado por un proveedor local, se uso el sistema de aplicación negativa, que considera la utilización de un extractor que acelera el paso de vapor por el contenedor, una vez iniciada la aplicación del vapor se espero a que saliera vapor por el extractor, esto demoró 40 minutos. Una vez iniciada la

emisión del vapor por el extractor se mantuvo la aplicación por 20 minutos, al final de la aplicación se midió la temperatura del substrato, la que alcanzo a 95 ° C en todos los sectores del contenedor.

Tratamiento 2. Utilización de substrato sin tratar

Tratamiento 3. Utilización de bromuro de Metilo en la desinfección del substrato

El 17 de mayo con el substrato manejado con los diferentes tratamientos se llenaron tres bandejas de 135 cubículos, los que fueron sembrados con semillas de tomate de la variedad María Italia el 20 de mayo, las que luego de depositarse en los respectivos cubículos fue tapada con una pequeña capa de turba, de acuerdo con el manejo de siembra que realiza el productor. Las bandejas se ubicaron dentro de una cámara de germinación durante tres días, para luego mantenerse en un túnel por dos días y finalmente se ubicaron el 26 de mayo, en mesas de madera acondicionadas dentro de las naves de invernaderos, para su posterior desarrollo. En las mesas respectivas las bandejas se ubicaron en una distribución de bloques al azar que se muestra en la figura 3.

El 6 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico del substrato antes de ser vaporizado. y después de ser vaporizado.

Entrada de la Nave

T2R1	T3R1	T2R2	T1R3	T3R3
T1R1	T1R2	T3R2	T2R3	////////////// //////

Figura 3. Disposición de los ensayos en la unidad de validación Gustavo Miranda, Temporada 2004.

El 11 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico del substrato tratado con Bromuro de Metilo.

El 3 de junio se efectuó un conteo de las plantas emergidas por bandeja para los diferentes tratamientos.

El 16 de junio se efectuó un segundo conteo de plantas.

El 30 de junio se efectuó un tercer conteo de plantas.

El 12 de julio las plantas fueron trasladadas a las mesas de plantación y se establecieron en suelo sin desinfectar.

2. 2. 2. Establecimiento de ensayos de alternativas convencionales al Bromuro de Metilo. (Unidades 2 y 4).

2. 2. 2.1. Unidad de validación 2 (José Moya).

En esta unidad de validación, en almácigos y producción de tomate, se incorporó un ensayo demostrativo, donde se comparó un tratamiento químico alternativo al Bromuro de Metilo. En el proyecto original, se había considerado probar dos productos, pero desafortunadamente uno de los productos Dazomet fue retirado de la comercialización por parte de la empresa representante, por lo que no se contó con el producto suficiente para probar en las diferentes unidades de validación. Se consideró utilizar el espacio reservado para este tratamiento, con un producto orgánico de desinfección para plantación.

De esta manera los tratamientos utilizados para almácigo fueron los siguientes:

Tratamiento 1: El 6 de abril se efectuó la aplicación de Metam Sodio en dosis de 120 cc/m^2, aplicado mediante un pulverizador de mochila y sellado con plástico para evitar pérdidas por gasificación. El tratamiento permaneció aplicado y sellado en el suelo por 25 días, luego de los cuales se aireó por un periodo de 8 días.

Tratamiento 2: Este tratamiento correspondía a la aplicación de Dazomet, pero por las razones antes expuesta se dejó sin tratar para almácigo dejándolo reservado para efectuar un tratamiento de producto orgánico para su evaluación en plantación de tomate.

Tratamiento 3: El 14 de abril se efectuó la aplicación de Bromuro de Metilo en dosis de 68 gr/m^2. Se utilizo una bombona de 680 g, la que se aplicó al suelo bajo un mulch plástico sellado.

Tratamiento 4: Testigo sin aplicación de producto, tratamiento control para comparar los distintos tratamientos entre sí.

En la figura 4, se muestra la distribución del ensayo:

R1	T2	T1	T3	T4	C
R2	T4	T3	T2	T1	A
R3	T3	T1	T4	T2	N
R4	T3	T4	T2	T1	A
					L

Figura 4. Disposición de los ensayos en la unidad de validación César Cáceres, Temporada 2004.

El 5 de abril del 2004, se efectuaron muestreos para análisis nematológico y fitopatológico antes de la aplicación del tratamiento T1.

El 14 de abril se efectuó el muestreo de suelo para el análisis fitopatológico y nematológico del Tratamiento 3.

El 28 de abril se destaparon las parcelas correspondientes al Tratamiento 1 y 3, para su aireación, previo a la siembra.

El 17 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico post tratamiento.

El 20 de mayo se sembraron los almácigos en los diferentes tratamientos con la variedad María Italia.

El 5 de junio se efectuó una medición de las plantas emergidas en cada tratamiento.

El 9 de julio se efectuó la plantación. Para la evaluación del tratamiento 2 en plantación (Trichonativa) se utilizaron plantas de los almácigos desinfectados con metam sodio.

El 13 de julio se efectuó la aplicación de la primera dosis de Trichonativa (mezcla de cepas de *Trichoderma* sp.) en las parcelas correspondientes al tratamiento 2, se diluyo el producto a razón de 4cc/L de agua y se aplicó 100 cc por planta, normalmente el producto se aplica con el sistema de riego pero como se trataba de parcelas de ensayo donde es difícil dividir el sector de riego la aplicación se hizo por cada planta individual.

El 13 de agosto se repitió la aplicación del producto Trichonativa en las parcelas correspondientes al tratamiento 2.

El 6 de agosto se observó un foco generalizado de *Botrytis* sp. en toda la nave correspondiente a los ensayos, esto fue confirmado a través del análisis fitopatólogico efectuado en el laboratorio de INIA Raihuén.

El 25 de agosto se efectuó aplicación de hormonas y se inició el desbrote.

8 de septiembre se efectuaron toma de notas del estado fenológico

20 de septiembre se efectuaron observaciones del estado de las plantas en los ensayos.

2 de noviembre se inició la cosecha de los ensayos.

18 de noviembre se detecto la presencia del *Fulvia* sp. en los ensayos, se recomendó la aplicación de un fungicida (Bravo).

1. 2. 2. 2. Unidad de Validación 4 (Sr. Luis Cañete)

En esta unidad se pudieron aplicar todos los tratamientos, ya que se pudo conseguir con un productor de la VI región una cantidad de Dazomet suficiente para efectuar la aplicación del tratamiento.

Los tratamientos utilizados para almácigo fueron los siguientes:

Tratamiento 1: El 7 de abril se efectuó la aplicación de Metam Sodio en dosis de 120 cc/m^2, aplicado mediante un pulverizador de mochila y sellado con plástico para evitar perdidas por gasificación. El tratamiento permaneció aplicado y sellado en el suelo por 25 días, luego de los cuales se aireó por un periodo de 8 días.

Tratamiento 2: El 7 de abril se efectuó la aplicación de Dazomet en dosis de 60 gr/m^2. Se esparció en el suelo incorporándolo con un rastrillo. Luego inmediatamente se selló con un plástico, para evitar el escape del gas.

Tratamiento 3: Aplicación de Bromuro de Metilo en dosis de 68 gr/m^2. Se utilizo una bombona de 680 gr, la que se aplicó al suelo bajo un mulch plástico sellado.

Tratamiento 4: Testigo sin aplicación de producto, tratamiento control para comparar los distintos tratamientos entre sí.

En la figura 5, se muestra la distribución del ensayo:

T1	T2	T4	T3	R1
T2	T4	T1	T3	R2
T1	T2	T3	T4	R3
T4	T3	T1	T2	R4

Entrada

Camino Principal

Figura 5. Disposición de los ensayos en la unidad de validación Luis Cañete, temporada 2004.

El 6 de abril se efectuaron muestreos para análisis nematológico y fitopatológico antes de la aplicación de los tratamientos T1 y T2.

El 20 de abril se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico del Tratamiento 3.

El 11 de mayo se destaparon las parcelas correspondientes a los tratamientos de desinfección de suelo.

El 26 de mayo se efectuó el análisis nematológico y fitopatológico post aplicación de todos los tratamientos.

El 2 de junio se efectuó la siembra de los almácigos con la variedad de tomate María Italia. Se sembró un promedio de 280 semillas por almácigos.

El 30 de junio se efectuó la primera medición de la emergencia de plantas.

El 27 de julio se efectuó una segunda medición.

5 de agosto de efectuaron observaciones de las plantas.

9 – 10 de Agosto se efectuó la plantación.

7 de septiembre se efectuaron observaciones de las plantas.

El 20 de septiembre se efectuaron observaciones sobre el desarrollo de las plantas.

El 3 de diciembre se efectuó la primera evaluación de cosecha.

2. 3. Metodología de extracción de muestras de suelo

La Metodología para la extracción de muestras de suelo previo a los tratamientos para los análisis nematológicos y fitopatológicos de los Sitios 1, 2, 4 y 5 fue similar a la descrita para los análisis del diagnóstico. Se extrajo de cada uno de estos sitios, por tratamiento y de cada repetición una muestra compuesta, obtenida de la siguiente manera: de los diez metros considerados por cada parcela (tratamiento), se extrajo con una pala tipo "geólogo" cada un metro una submuestra de suelo (es decir, se tomaron 10 submuestras por cada tratamiento/repetición), del sector central donde irán las plantas, la profundidad esta relacionada con donde se localiza la mayor cantidad de nemátodos y la profundidad promedio en que se encuentra la mayor concentración de raíces (10 - 15 cm) las submuestras, se echaron a un balde, eliminando todo lo que sea piedras o restos de raíces. Al finalizar la toma de submuestras dentro del balde, se mezcló y homogeneizó bien. Con una pala tipo jardín, se extrajo, de diferentes sectores del balde, suelo y se llevó a una bolsa de polietileno hermética (Ziploc) bien etiquetada e identificada, al completar un kilo, se cerró herméticamente y se llevó inmediatamente a frío (cooleman), de esta manera las muestras se conservan bien, terminada la jornada diaria de toma de muestras, se llevó inmediatamente al Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca (UTAL), para ser sometida a análisis nematológico. Posterior a extraer la muestra de suelo para análisis nematológico, del mismo balde, se sacó de la mezcla homogeneizada una muestra de suelo, para análisis de hongos del suelo, en una bolsa de polietileno transparente (simple), bien etiquetada e inmediatamente almacenada en cooleman y llevada al laboratorio de Fitopatología de INIA – Raihuén, que permaneció en refrigerador hasta su análisis. La metodología para análisis nematológico y análisis fitopatológico, fue la misma descrita para el diagnóstico. Con respecto a la toma de muestras de suelos post tratamiento, esta se realizó pocos días antes de la siembra, en forma directa a la bolsa de polietileno hermética (análisis nematológico) y bolsa de polietileno simple (análisis

fitopatológico), desinfectando la pala tipo jardín entre muestras. La metodología de determinación de nemátodos y análisis fitopatológico se utilizaron los mismos procedimientos. Adicionalmente, en enero en los Sitios 1 y 5, se realizó una extracción de muestras de raíces en los lugares donde se ubicarían los diferentes tratamientos, las raíces que aún permanecían en el terreno, debido al escaso tiempo que había transcurrido desde cuando fue arrancado el cultivo y al momento en que se estableció el ensayo de biofumigación y como respaldo, ya que se tenían antecedentes que es esa época, las poblaciones de nemátodos disminuyen y dificulta su detección (formas móviles). Toma de muestras de raíces con nódulos y/o sintomatología de nemátodos: Con la ayuda de una pala tipo jardín y rastrillo pequeño, se "escarba" en varios puntos del terreno, coincidiendo incluso en aquellos puntos donde se realizó las toma de muestras de suelo para análisis nematológico, y las raíces fueron colocadas en bolsas de polietileno simple, etiquetada e identificada, completa la bolsa se cerró y llevó inmediatamente a frío (cooleman), para mantener la turgencia de las raíces y facilitar su procesamiento. Las muestras de raíces se remitieron al Laboratorio de Fitopatología de INIA – Raihuén, donde se pesó cada muestra de raíces, se realizó el recuento de nódulos por muestra, para expresar los resultados en numero de nódulos por kilo de raíces.

Para el caso del Sitio 3, que se trabajó con substratos, previo a la vaporización se extrajo una muestra compuesta proveniente de los sacos que el agricultor mantenía el substrato, al momento que se estaba cargando el "contenedor". Posterior a realizada la vaporización del substrato, se esperó que se enfriara y se tomó las muestras en forma directa a la bolsa de polietileno hermética (análisis nematológico) y bolsa polietileno simple (análisis fitopatológico), con pala tipo jardín desinfectada. El mismo substrato pero esterilizado con bromuro de metilo, se extrajo la muestra para análisis nematológico y fitopatológico previo a que el agricultor procediera a llenar las bandejas para almácigo. Las muestras de substrato se sometieron a los mismos procedimientos de análisis de agentes fitopatógenos antes descritos.

2. 3. Establecimiento de ensayos, temporada 2005.

2. 3. 1. Establecimiento de ensayos de alternativas limpias al Bromuro de Metilo (Unidades 1, 3 y 5)

2.3.1.1. Unidad de Validación 1 (Agricultor Sr. Cesar Cáceres)

En un invernadero de 6 por 50 m., se establecieron ensayos para evaluar la biofumigación de suelos en almácigos y camellones de plantación, la aplicación de Metam Sodio más *Trichoderma* sp, comparados con el uso de Bromuro de Metilo y un testigo al cual no se le intervino con ningún producto o manejo. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1 (T1). Uso de la biofumigación, se utilizó para ello la siguiente mezcla:

Restos de Coliflor picada: 74 Kg. de materia verde

Urea	1,15 Kg.
Total	75,15 Kg.

La mezcla fue distribuida uniformemente en el interior de un surco de 10 m de longitud. (Foto 2). Considerando el ancho de una mesa de 50 cm., la dosis aplicada fue equivalente a 15 Kg./m^2. Posteriormente, la mesa se cubrió con mulch de polietileno de color naranja, para posteriormente someterlo a un riego que le permitió conseguir las condiciones de humedad necesarias, que facilitaran la descomposición del material incorporado. El tratamiento se aplicó el 27 de enero y se mantuvo sin intervenir hasta el 4 de mayo, completando un periodo de 97 días de tratamiento, lo cual facilitó la descomposición del material de la crucífera incorporada, favoreciendo un adecuado control de patógenos por el efecto de los productos tóxicos, como Allil-isometiltiocianato, liberados de esa descomposición.

Tratamiento 2 (T2). Aplicación de Metam Sodio en dosis de 120 cc/m^2, aplicado mediante un pulverizador de mochila y sellado con plástico para evitar pérdidas por gasificación. El tratamiento se aplicó el 4 de abril y permaneció sellado por 17 días, luego de los cuales se aireó por un periodo de 30 días. Antes de la siembra se asperjo con una regadera la primera dosis de *Trichoderma* cepa Queule de Bio-insumos Nativa en dosis de 10 ml por litro, regándose cada parcela con 3 litros de agua, la aplicación se efectuó el 13 de mayo. Se repitió la aplicación 15 días después de la siembra.



Foto 2. Aplicación de residuos de crucíferas, hecho por el mismo agricultor de la Unidad de Validación, para efectuar la biofumigación en el predio de César Cáceres, Colín, Maule, VII Región.

Tratamiento 3 (T3). El 20 de abril se efectuó la aplicación de Bromuro de Metilo, en dosis de 68 gr. /m^2. Se aplicó del modo tradicional ubicando la bombona al centro de la parcela de 10 m de largo, tapándola con un plástico y luego de asegurar que la platabanda estuviera totalmente cubierta, sin posibilidad de escape del gas se procedió a pinchar la bombona.

Tratamiento 4 (T4). Testigo, sin tratamiento de desinfección de suelos.

En la figura 6 se muestra la distribución de los ensayos:

Camino Principal

Entrada

R1	T1	T2	T4	T3
R2	T2	T4	T1	ST*
R3	T1	T2	T3	T4
R4	T4	T3	T1	T2

Figura 6. Distribución de los ensayos en la unidad de validación Cesar Caceres, temporada 2005.

(*) Esta parcela quedo sin tratamiento debido a que no se perforo la bombona, impidiendo que el Bromuro de Metilo difundiera bajo el plástico para desinfectar el suelo. Una vez que se efectuó la ventilación respectiva de las mesas desinfectadas se verificó esta situación. No fue posible volver a desinfectar esta mesa debido a que se atrasaba la fecha de siembra del resto de los ensayos, por lo que se manejo como parcela perdida (PP), tanto para los análisis estadísticos de almácigo como plantación.

El 27 de Enero se efectuó el muestreo de suelo pretratamiento, para análisis nematológico y fitopatológico de las parcelas correspondientes a los tratamientos: T1 y T4.

El 30 de marzo se efectuó el muestreo de suelo pretratamiento, para análisis nematológico y fitopatológico del tratamiento T2.

El 20 de abril se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico pretratamiento del Tratamiento 3.

El 4 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico post tratamiento, de los tratamientos T1, T2 y T4.

El 11 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico post tratamiento, del tratamiento T3.

El 13 de mayo se efectuó la siembra de los almácigos de todos los tratamientos con la variedad de tomate María Italia, ampliamente aceptada entre los productores de Colín, por ser de larga duración, buen sabor y tolerante a enfermedades.

El 28 de mayo se efectuó la aplicación de la segunda dosis de *Trichoderma* en el Tratamiento T2, 15cc en 3 litros de agua, el cual se aplicó con una pulverizador de mochila del mismo modo como se riegan los almácigos, es decir quitándole la boquilla, lo cual facilita aplicar un mayor volumen de agua por unidad de tiempo, y evitando mojar las plantas.

El 13 de junio se pasaron las plantas del almácigo a raíz desnuda a bolsa, se dejaron 65 bolsas por tratamiento. (Foto 3).

El 1 de julio se efectuó un conteo de plantas por tratamiento

El 15 de julio se efectuó la plantación.

2.3.1.2 Unidad de Validación 5 (Agricultor Sr. Pablo Araya).

En esta unidad los tratamientos fueron similares a la anterior unidad de validación, no obstante existir diferencias en el tipo de suelo. En el caso del suelo del Sr. Cesar Cáceres, se trata de un suelo franco arcilloso sin presencia de piedras. En cambio el suelo de Don Pablo Araya corresponde a un suelo franco arenoso con alta presencia de clastos y grava (piedras), que incluso complican la preparación del suelo con implementos de labranza.



Foto 3. Plantas en bolsas de los distintos tratamientos en el predio del Sr. Cesar Cáceres, Colín, Maule, VII Región.

La biofumigación se estableció el 26 de Enero, permaneciendo el tratamiento hasta el 5 de mayo.

La aplicación del Metam Sodio correspondiente al tratamiento 2, se efectuó el 4 de abril. Se destapó para su aireación el 21 de abril. El 12 de mayo se efectuó la aplicación de *Trichoderma* previo a la siembra.

La figura 7, muestra la disposición de los ensayos en el invernadero:

T1	T2	T4	T3	R4
T2	T4	T1	T3	R3
T1	T2	T3	T4	R2
T4	T3	T1	T2	R1

Camino Principal

Entrada

Figura 7. Disposición de los ensayos en la unidad de validación de Pablo Araya, temporada 2005.

El 26 de Enero se efectuó el muestreo de suelo pretratamiento, para análisis nematológico y fitopatológico de las parcelas correspondientes a los tratamientos: T1 y T4.
El 4 de abril se efectuó el muestreo de suelo pretratamiento, para análisis nematológico y fitopatológico de los tratamientos T2 y T4.

El 21 de abril se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico de pretratamiento del Tratamiento 3.

El 4 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico post tratamiento, de los tratamientos: T1, T2 y T4.

El 11 de mayo se efectuó muestreo nematológico y fitopatológico post tratamiento del tratamiento T3.

El 13 de mayo se efectuó la siembra de los almácigos de todos los tratamientos con la variedad de tomate María Italia.

El 15 de mayo de observó un ataque de roedores que consumieron el 50 % de los tratamientos. Esta situación, determinó no continuar con la evaluación de almácigos, el productor adquirió el compromiso de obtener las plantas necesarias para el establecimiento de los ensayos en el periodo de plantación.

El 15 de julio se efectuó la plantación.

El 20 de septiembre se detectó la presencia de una enfermedad, tanto en las plantas del ensayo como en las naves comerciales (Foto 4).



Foto 4. Plantas afectadas con Pseudomonas spp en la Unidad de Validación Nº 5, Colín, Maule VII, Región.

La enfermedad fue reconocida por la Fitopatóloga del Proyecto, la Ingeniero Agrónomo Srta. Andrea Torres Pinto y por el Fitopatólogo de la Universidad de Talca, los que indicaron que era provocada por las bacterias *Pseudomonas corrugate* y *Pseudomonas syringae* pv *tomato.* Esta enfermedad, se manifestaba por una necrosis de color negro en el tallo principal y hojas, que afectó el crecimiento de las plantas y con ello su productividad.

Dados los efectos producidos por la enfermedad, que no permitieron la expresión de los diferentes tratamientos, se tomo la decisión de no evaluar la cosecha en este ensayo, por no mantenerse constante los factores de crecimiento en cada uno de los tratamientos.

2.3.1.3. Unidad de validación 3 (Agricultor. Sr. Gustavo Miranda)

Esta Unidad demostrativa incorporo el concepto de vaporización de substratos para la producción de plantas de tomate en bandejas o "speedling".

Se consideraron los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1 (T1). El 4 de mayo, utilizando un equipo vaporizador, que consta de una caldera y un contenedor, se vaporizó un substrato comercializado por un proveedor local, en un volumen de 1 m^3 por cada 60 minutos de aplicación de vapor, utilizando el sistema de aplicación negativa. Este sistema, considera la utilización de un extractor de aire que acelera el paso de vapor a través del substrato localizado en el contenedor.

Una vez iniciada la aplicación del vapor, se espera al momento en que comienza a fluir vapor por el extractor hacia el exterior, lo cual tomó un tiempo de 40 minutos (Foto 5).

Una vez iniciado el flujo de vapor por el extractor hacia el exterior, se mantuvo la aplicación por 20 minutos adicionales, manteniendo una medición permanente de la temperatura en el interior del sustrato. Al finalizar la aplicación, se midió la temperatura del substrato, para comprobar la efectividad del tratamiento, la cual alcanzo a 95 ° C en todos los sectores del contenedor. Esta temperatura permitió establecer que el tratamiento había sido eficiente en términos de control de hongos, bacterias, nemátodos y semillas de malezas.

Tratamiento 2 (T2). Este tratamiento, al igual que el anterior, consideró la vaporización del sustrato, además de la aplicación de *Trichoderma*, cepa Queule de Bio-insumos Nativa, en dosis de 10 ml por litro. Se regó cada parcela con 1 litro de agua, la aplicación se efectuó el 16 de mayo. Se repitió la aplicación 15 días después de la siembra.

Tratamiento 3 (T3). Utilización de Bromuro de Metilo en la desinfección del substrato, en dosis de una bombona de 680 gr. de este fumigante, por cada 2 m^3 de sustrato.

Tratamiento 4 (T4). Testigo, sustrato sin desinfectar.



Foto 5. Vaporización de sustrato en el predio del Sr. Gustavo Miranda, Colín, Maule, VII Región.

El 17 de mayo, con el substrato tratado con los diferentes tratamientos, se llenaron cuatro bandejas de 135 cubículos, por cada tratamiento, cada una de ellas fueron sembrados con semillas de tomate variedad María Italia. Luego de depositarse en los respectivos cubículos, fue cubierta con una pequeña capa de turba, de acuerdo con el manejo de siembra que realiza tradicionalmente el productor. Posteriormente, las

bandejas se ubicaron dentro de una cámara de germinación durante tres días, para luego mantenerse en un túnel de plástico, bajo invernadero, por dos días. Finalmente se ubicaron el 25 de mayo, en mesas de madera acondicionadas dentro de las naves del invernadero, para su posterior desarrollo. En las mesas respectivas las bandejas se ubicaron en una distribución de bloques al azar, lo cual se muestra en la figura 8, con el objeto de uniformar estadísticamente la distribución de ellas, en función de la temperatura existente en el interior del invernadero. Es conocido, que en los bordes de estos, y cercanos al exterior, las temperaturas son más bajas que en el centro.

Entrada de la Nave

T2R1	T4R1	T1R2	T3R3	T4R3	T2R3	T3R4	T2R2
T1R1	T3R1	T2R2	T4R3	T3R3	T1R3	T4R4	T1R4

Rep 1 Rep 2 Rep 3 Rep 4

Figura 8. Disposición de los ensayos en la unidad de validación de Gustavo Miranda, temporada 2005.

En la Foto 6 se observan las bandejas con los distintos tratamientos.



Foto 6. Distribución de las bandejas con los distintos tratamientos en el predio de Gustavo Miranda, Colín, Maule, VII Región.

El 4 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico del substrato antes de ser vaporizado y después de ser vaporizado.

El 11 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico del substrato tratado por el productor con Bromuro de Metilo.

El 2 de junio se efectuó la segunda aplicación de *Trichoderma* en el tratamiento T2, 15cc en 2 litros de agua por bandeja.

El 3 de junio se efectuó un conteo de las plantas emergidas por bandeja para los diferentes tratamientos.

Los días 6 de junio y 1 de julio se efectuó un nuevo conteo de plantas para cada fecha.

El 10 de julio se trasladaron las plantas al lugar definitivo de plantación.

2. 3. 2. Establecimiento de ensayos de alternativas convencionales al Bromuro de Metilo. (Unidades 2 y 4)

2. 3. 2. 1. Unidad de validación 2 (Agricultor Sr. José Moya).

En esta unidad de validación, en almácigos y producción de tomate bajo invernadero, se incorporó un ensayo demostrativo, donde se comparó un tratamiento químico alternativo al Bromuro de Metilo: Metam Sodio. Con el objeto de recuperar la flora microbiana del suelo que ejerciera un efecto de protección del sistema radicular del cultivo ante patógenos del suelo que pudiesen repoblar, en el tiempo, la zona desinfectada, se incluyó un segundo tratamiento al suelo, consistente en una aplicación de Metam Sodio más *Trichoderma*

De esta manera los tratamientos utilizados para almácigo fueron los siguientes:

Tratamiento 1 (T1): El 7 de abril se efectuó la aplicación de Metam Sodio en dosis de 120 cc/m^2, aplicado mediante un pulverizador de mochila, para posteriormente sellar el suelo con plástico para evitar pérdidas por gasificación. El tratamiento permaneció aplicado y sellado por 15 días, luego de los cuales se aireó por un periodo de 30 días, para facilitar la eliminación de gases del producto químico que pudiesen afectar la siembra.

Tratamiento 2 (T2): Se aplicó Metam Sodio del mismo modo que el tratamiento 1, y una vez ejercido su acción controladora de patógenos en el suelo antes de la siembra, se asperjo con una regadera la primera dosis de *Trichoderma* cepa Queule de Bio-insumos Nativa en dosis de 10 ml por litro, regando cada parcela con 3 litros de agua. Esta aplicación se efectuó con bomba pulverizadora de espalda el 14 de mayo, y se repitió la 15 días después de la siembra (Foto 7).



Foto 7. Aplicación de Trichoderma en la unidad de validación Nº 2. Ejecuta la labor la Señora Ana Rojas, esposa del agricultor Sr. José Moya, Colín, Maule, VII Región.

Tratamiento 3 (T3): El 20 de abril se efectuó la aplicación de Bromuro de Metilo en dosis de 68 gr/m^2. Se utilizo una bombona de 680 gr, la que se aplicó al suelo bajo un mulch plástico sellado.

Tratamiento 4 (T4): Testigo sin aplicación de producto, tratamiento control para comparar los distintos tratamientos entre sí.

En la figura 9 se muestra la distribución del ensayo:

La foto 8 muestra la ubicación de los ensayos de almácigos en la respectiva nave.

El 4 de abril se efectuaron muestreos para análisis nematológico y fitopatológico de pretratamiento en los tratamientos: T1, T2 y T4.

El 20 de abril se efectuó el muestreo de suelo para el análisis fitopatológico y nematológico de pretratamiento del Tratamiento 3.

camino	R1	T2	T1	T3	T4	Potrero
	R2	T4	T3	T2	T1	
	R3	T1	T4	T2	T3	
	R4	T4	T2	T1	T3	

CAMINO PRINCIPAL

Figura 9. Distribución de los tratamientos en la unidad de validación de José Moya, Temporada 2005



Foto 8. Distribución de los ensayos de almácigo en los invernaderos del predio del Sr. José Moya, Colín, Maule, VII Región.

El 21 de abril se destaparon las parcelas correspondientes al Tratamiento 1 y 2, para su aireación previo a la siembra.

El 5 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico postratamiento de los tratamientos: T1, T2 y T4.

El 11 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico postratamiento del tratamiento T3.

El 13 de mayo se sembraron los almácigos en los diferentes tratamientos con la variedad de tomate María Italia.

El 30 de mayo se efectuó la segunda aplicación de *Trichoderma* en el tratamiento T2, 15 cc en 3 litros de agua por parcela.

El 13 de junio se efectuó un raleo de plantas para dejar 100 plantas por parcela y efectuar un seguimiento. Y se efectuó una tercera aplicación de *Trichoderma* en dosis similar a la segunda aplicación.

El 1 de julio se midió el efecto de los tratamientos en la reducción de plantas por parcelas.

El 11 de julio se trasladaron las plantas al sitio definitivo de plantación.

2. 3. 2. 2. Unidad de Validación 4 (Agricultor Sr. Luís Cañete)

Se aplicaron los mismos tratamientos de la unidad de validación 2.

Los tratamientos utilizados para almácigo fueron los siguientes:

Tratamiento 1(T1): El 14 de abril se efectuó la aplicación de Metam Sodio en dosis de 120 cc/m^2, aplicado mediante un pulverizador de mochila y sellado con plástico para evitar pérdidas por gasificación. El tratamiento permaneció aplicado y sellado en el suelo por 22 días, luego de los cuales se aireó por un periodo de 19 días.

Tratamiento 2 (T2): La misma aplicación de Metam Sodio del tratamiento 1 más aplicación de *Trichoderma* antes de la siembra, el que se aplicó el 25 de mayo.

Tratamiento 3 (T3): El 7 de mayo efectuó la aplicación de Bromuro de Metilo en dosis de 68 gr/m^2. Se utilizo una bombona de 680 gr, la que se aplicó al suelo bajo un mulch plástico sellado.

Tratamiento 4 (T4): Testigo sin aplicación de producto, tratamiento control para comparar los distintos tratamientos entre sí.

En la figura 10 se muestra la distribución del ensayo en el interior de una nave de invernadero:

T1	T2	T4	T3	R1
T2	T4	T1	T3	R2
T1	T2	T3	T4	R3
T4	T3	T1	T2	R4

Entrada

Camino Principal

Figura 10. Distribución de los tratamientos en la unidad de validación de Luis Cañete.

El 14 de abril se efectuaron muestreos para análisis nematológico y fitopatológico antes de la aplicación de los tratamientos T1, T2 y T4.

El 6 de mayo se efectuó el muestreo nematológico y fitopatológico de pretratamiento del Tratamiento 3.

El 6 de mayo se destaparon las parcelas correspondientes a los tratamientos de desinfección de suelo T1 y T2.

El 16 de mayo se efectuó el análisis nematológico y fitopatológico post aplicación de todos los tratamientos.

El 31 de mayo se efectuó la siembra de los almácigos con la variedad de tomate María Italia. Se sembró un promedio de 200 semillas por almácigos.

El 20 de junio de efectuó una medición de plantas emergidas por parcela.

El 14 de julio se efectuó una segunda medición de plantas.

El 3 de agosto se efectuó la última medición de plantas en los almácigos.

El 10 de agosto las plantas se ubicaron en el lugar definitivo de plantación.

2. 3. 3. Seguimiento del crecimiento de las plantas en las unidades de validación 1, 2, 4 y 5.

Con el objeto de comparar la respuesta de las plantas de tomate a los distintos tratamientos de desinfección de suelos, desde el periodo comprendido desde el 6 de agosto (Foto 9) al 18 de noviembre se efectuó un seguimiento del crecimiento de las plantas, efectuando mediciones de altura en 12 de ellas, en cada repetición de cada uno de los distintos tratamientos. La fecha del 6 de agosto corresponde a dos semanas después del momento del transplante de las plantas de tomate. El 18 de noviembre, al momento cuando el productor hace el desbrote del crecimiento apical, que coincide cuando la planta alcanza al alambrado del sistema de conducción.



Foto 9. Inicio de medición de altura de plantas en la Unidad de validación N° 1. 6 de agosto de 2005, Colín, Maule, VII Región.

En el cuadro 1 se muestran las fechas de las respectivas mediciones.

Cuadro 1. Fecha de medición de altura de plantas en las respectivas unidades de validación, temporada 2005.

Nº de observación	Fecha de medición
1	6 de agosto
2	20 de agosto
3	2 de septiembre
4	17 de septiembre
5	30 de septiembre
6	15 de octubre
7	31 de octubre
8	18 de noviembre

2. 3. 4 Evaluación de la producción de tomates.

Para medir la producción de tomate de los distintos tratamientos, se hizo un seguimiento de las cosecha. Anotando desde la fecha de inicio de estas y midiéndose semanalmente hasta la fecha en que cada productor considero como termino de su cosecha, en términos de kilos/m^2, diferenciando tomates de primera, de segunda, de tercera, de cuarta, rosco (tomate desformado), y de desecho o tomate de mala calidad (Foto 10).



Foto 10. Cosecha y selección de tomates en la unidad de validación Nº 1 del Sr. Cesar Cáceres, Colín, Maule, VII Región

Los tomates se cosecharon en cajas individuales, desde las distintas repeticiones de cada tratamiento, considerando para ello parcelas de 10 metros de largo, recogiéndose todo el tomate que estaba en condiciones de ser cortado para su comercialización. Posteriormente todo el tomate de cada parcela recogido, se clasificó en 6 categorías: primera, segunda, tercera, cuarta, rosco y malo. Los kilos cosechados en cada categoría, se registraron en fichas similares a la que se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Ficha para el registro de los datos de cosecha.

Agricultor : César Cáceres y Miguel Garrido

Fecha:

R1	Hilera 1	Hilera 2	Hilera 3	Hilera 4
Peso (Kg.)	**T1**	**T2**	**T4**	**T3**
Primera				
Segunda				
Tercera				
Cuarta				
Rosco				
Tomate malo				

R2	Hilera 1	Hilera 2	Hilera 3	Hilera 4
Peso (Kg.)	**T2**	**T4**	**T1**	**T3**
Primera				
Segunda				
Tercera				
Cuarta				
Rosco				
Tomate malo				

R3	Hilera 1	Hilera 2	Hilera 3	Hilera 4
Peso (Kg.)	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Primera				
Segunda				
Tercera				
Cuarta				
Rosco				
Tomate malo				

R3	Hilera 1	Hilera 2	Hilera 3	Hilera 4
Peso (Kg.)	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Primera				
Segunda				
Tercera				
Cuarta				
Rosco				

3. 5. Metodología de extracción de muestras de suelo para el. Análisis nematológico y fitopatológico de Muestras de Suelo y Substrato.

Se utilizo la misma metodología descrita en la temporada 2004.

2. 3. 6. Registro de labores en los ensayos para análisis económico.

Se llevo un registro de todas las actividades, insumos, maquinaria y mano de obra, que requieren las diferentes tecnologías, para poder efectuar un seguimiento económico, el que se efectúa mediante el software ACERA (Análisis Computacional Económico de Rubros Agropecuario) generado por INIA.

Actividades del Proyecto:

- Carta Gantt o cuadro de actividades comparativos entre la programación planteada en la propuesta original y la real.
- Razones que explican las discrepancias entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas.

Cuadro 3.1: Actividades programas para el período

Actividad Programada	Fecha programada	Fecha ejecución	Observaciones(1)
1.1. Diagnóstico participativo de la situación inicial de los productores de Colín y su situación fitosanitaria	Febrero 2004	Julio 2004	La encuesta se efectuó en la fecha programada. De acuerdo a la recomendación de los laboratorios de análisis nematológico y fitopatológico, era más conveniente efectuarla cerca del periodo de plantación, por lo que durante junio y la primera quincena de julio se concluyo este muestreo.
2.1. Establecimiento de ensayos de alternativas limpias al Bromuro de Metilo (Unidades 1, 3 y 5). Se ha cumplido dentro de los plazos estipulados con esta actividad	Diciembre 2005	Enero 2006	Los periodos de cosecha en algunas unidades de validación se extendieron más allá de diciembre

3.1. Establecimiento de ensayos de alternativas convencionales al Bromuro de Metilo. (Unidades 2 y 4).	Diciembre 2005	Enero 2006	Los periodos de cosecha en algunas unidades de validación se extendieron más allá de diciembre
4.1 Registro de labores en los ensayos para análisis económico.	Diciembre 2005	Enero 2006	Los periodos de cosecha en algunas unidades de validación se extendieron más allá de diciembre
5.1. Formación de grupos de productores en torno a las Unidades de Validación.	Marzo 2004	Marzo 2004	
5.2. Elaboración de cartillas sobre Biofumigación	Febrero 2004	Junio 2004	Cuando se propuso la fecha de finalización para la elaboración de la cartilla se pensaba que el proyecto se iniciaría en octubre del 2003, pero el proyecto recién inicio su ejecución a fines de diciembre del 2003 lo que también provoco atraso en otras actividades.
5.3. Jornada de Capacitación en Biofumigación	Enero 2004 Enero 2005	Enero 2004 Enero 2005	
5.4. Elaboración de cartilla sobre Vaporización	Febrero 2004	Abril 2005	El tiempo de edición y revisión del comité editor requirió más tiempo que el contemplado y se requirió documentar con los resultados de los ensayos
5.5.	Marzo 2004	Marzo 2004	
5.6. Elaboración de cartilla sobre alternativas convencionales químicas.	Marzo 2004	Marzo 2005	El tiempo de edición y revisión del comité editor requirió más tiempo que el contemplado y se requirió documentar con los resultados de los ensayos
5.7.	Marzo 2004 Marzo 2005	Mayo 2004 Mayo 2005	Fue necesario trasladar la ejecución de la capacitación a la fecha en que desinfectan los sustratos
5.8. Jornada de Capacitación en Alternativas convencionales.	Abril 2004 Abril 2005	Abril 2004 Abril 2005	

5.9. Día de campo sobre alternativas al bromuro de Metilo en almácigos.	Junio 2004 Junio 2005	Julio 2004 Julio 2005	Se postergo un mes por ser mejor fecha para mostrar los ensayos de almácigos.
5.10. Día de campo sobre alternativas al Bromuro de Metilo en plantación.	Diciembre 2004 Diciembre 2005	Diciembre 2004 Diciembre 2005	
5.11. Elaboración del manual técnico del proyecto	Marzo 2006	Noviembre 2006	La edición del Boletín Técnico se pospuso debido al mayor tiempo requerido para el análisis de resultados de los ensayos y el diagnostico final.
5.12. Presentación de resultados de ensayo en Congreso Agronómico.	Noviembre 2005	Octubre 2005	La actividad se adelanto debido a que también la fecha del Congreso fue fijado en ese año para Octubre
5.13. Seminario de cierre del proyecto	Agosto 2006	Octubre 2006	La actividad se pospuso para una fecha en que se lograra una mayor convocatoria de los productores
1. 2 Diagnostico de la situación final de de los productores de Colín y su situación fitosanitaria	Julio 2006	Noviembre 2006	Debido a que la empresa asociada tardo en la aplicación de la encuesta así mismo el laboratorio de la Universidad de Talca se vio sobrepasado por las muestras, se tardo más tiempo del presupuestado en esta labor.

(1) Indicar motivos de atraso o adelanto, por ejemplo.

Cuadro 3.2: Actividades no programadas realizadas en el período

Actividad no programada	Fecha	Descripción y Justificación
Participación en stand de INIA en la FITAL en Talca	26 de marzo al 4 de abril del 2004	Exhibición de una poster y entrega de información acerca del proyecto para difundir las actividades del proyecto en la comunidad
Charla técnica a estudiantes de 3ero a 4to medio del Liceo Técnico Agrícola de Colín María Auxiliadora.	jueves 1 de abril del 2004	Dar a conocer el proyecto a los futuros técnicos agrícolas, hijos en su mayoría de los productores de tomates a quienes se quería llegar con el proyecto.
Ciclo de charlas tecnicas acerca del proyecto a	12 y 13 de agosto de	Se impartieron charlas técnicas a estudiantes de 3ro y 4to medio de los liceos

Liceos Agrícolas de la región	2004	agrícolas de Pencahue, San Clemente, Sagrados corazones de Villa Alegre y Liceo Agricola de Duao.
Charla técnica sobre la biofumigación a Estudiantes del magíster en Horticultura de La Universidad de Talca	28 de octubre de 2004	Capacitar a futuros profesionales del agro en una alternativa limpia de reemplazo al Bromuro de Metilo.
Participación con stand en Día abierto de INIA Raihuén	26 de noviembre de 2004	Dar a conocer las actividades y resultados del proyecto a productores de la Región
Participación en stand de INIA en la FITAL en Talca	24 de marzo al 3 de abril del 2005	Dar a conocer el proyecto mediante un poster y entregar cartillas a los productores visitantes.
Capacitación a 18 funcionarios del SAG VII Región	20 de junio de 2005	Capacitar a los funcionarios del SAG sobre las nuevas alternativas de reemplazo al Bromuro de Metilo
Tesis de grado Universidad de Talca	24 de agosto de 2005	Pablo Castillo Sepúlveda efectuó su Tesis de grado basado en los ensayos de alternativas limpias de reemplazo al Bromuro de Metilo.
Participación con stand en Día abierto de INIA Raihuén	16 de noviembre 2005	Dar a conocer las actividades y resultados del proyecto a productores de la Región y a los medios de comunicación TVN con la presencia del Ministro de Agricultura de ese entonces.
Recepción de Gira Tecnologica de Profesionales y Productores argentinos	1 de diciembre 2005	Dar a conocer las actividades del proyecto a la comunidad internacional. Intercambiar experiencias.
Día de campo de Prodesal Longavi	20 de diciembre 2005	Dar a conocer los resultados del proyecto a productores de la Región.
Recepción de Gira Tecnologica Prodesal Pencahue	13 de enero de 2006	Dar a conocer los resultados del proyecto a productores de la Región.
Participación en Seminario de capacitación Prodesal Maule	20 de marzo 2006	Dar a conocer los resultados del proyecto a productores de la Región.
Participación como expositor en Seminario de alternativas al Bromuro de Metilo organizado por INIA y SAG con el auspicio del PNUD y La CONAMA	30 de marzo 2006	Dar a conocer los resultados del proyecto a productores, profesionales y técnicos de la Región.

Participación en stand de INIA en la FITAL en Talca	24 de marzo 2006	Dar a conocer el proyecto mediante un poster y entregar cartillas a los productores visitantes.
Reunión Técnica con INDAP y productores de Colín.	20 de julio 2006	Reforzar el conocimiento técnico de las tecnologías difundidas por el proyecto y que se aplicarón en un PDI
Seminario para estudiantes de 3ro y 4to medio de Centro de Formación Técnica Don Bosco Linares	23 de agosto 2006	Dar a conocer el proyecto a los futuros técnicos agrícolas.
Tesis de grado Universidad de Talca	25 de julio 2006	Paula Olave Diaz efectuó su Tesis de grado basado en los ensayos de alternativas limpias de reemplazo al Bromuro de Metilo.

4. Resultados del Proyecto:

4.1. Resultados del diagnóstico de la situación inicial de los productores de Colín y su situación fitosanitaria.

4. 1. 1. Resultados de la encuesta.

Los resultados del diagnostico destacaron que todos los productores encuestados utilizaban bromuro de metilo, en su mayoría para desinfectar el suelo que utilizan para efectuar sus almácigos, con un promedio de 9 bombonas cada uno, con un consumo anual de 1219 bombonas, en base a esta información se pudo estimar un consumo anual en el área de 1658 Kg. de bromuro de metilo.

En cuanto años de utilización la mayoría lo utilizaba desde hace 15 años, esto lo hacia ser una práctica tradicional, la cual es difícil de modificar sino se entrega una alternativa tan económica como efectiva de reemplazo al Bromuro de Metilo. El 66% ya conocía de la próxima eliminación del uso del Br de Me y el 95 % no conocía alguna alternativa para reemplazar el Bromuro de Metilo, este último dato confirmaba la necesidad de efectuar este Proyecto para poder capacitar y enseñar las alternativas que actualmente existen de reemplazo al Bromuro de Metilo.

Con respecto a la tenencia de la tierra, la figura 11 muestra un mayor porcentaje de arrendatarios (68%), seguidos por un 25% de propietarios y solo un 7% de mediero. Estos resultados son bastante coincidentes con los obtenidos por la Corporación FPP Sur en al año 2002, con un 77% de arrendatarios y solo un 20,8% de propietarios (COLINTOM A.G., 1992).

En cuanto al número de naves por productor estas variaron desde 2 hasta 90 naves por productor, variabilidad también coincidente con la obtenida por la Corporación FPP Sur. En la Figura 12 se muestra el resultado por rangos de nave. En esta figura se destaca el alto porcentaje de productores con número de naves inferiores a 20 (82%), indicando que en su mayoría se trata de pequeños productores.

El ancho de las naves reportadas por todos fue de 6 m con largos variables entre 30 y 66 metros, en su mayoría de 50 m de largo. El 87% de los productores efectuaban sus propios almácigos. En La figura 13 se muestra el porcentaje de productores que utilizaba una determinada variedad de semilla de tomates en sus invernaderos.

La variedad con un mayor porcentaje de utilización resulto ser Agora (52%), la que ya presentaba un pequeño descenso en comparación a los resultados obtenidos por la Corporación FPP Sur (67%), la variedad Presto (38%) presentaba un descenso mucho mayor que en la encuesta anterior (68%). La variedad Fortaleza (24%) había incrementado su porcentaje con respecto a la encuesta efectuada en el año 2002 (3,1%) y aparecía una nueva variedad, María Italia (12%), no reportada anteriormente.

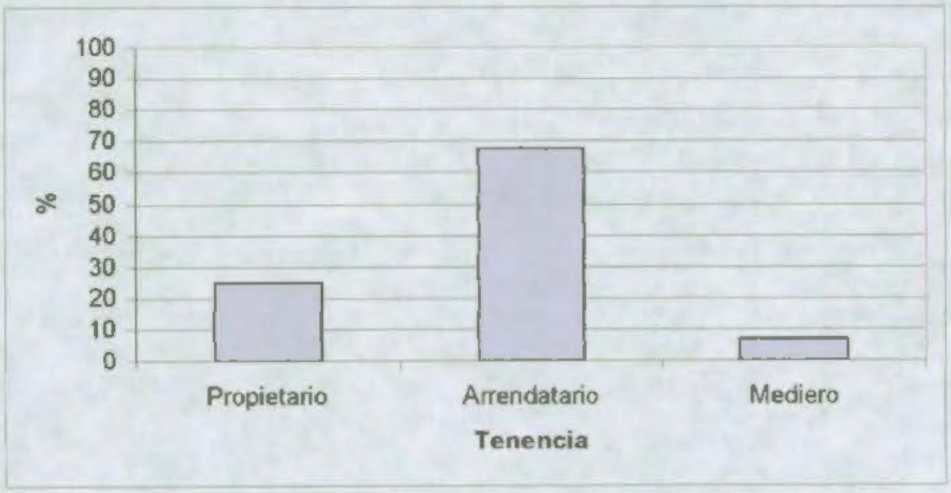


Figura 11. Tenencia de la tierra de los productores de tomate en invernadero de Colín.



Figura 12. Rango de naves por productor

La figura 14, muestra la necesidad de utilizar el Bromuro de Metilo en la desinfección del suelo para la producción de almácigo. De todos los controles se destaca el de eliminar

Las malezas (93%), seguido por el control de nemátodos (48%). Atributos importantes que deberían contar en las nuevas alternativas a emplear.

Finalmente con relación al interés por capacitarse en las nuevas alternativas de reemplazo al Bromuro de Metilo el 98% manifestó su interés por participar.

En el Anexo 2 se muestra una síntesis de las respuestas de los productores.



Figura 13. Variedades de tomates utilizadas en los almácigos, por los productores de tomate en invernadero.



Figura 14. Necesidad de control en el uso del Bromuro de Metilo.

4.1. 2. Resultado del diagnostico efectuado en predios de los productores

En el Cuadro 3, se entrega el detalle de los resultados obtenidos en los análisis fitopatológicos efectuados a muestras de suelo proveniente de los treinta agricultores, considerados en el diagnostico, expresado como unidades formadoras de colonia (u.f.c.) por 100gramos de suelo. El hongo con mayor presencia en cantidad y frecuencia corresponde a *Alternaria* sp., seguido por *Botrytis* sp., *Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp, Adicionalmente, se detectó *Cladosporium* sp., en 46% de los agricultores, *Trichoderma* sp., en el 40%, *Penicillium* sp., en un 30%.y *Pyrenochaeta* sp., en un 10% . Cabe destacar, que el 90% de las muestras analizadas, se detectó la presencia de bacterias, pero estas no fueron identificadas, si corresponden a organismos patogénicos.

Los Resultados de los análisis nematológicos se presentan en el Cuadro 4. En promedio, el nemátodo de mayor presencia en las muestras correspondió a *Helicotylenchus* sp, y específicamente, en las muestras provenientes del predio del Agricultor (A10), seguido por número de ejemplares detectados en las muestras provenientes del agricultor (A9). Otros nemátodos determinados, corresponden a *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Hemicycliophora* sp., *Paratylenchus* sp. y *Trichodorus* sp. Adicionalmente, en el 30% de los agricultores, se determinó nemátodos saprófitos.

2. Resultados de los ensayos de alternativas limpias al Bromuro de Metilo Año 2004.

4. 2. 1. Unidad de validación de Sr. César Cáceres

4. 2. 1. 1. Resultados de la evaluación de temperatura en el tratamiento de biofumigación versus un testigo sin tratamiento.

En la Figura 13 se muestra la evolución de la temperatura del suelo en el tratamiento con biofumigación (línea roja) y en el testigo (línea verde), en las primeras 48 horas de la aplicación del tratamiento no se distinguen diferencias entre ambos tratamiento, pero después de ese tiempo se comienza a notar una diferenciación de la temperatura, la que puede atribuirse al tratamiento de biofumigación, estas diferencia se hace más notoria al final del periodo donde en abril ya existe una tendencia a que la temperatura del suelo disminuya, en cambio la biofumigación se eleva 10°C sobre la temperatura del testigo.

En la Figura 14 se comparan los promedios de las temperaturas durante el día tanto para la biofumigación como el testigo. También se observa una diferencia de 10° C entre ambos tratamientos.

Cuadro 3. **Resultados de los análisis fitopatológicos efectuados a muestras de suelo de 30 agricultores considerados en el diagnstico. Colín, 2004.**

	Botrytis sp.	*Alternaria* sp.	*Phytophthora* sp.	*Pyrenochaeta* sp.	*Trichoderma* sp.	*Fusarium* sp.	*Bacterias.*	*Penicillium* sp.	*Cladosporium* sp.
A 1	1.81×10^{4}	1.98×10^{5}	1.98×10^{5}			1.98×10^{5}	1.0×10^{5}		
A 2	1.99×10^{3}	1×10^{6}	1.98×10^{4}				1.98×10^{4}		
A 3	1.81×10^{3}	1.81×10^{4}				1.81×10^{4}	1.81×10^{4}		
A 4	2.0×10^{4}	1.0×10^{7}	1.81×10^{4}		1.98×10^{3}	1.98×10^{3}	9.52×10^{6}	1.98×10^{5}	1.0×10^{5}
A 5	1.81×10^{6}	1.0×10^{7}	1.81×10^{3}			1.98×10^{5}	1.98×10^{5}	2.0×10^{6}	1.99×10^{3}
A 6	1×10^{3}	1.0×10^{7}	1.98×10^{3}			1.0×10^{4}	1.99×10^{4}		1.81×10^{4}
A 7	1×10^{6}	1×10^{6}	1.81×10^{5}			1.81×10^{3}	1.81×10^{6}		1.81×10^{4}
A 8 a	1×10^{6}	1.98×10^{5}	1.98×10^{5}			2.0×10^{3}	1.0×10^{6}	2.0×10^{4}	1.81×10^{3}
A 8b	1.81×10^{5}	1.0×10^{7}	1.81×10^{4}				1.0×10^{7}		1.0×10^{5}
A 9		1×10^{6}	1.98×10^{3}		1.0×10^{3}	1.98×10^{3}	1.81×10^{7}	2.0×10^{4}	2.0×10^{3}
A10		1.0×10^{7}	1.0×10^{7}			1.0×10^{7}	1.98×10^{5}	1.81×10^{3}	2.0×10^{5}
A 11	1.98×10^{3}	1.98×10^{4}			2.0×10^{3}	2.0×10^{3}	1.0×10^{7}		
A 12	1.98×10^{4}	1.98×10^{4}	1.81×10^{3}	2.0×10^{5}		1.0×10^{3}	1.0×10^{7}	2.0×10^{3}	2.0×10^{5}
A 13	2.0×10^{3}	1×10^{6}	2.0×10^{3}	2.0×10^{5}	2.0×10^{3}	1.81×10^{4}	1.0×10^{7}		
A 14		1.0×10^{5}	2.0×10^{4}		1.81×10^{3}		1.0×10^{7}		
A 15	1.98×10^{3}	1.0×10^{8}	2.0×10^{3}			1.0×10^{4}	1.0×10^{7}		
A 16	1.81×10^{4}	1.81×10^{5}	2.0×10^{5}		2.0×10^{3}	1.81×10^{3}	1.0×10^{7}		
A 17	1.81×10^{4}	1.98×10^{4}	2.0×10^{4}		1.0×10^{3}	1.81×10^{4}	1.0×10^{7}	2.0×10^{4}	
A 18	1.98 x 105	1×10^{6}		2.0×10^{4}	1.0×10^{4}		1.0×10^{7}	2.0×10^{5}	
A 19	1.81×10^{4}	1.98×10^{3}				2.0×10^{5}			
A 20	2.0×10^{3}	2.0×10^{3}	2.0×10^{3}			2.0×10^{3}			
A 21	1×10^{3}	1.81×10^{3}			1.0×10^{5}	1.0×10^{3}	1.0×10^{5}		1.0×10^{4}
A 22	1.81×10^{4}	1.0×10^{3}			2.0×10^{3}	2.0×10^{3}	2.0×10^{4}		2.0×10^{3}
A 23	2.0×10^{4}	2.0×10^{4}	2.0×10^{4}						
A 24	1.99×10^{4}	1.0×10^{7}	1.81×10^{6}			1.81×10^{4}	1.81×10^{6}	2.0×10^{4}	
A 25	1.98×10^{3}	1.81 x 106	2.0×10^{7}		1.0×10^{3}	1.0×10^{6}	1.0×10^{7}		2.0×10^{3}
A 26	1.98×10^{3}	1.99×10^{3}					2.0×10^{6}		
A 27	2.0×10^{4}	2.0×10^{4}			1.98×10^{3}	1.81×10^{3}	1.81×10^{6}		1.81×10^{4}
A 28	$1 X 10^{3}$	1.98×10^{3}	1.81×10^{3}				2.0×10^{5}		
A 29		1×10^{6}	1.0×10^{3}			2.0×10^{3}	2.0×10^{7}		1.81×10^{4}

Expresado como u.f.c / 100 gramos de suelo.

Cuadro 4. Resultados de los análisis nematológicos efectuados a muestras de suelo de 30 agricultores, considerados en el diagnostico. Colín, 2004.

Agricultor	*Meloidogyne* sp	*Heliocotylenchus* sp	*Pratylenchus* sp	*Paratylenchus* sp	*Hemicycliophora* sp	*Trichodorus* sp.	Saprófito
A 1	2						
A 2							X
A 3			2				
A 4							X
A 5	1						
A 6	2	4		2		1	X
A 7	1	2		1	3		
A 8a	5				3	2	
A 8b					2		
A 9		27			2		
A 10		38	5				
A 11							X
A 12	1						
A 13	2	1	5	1			
A 14	2	4	1				
A 15		1	1		1		
A 16			1		2		
A 17	3	4	1				
A 18	3		1				
A 19	2	2					
A 20							X
A 21							X
A 22							X
A 23							X
A 24							X
A 25		1	4				
A 26		1	2				
A 27	6		1				
A 28	2						
A 29	0						

*número de ejemplares/100 gramos de suelo

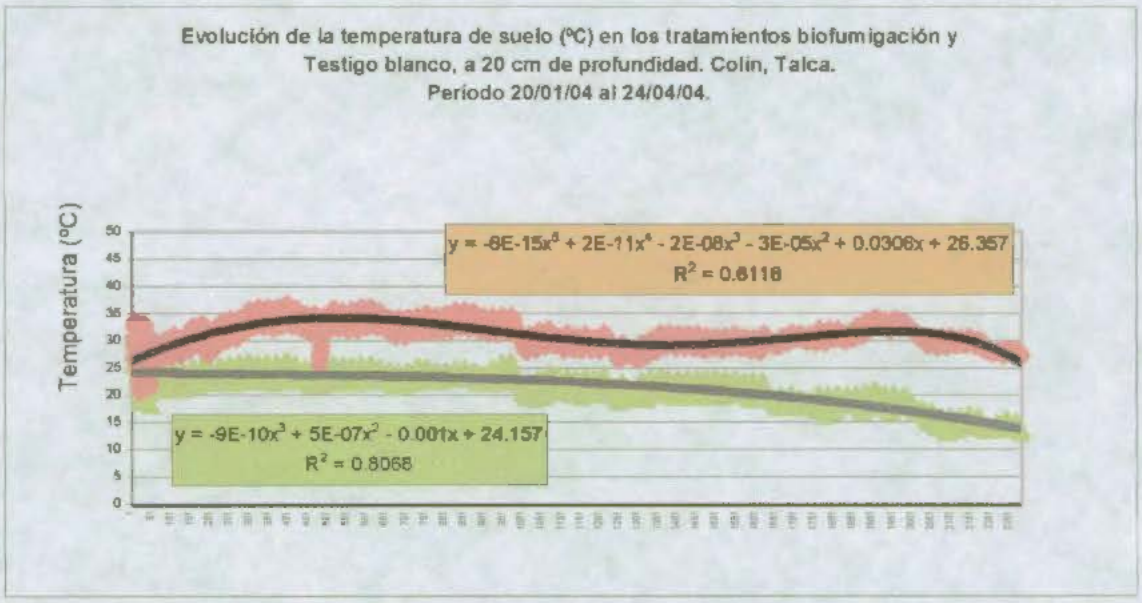


Figura 13. Evolución de la temperatura del suelo en los tratamientos de biofumigación y el testigo 20 cm de profundidad, Colín Talca. Periodo del 20 de enero al 24 de abril 2004.

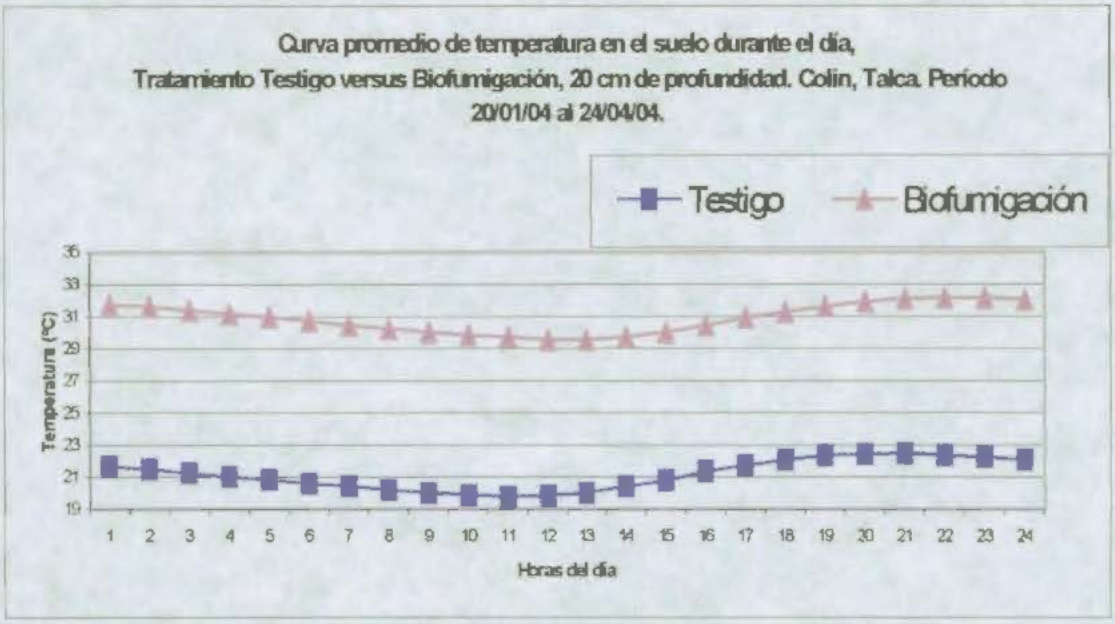


Figura 14. Curva promedio de temperatura en el suelo durante el día, de la Biofumigación y un tratamiento Testigo.

4. 2. 1. 2. Recuento de Malezas en las parcelas de Biofumigación.

Al realizar un recuento de la cantidad y tipo de malezas que se desarrollaron sobre las parcelas sometidas a biofumigación, los resultados promedios expresados gramos de peso fresco obtenidos se presentan en la Figura 15. La maleza de mayor desarrollo sobre las parcelas, en ambos Sitios fue Verdolaga (*Portulaca oleracea* L), con menor representación y también en ambos Sitios, se encontró Hualcacho (*Echinochloa sp.*) y Pata de Gallina (*Digitaria sanguinalis* (L) Scop). Las otras malezas encontradas en alguno de los dos Sitios fueron: Cola de Zorro (*Cynosurus echinatus* L.), Correhuela (*Convolvulus arvensis* L.), Dedal de oro (*Eschscholzia californica* Cham), Dedalera Digital (*Digitalis purpurea* L.), Chufa Roja (*Cyperus rotundus* (L)), Moco de Pavo (*Amaranthus sp*) y Quilloi quilloi. (Stellaria media (L) Vill).

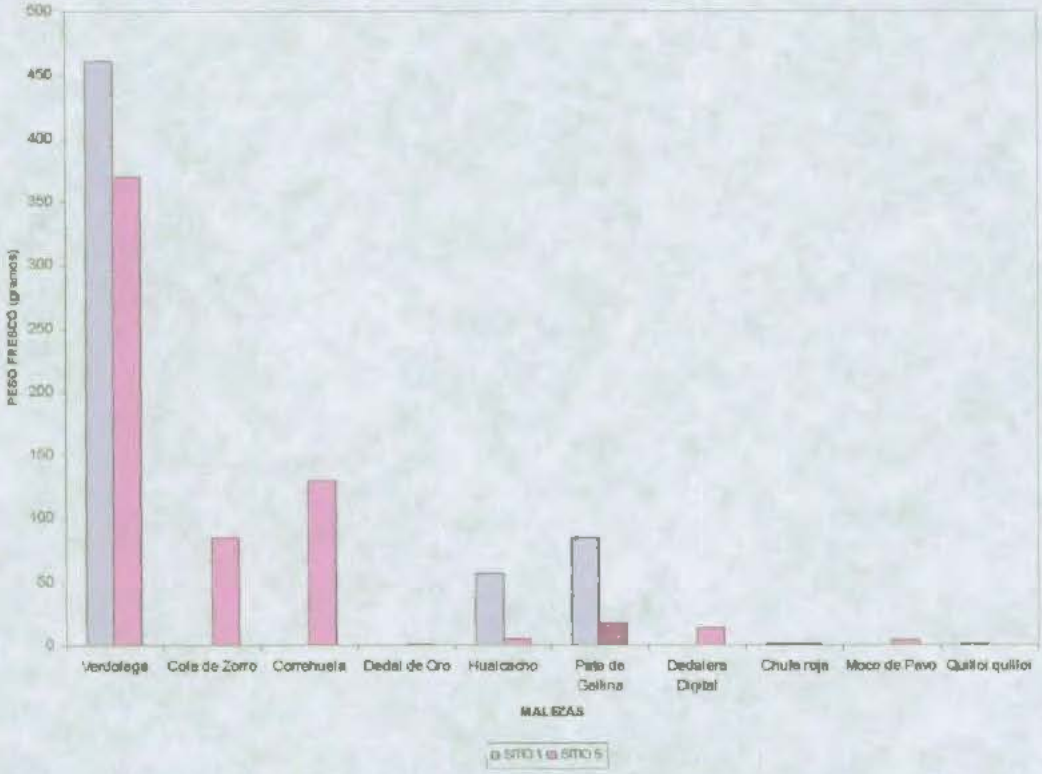


Figura 15. Recuento de malezas en los tratamientos de biofumigación de los sitios de validación 1 y 5.

En general se pudo apreciar que la biofumigación no logró controlar este tipo de malezas, de acuerdo a las observaciones realizadas se puede atribuir al tipo de plástico utilizado, que se prefirió que fuera transparente para añadir un efecto de solarización, de acuerdo a la información bibliográfica consultada. El agricultor del sitio 1 decidió manejar 5 naves más con el tratamiento de la biofumigación y utilizó el plástico del techo de la temporada anterior, este plástico tienen un tratamiento para resistir los rayos ultravioletas, se pudo apreciar que las mesas cubiertas con este tipo de plástico estaban más limpias que la de los ensayos.

4. 2. 1. 3. Resultados en los almácigos.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados del conteo de plantas emergidas efectuadas el 3 de junio, se sembraron 306 semillas por parcela. En el Cuadro se observa que el tratamiento con biofumigación presentó en el menor porcentaje de germinación con respecto al resto de los tratamientos, indicando con esto que aún existía un efecto biofumigante del tratamiento, a pesar de que habían transcurrido 112 días desde que se aplicó el residuo vegetal y con una ventilación de 8 días. No se descarta que también se halla producido un efecto alelopático de las malezas que se desarrollaron bajo el mulch plástico transparente, principalmente Verdolaga. En el caso del tratamiento de vaporización presentó un porcentaje promedio menor de germinación que el tratamiento con bromuro de metilo pero no difiero significativamente con este ni con el tratamiento testigo. El tratamiento testigo presentó un promedio menor de plantas que el tratamiento con bromuro de metilo, y en el general presentó un menor desarrollo de planta principalmente afectado por la alta competencia con las malezas.

Cuadro 5. Número de plantas emergidas por parcela y (% de emergencia).

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1: Biofumigación	122 (39,9)	181 (59,2)	126 (41,2)	168 (54,9)	**149 (48,8) c**
T2: Vaporización	260 (67,3)	268 (87,6)	272 (88,9)	287 (93,8)	**272 (88,8) ab**
T3: Bromuro de Metilo	283 (93,5)	295 (96,4)	283 (92,5)	296 (96,7)	**289 (94,5) a**
T4: Testigo	244 (79,7)	225 (73,5)	269 (87,9)	260 (84,9)	**250 (81,5) b**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

En las evaluaciones realizadas de las plantas en bolsas el 7 de julio solo se produjo la perdida de una planta en el tratamiento Testigo (T4R2) y otra en el tratamiento con Bromuro de Metilo (T3R3). En general los productores hicieron notar que las plantas del tratamiento con biofumigación presentaban un color más verde y con mayor desarrollo que el resto de los tratamientos. Los testigos presentaron el menor tamaño de planta y con abundante maleza. (Ver Foto 11)



Foto 11. A la izquierda plantas biofumigadas y a la derecha plantas con suelo sin tratar.

4. 2. 1. 4. Resultados en la producción de tomates.

El Cuadro 6 muestra los resultados de la cosecha de tomates efectuada en el periodo considerado en la unidad de validación Nº 1 de Cesar Cáceres. Los resultados se presentan expresados en Kg/m^2. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de biofumigación y vapor con respecto al tratamiento con bromuro de metilo y con el testigo. Si existieron diferencias significativas entre el testigo y la aplicación de bromuro de metilo. De toda manera la producción de tomate de primera se redujo en más de un 40% en el tratamiento testigo con respecto al promedio de los tratamientos con desinfección de suelo. También se puede observar que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con respecto a la producción de tomate de tercera y cuarta en la que el testigo mostró una mayor producción que el resto de los tratamientos, siendo una producción no deseada por los productores ya que estos tomates tienen un menor precio en el mercado (la mitad de su valor con respecto a los tomates de primera y segunda).

Cuadro 6. Resultados producción de tomates Cesar Cáceres (Kg/m^2). Medición efectuada desde el viernes 5 de noviembre al viernes 24 de diciembre 2004.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 BIOFUMIGACIÓN	T2 VAPOR	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	3,10 ab	2,69 ab	3,44 a	1,81 b
SEGUNDA	2,26 a	2,17 a	2,24 a	2,01 a
PRIMERA + SEGUNDA	**5,36 ab**	**4,86 ab**	**5,68 a**	**3,82 b**
TERCERA	2,06 a	2,04 a	1,98 a	2,27 a
CUARTA	0,95 b	0,96 b	0,9 b	1,11 a
TERCERA + CUARTA	**3,01 b**	**3,01 b**	**2,88 b**	**3,38 a**
TOTAL	**8,37 a**	**7,86 ab**	**8,55 a**	**7,2 b**
ROSCO	0,32	0,54	0,65	0,18
MALO	0,00	0,00	0,00	0,00
ROSCO + MALO	**0,32 b**	**0,54 a**	**0,54 a**	**0,19 c**

Nota: cifras seguidas de una misma letra, no indican diferencias estadísticamente significativas. Duncan < 0,05

4. 2. 2. Unidad de validación de Pablo Araya

4. 2. 2. 1. Resultados en los almácigos.

En el Cuadro 7 se muestra la evaluación efectuada el 16 de junio sobre el establecimiento de plantas en los almácigos con los diferentes tratamientos.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativa entre los tratamientos, a pesar que al principio también se noto un atraso en le germinación en las parcelas correspondiente al tratamiento de biofumigación. Los testigos mostraron mucha presencia de malezas obligando a su limpieza, aunque no difirió la emergencia de plantas con respecto al resto de los tratamientos estas se desarrollaron con menor tamaño.

En el cuadro 8 se muestra el resultado de la evaluación de sobrevivencia de plantas, de dejaron marcadas un número de plantas y se evaluó el número de plantas que continuaron vivas.

Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Cuadro 7. Evaluación del establecimiento de plantas el 16 de junio (plantas/m^2).

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1: Biofumigación	64	144	96	132	**109 a**
T2: Vaporización	164	144	120	68	**124 a**
T3: Bromuro de Metilo	60	108	164	136	**117 a**
T4: Testigo	96	128	124	120	**117 a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

Cuadro 8. Porcentaje de sobrevivencia de plantas (%)

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1: Biofumigación	90	96	94	96	**94 a**
T2: Vaporización	100	96	100	92	**97 a**
T3: Bromuro de Metilo	98	100	98	92	**97 a**
T4: Testigo	98	96	98	86	**94,5 a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

4. 2. 2. 2. Resultados en la producción de tomates.

En el Cuadro 9 se muestran los resultados de la producción de tomates acumulada en el periodo desde el 3 de noviembre al viernes 17 de diciembre, en

Cuadro 9. Resultados producción de tomates Pablo Araya (Kg/m^2). Medición efectuada desde el miercoles 3 de noviembre al viernes 17 de diciembre 2004.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 BIOFUMIGACIÓN	T2 VAPOR	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	1,40	1,44	1,95	1,53
SEGUNDA	1,30	1,21	1,53	1,36
PRIMERA + SEGUNDA	**2,70**	**2,65**	**3,48**	**2,89**
TERCERA	0,67	0,88	1,03	1,09
CUARTA	0,25	0,31	0,26	0,39
TERCERA + CUARTA	**0,92**	**1,19**	**1,29**	**1,49**
TOTAL	**3,62**	**3,84**	**4,76**	**4,37**
ROSCO	0,43	0,30	0,24	0,24
MALO	0,36	0,47	0,38	0,37
ROSCO + MALO	**0,80**	**0,77**	**0,62**	**0,61**

este caso no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, con rendimientos inferiores a los obtenidos en la unidad de validación de Cesar Caceres, esto se atribuyo a problemas de manejo y al menor periodo de cosecha contemplado para la evaluación.

4.2.2.3. Unidad de validación Gustavo Miranda

Desde el cuadro 10 al cuadro 12 se muestran las evaluaciones efectuadas en la emergencia de las plantas en bandejas.

En general solo se presentaron diferencias significativas en la segunda medición mostrado la tendencia que el sustrato que fue tratado con vapor la emergencia demoró un poco menos llegando al final a presentar un promedio mayor que el resto de los tratamientos pero sin diferencia significativa. El sustrato sin tratamiento como se muestra en el punto 5.2, no mostró presencia de nemátodos ni enfermedades que pudieran afectar a las plantas, por lo que no se requería de un tratamiento para asegurar el establecimiento de las plantas. En general como lo apreciaron los productores en el día de campo efectuado el 8 de julio, las plantas de los distintos tratamientos no mostraron diferencias de desarrollo que pudieran indicar la procedencia de cada tratamiento (Ver Foto 12). Las plantas una vez completado su desarrollado fueron plantadas en el invernadero correspondiente, no presentaron problemas en su desarrollo que pudieran ser atribuibles a los distintos tratamientos.

Cuadro 10. Plantas por bandeja y porcentaje de emergencia (%) 3 de junio

Tratamientos	R1	R2	R3	PROMEDIO
T1: Vapor	127 (94,1)	119 (88,2)	119 (88,2)	**121,7 (90,2) a**
T2: Sin Tratar	116 (85,9)	123 (91,1)	117 (86,7)	**118,7 (87,9) a**
T3: Bromuro de metilo	123 (91,1)	125 ((92,6)	124 (91,9)	**124 (91,9) a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05				

Cuadro 11. Plantas por bandeja y porcentaje de emergencia (%) 16 de junio

Tratamientos	R1	R2	R3	PROMEDIO
T1: Vapor	126 (93,3)	124 (91,9)	126 (93,3)	**125,3 (92,8) b**
T2: Sin Tratar	131 (97)	127 (94,1)	121 (89,6)	**126,3 (93,6) ab**
T3: Bromuro de metilo	125 (92,6)	127 (94,1)	127 (94,1)	**126,3 (93,6) a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05				

Cuadro 12. Plantas por bandeja y porcentaje de emergencia (%) 30 de junio

Tratamientos	R1	R2	R3	PROMEDIO
T1: Vapor	130 (96,3)	130 (96,3)	126 (93,3)	**128,7 (95,3) a**
T2: Sin Tratar	133 (97)	127 (98,5)	120 (88,9)	**126,7 (93,8) a**
T3: Bromuro de metilo	124 (91,9)	128 (94,8)	127 (94,1)	**126,3 (93,6) a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05				



Foto 12. Visita de los productores en el día de campo al ensayo de producción de plantas en bandejas.

4. 3. Resultados de los ensayos de alternativas convencionales al Bromuro de Metilo Año 2004.

4. 3. 1. Unidad de validación José Moya

4. 3. 1. 1. Resultados en los almácigos

En el Cuadro 13 se muestra la evaluación de las plantas emergidas en los almácigos.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, corroborando de este modo que la alternativa al bromuro de metilo tiene al menos la misma efectividad del fumigante que se desea reemplazar. A pesar que el testigo no mostró un promedio significativamente inferior al resto de los tratamientos, si se observo un menor desarrollo de las plantas afectada principalmente por la alta presencia de malezas que obligaron a efectuar dos limpiezas en el periodo de almácigo. Se aprecia por ejemplo en la parcela testigo repetición 2 (T4R2) una alta reducción en la emergencia de plantas.

Cuadro 13. Número de plantas emergidas por parcela y (% de emergencia), 5 de junio.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1: Metam Sodio	263 (85,9)	255 (83,3)	266 (86,9)	291 (95,1)	**268,8 (87,8) a**
T3: Bromuro de Metilo	275 (89,9)	276 (90,2)	290 (94,8)	216 (70,6)	**264,3 (86,4) a**
T4: Testigo	234 (76,5)	198 (64,7)	283 (92,5)	248 (81,1)	**240,8 (78,6) a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

4. 3. 1. 2. Resultados en la producción de tomates.

En el Cuadro 14 se muestran los resultados de producción de tomates de la unidad de validación de José Moya, en la primera temporada, el agricultor usó volúmenes de estiércol que con anterioridad le permitía controlar parcialmente los problemas de nematodo en las raíces de las plantas. Esto, bajo condiciones de aplicación de desinfectantes de suelo, como metam sodio, provocó un exceso de vigor en las plantas, lo cual se tradujo en problemas de enfermedades en el follaje, como botritis y fulvia, afectando consecuentemente la producción de tomate. Esto explica que este agricultor no haya alcanzado producciones esperadas para el potencial de la variedad. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

4. 3. 2. Unidad de validación 4 (Luis Cañete)

2. 3. 2. 1. Resultados en almácigos

En el Cuadro 15 se muestran los resultados de la evaluación de emergencia de plantas efectuada el 30 de junio.

Lo primero que llama la atención es la falta de emergencia de plantas en el tratamiento efectuado con Dazomet, el que debido a las bajas temperatura del suelo (menos de 10 °C) durante la época de siembra de los almácigos aún persistió el efecto fumigante del producto, de acuerdo con esto no es una alternativa apropiada para la producción de almácigos en la zona centro sur. De allí la importancia de haber podido efectuar esta evaluación para las futuras recomendaciones de los productores.

Cuadro 14. Resultados producción de tomates José Moya (Kg./m^2). Medición efectuada desde el martes 2 de noviembre al jueves 30 de diciembre 2004.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 BIOFUMIGACIÓN	T2 VAPOR	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	5,39	4,90	6,05	5,64
SEGUNDA	4,16	4,21	3,91	3,90
PRIMERA + SEGUNDA	**9,55**	**9,11**	**9,96**	**9,54**
TERCERA	2,49	2,64	2,61	2,66
CUARTA	1,51	1,58	1,64	1,43
TERCERA + CUARTA	**4,00**	**4,22**	**4,24**	**4,09**
TOTAL	**13,54**	**13,33**	**14,20**	**13,63**
ROSCO	0,10	0,08	0,11	0,09
MALO	0,49	0,45	0,68	0,28
ROSCO + MALO	**0,59**	**0,52**	**0,80**	**0,37**

Cuadro 15. Número de plantas emergidas por parcela y (%de emergencia). 30 de junio.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1: Metam Sodio	(*)	138 (96,5)	127 (88,8)	137 (95,8)	**134 (93,7) a**
T2: Dazomet	0	0	0	0	**0 c**
T3: Bromuro de Metilo	118 (82,5)	110 (76,9)	76 (53,2)	132 (92,3)	**109 (76,2) b**
T4: Testigo	125 (87,4)	129 (90,2)	121 (84,6)	108 (75,5)	**120,8 (84,4) ab**

Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05

(*) Parcela perdida se sembró una dosis mayor de semilla que el resto de las parcelas.

La aplicación de Bromuro de metilo también mostró efectos en la emergencia con lo que se obtuvo un promedio significativamente menor de plantas emergidas con respecto a la aplicación del metam sodio. El testigo no mostró diferencia significativa en su emergencia con el metam sodio, pero las plantas presentaron un menor desarrollo y alta competencia con las malezas.

En general el ensayo permitió verificar que el Metam sodio es el producto que presenta menos peligro de persistencia y que pueda afectar el establecimiento de las semillas en los almácigos.

En el Cuadro 16 se muestra la evaluación de emergencia de plantas efectuada el 27 de julio. En esta evaluación persiste el problema del Dazomet, solo emergieron 3 plantas en una parcela las que posteriormente murieron. En el caso del bromuro de metilo ya no mostró una diferencia significativa con el metam sodio. Cabe destacar, que en la parcela correspondiente a la repetición 2 del tratamiento con bromuro de metilo (T3R2) se observó un nivel muy bajo de emergencia atribuible a la persistencia del producto con bajas temperaturas. Las plantas del tratamiento testigo aunque presentaron un promedio de emergencia que no difirió significativamente de los otros dos tratamientos, sufrieron un ataque fuerte de *Alternaria* sp., por lo que se determinó no utilizarlas en la evaluación de plantación, de este modo fue necesario emplear plantas del tratamiento Metam Sodio y bromuro de metilo para efectuar la plantación, lo mismo para el tratamiento 2.

En el Cuadro 17 se muestra una evaluación efectuada durante la plantación midiendo el número de plantas que murieron después del establecimiento. Se observa que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Se pudo constatar en el suelo fumigado con Dazomet, con el incremento de las temperaturas desapareció su efecto fumigante permitiendo que las plantas lograran establecerse. Por lo que sería factible recomendar el producto para desinfección de suelo para plantación no así para almácigo, teniendo la precaución de considerar el largo efecto residual del producto. En la parcela testigo de la repetición 4 (T4 R4). Se produjo una alta mortandad de plantas, a pesar que se utilizó plantas provenientes de almácigo desinfectado, esto demuestra que no sólo se debe considerar desinfectar el suelo para almácigo, ya que si donde se efectúa la plantación existen peligrosos fitopatógenos, estos dañaran las plantas, aunque lleguen sanas.

4. 3. 2. 2. Resultados en la producción de tomates.

En el Cuadro 18 se muestran los resultados obtenidos en la producción de tomates en la unidad de validación de Luis Cañete, esta unidad por estar ubicada en una localidad distinta a las anteriores, inicio su producción más tarde, demostrando con ello la ventaja microclimática de Colín. Los resultados revelaron diferencias estadísticamente significativas de todos los tratamientos con respecto al testigo en cuanto a la producción total de tomates. No existieron diferencias significativas de los tratamientos alternativos con respecto al brumo de metilo, aunque en promedio se obtuvo un mayor rendimiento de tomates de primera en el tratamiento con Metam Sodio.

Cuadro 16. Número de plantas emergidas por parcela y (%de emergencia). 27 de julio.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1: Metam Sodio	(*)	137 (95,8)	128 (89,5)	123 (86,0)	**129,3 (90,4) a**
T2: Dazomet	3	0	0	0	**0,8 b (1)**
T3: Bromuro de Metilo	122 (85,3)	94 (65,7)	116 (81,1)	126 (88,1)	**114,5 (80,1) a**
T4: Testigo	116 (81,1)	125 (87,4)	124 (86,7)	123 (86,0)	**122 (85,3) a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

(*) Parcela perdida se sembró una dosis de semilla mayor al resto de las parcelas

Cuadro 17. Muerte de plantas en el periodo de plantación. 10 de Octubre.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1: Metam Sodio	2	0	4	6	**3 a**
T2: Dazomet	1	8	3	3	**3,8 a**
T3: Bromuro de Metilo	1	1	1	2	**1,3 a**
T4: Testigo	2	5	4	15	**6,5 a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

Cuadro 18. Resultados producción de tomates Luis Cañete (Kg./m^2). Medición efectuada desde el martes 2 de diciembre 2004 al sábado 15 de enero 2005.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 METAM SODIO	T2 BASAMID	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	3,60 a	3,21 a	3,45 a	3,09 a
SEGUNDA	4,41 a	4,14 a	4,52 a	3,76 a
PRIMERA + SEGUNDA	**8,01 a**	**7,35 a**	**7,97 a**	**6,84 a**
TERCERA	1,77 ab	1,94 ab	2,11 a	1,56 b
CUARTA	0,36 a	0,51 a	0,49 a	0,33 a
TERCERA + CUARTA	**2,13 a**	**2,45 a**	**2,60 a**	**1,89 a**
TOTAL	**10,14 a**	**9,80 a**	**10,56 a**	**8,73 b**
ROSCO	0,06 ab	0,03 bc	0,08 a	0,01 c
MALO	0,04	0,05	0,03	0,02
ROSCO + MALO	**0,10**	**0,08**	**0,11**	**0,03**

Nota: cifras seguidas de una misma letra, no indican diferencias estadísticamente significativas. Duncan < 0,05

4.4. Resultados de los análisis nematológico. Temporada 2004.

4. 4. 1 Resultados previo al establecimiento de los ensayos

Los promedios de resultados de los análisis nematológicos de las muestras de suelo recolectadas previo a los tratamientos, se muestran en la Figura 16. De acuerdo a las determinaciones, se encontró, ***Meloidogyne sp:*** que es un nemátodo que dentro de los hospederos reportados se encuentran hortalizas, cereales, ornamentales, praderas, árboles, arbustos, remolacha, tabaco, algodón, papas, etc. La especie *M. incognita* esta involucrada en muchas interacciones con enfermedades, tales como *Phytophthora parasitica var nicotianae*, *Pseudomonas solanacearum*, además se ha reportado que plantas infectadas con este nemátodo al cabo de cuatro semanas son más susceptibles a la infección y decaimiento por *Pythium* sp. y *Rhizoctonia* sp, enfermedades propias del cultivo del tomate. Su principal característica es que la hembra se ensancha notoriamente al interior de los tejidos radiculares, adquiriendo forma de limón, pera o riñón, que se le denomina "nódulo o nudo de la raíz"; ***Helicotylenchus sp:*** que es un nemátodo ecto y semi-endoparásito y tiene altas densidades de poblaciones, causa pequeñas lesiones marrón en las raíces. Las paredes de las células infectadas y aquellas adyacentes están lignificadas, pero esto no ha sido indicación de proliferación nuclear, formación de células gigantes o abultadas.

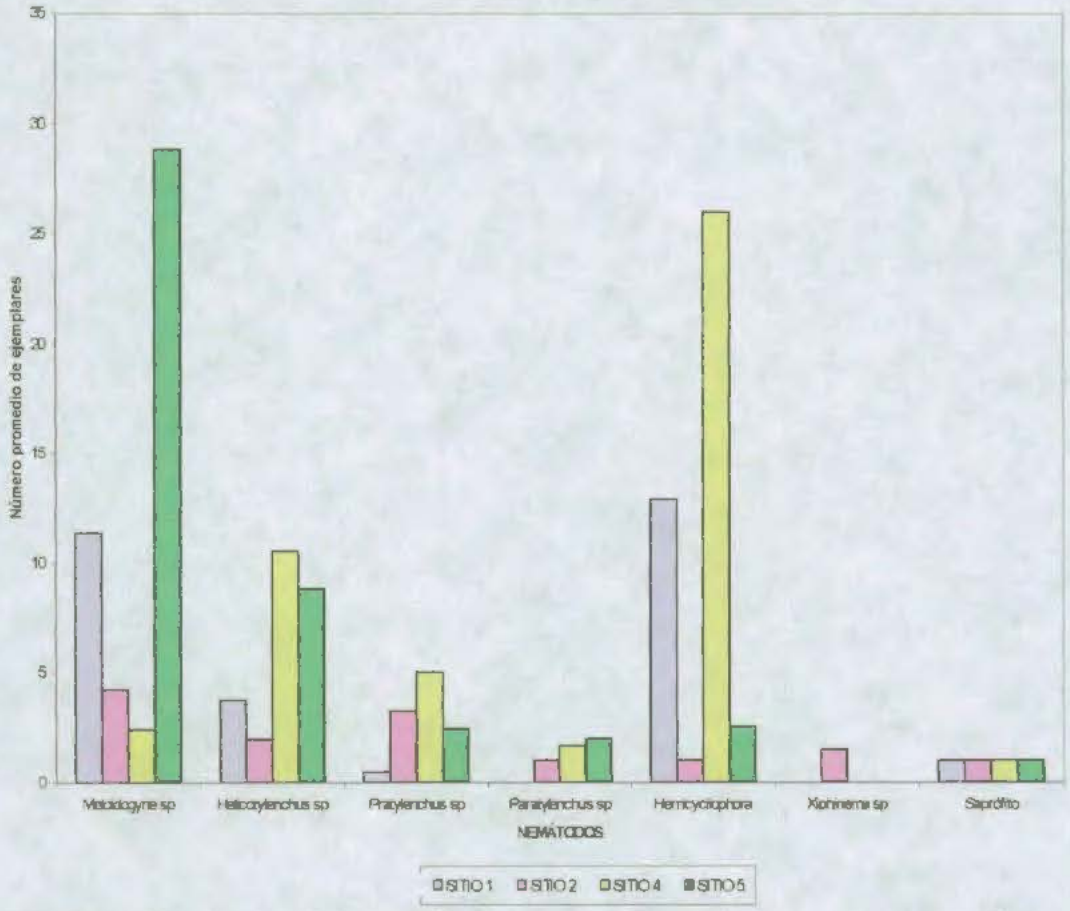


Figura 16. Resultados de los análisis nematológicos de las muestras recolectadas previo a los tratamientos.

De acuerdo a las referencias es un nemátodo que se reproduce por partenogénesis, no hay indicación de espermios en la espermateca; ***Pratylenchus sp.***: que es un nemátodo con un amplio rango de hospederos, más de 350 hospederos han sido reportados, tales como manzano, cerezo, otros frutales, coníferas, rosas, tomate, papa, maíz, remolacha, y muchas otras plantas son parasitadas por este nemátodo. Endoparásito migratorio, que al movilizarse por el interior del tejido radicular provoca heridas, de aquí que se le conoce como nemátodo lesionador. Al alimentarse dentro de raíces, libera compuestos polifenólicos que oxidan provocando las lesiones y necrosis de las raíces. El parasitismo migratorio de este nemátodo abre secundarias invasiones para otros microorganismos del suelo tanto hongos como bacterias, provocando por si solo o con la posterior colonización de enfermedades, plantas con escaso crecimiento; ***Paratylenchus sp:*** que es un nemátodo común en suelos naturales y cultivados, especialmente alrededor de raíces de plantas leñosas y arbustivas, ectoparásito, pero a veces puede ser sedentario por periodos de tiempo. Prefiere partes maduras de las raíces sobre células epidermales y corticales externas, también sobre áreas heridas y sitios de emergencia de raíces laterales. Tiene un amplio rango de hospederos;

Hemicycliophora sp: que es un nemátodo común en suelos arenosos, ectoparásito y usualmente se localiza en la punta de las raíces, dentro de los hospederos descritos están las curcubitáceas, leguminosas, rutáceas, umbelíferas y solanáceas, dentro de estas últimas se clasifica el tomate y en mínima cantidad ***Xiphinema sp:*** que es un nemátodo ectoparásito, se alimenta a lo largo de la raíz, incluido el extremo. Especies de *Xiphinema* se alimentan del extremo de raíces produce síntomas similares a aquellos causados por otros nemátodos que se alimentan del tejido cortical (desintegración de la corteza), aquellos que se alimentan del extremo de la raíz producen muy diferentes síntomas, incluido agallas en el extremo de la raíz y atrofia. Muchas especies de este nemátodo tienen un amplio rango de hospederos.

En el Sitio 1 los nemátodos de mayor presencia correspondieron a *Helicotylenchus sp* y *Hemicycliophora sp*, por su parte en el Sitio 2, se presentaron todos los tipos de nemátodos antes mencionados, que en su mayoría fueron en menor cantidad que en los otros Sitios. Cabe destacar, que este Sitio fue el único en el cual fue detectado *Xiphinema sp*. Con respecto al Sitio 4, el nemátodo de mayor incidencia fue *Hemicycliophora sp*, que a su vez, fue el Sitio con mayor índice de esta especie. En el Sitio 5, el nemátodo que se presentó con la mayor incidencia en las muestras de suelo, correspondió a *Meloidogyne sp*. En todos los Sitios evaluados, se evidenció presencia de *Pratylenchus sp* y *Paratylenchus sp*, como a su vez nemátodos saprófitos, en a lo menos una de las muestras de suelo analizadas.

Con respecto a los resultados obtenidos en el Sitio 3, que se analizó el substrato utilizado por el agricultor para la producción de plántulas (almácigo) en bandejas, previo a someterlo a vaporización, post vaporización y posterior a la aplicación de bromuro de metilo por parte del mismo agricultor. En el substrato pre aplicación sólo se detectó presencia de nemátodos saprófitos, post vaporización se mantuvo la presencia de algunos nemátodos saprófitos, no así en el substrato sometido a bromuro de metilo por parte del agricultor, que se detectó 1 ejemplar de *Meloidogyne sp* y 1 ejemplar de *Pratylenchus sp*, por cada 50 gramos de substrato (promedio de tres repeticiones, metodología análisis nematológico). La presencia de estos nemátodos fitopatógenos, se puede "deber" a una contaminación con los implementos utilizados para remover y ventilar el substrato post aplicación.

4. 4. 2. Recuento de Nódulos en Raíces.

En el recuento de raíces, que se realizó para los Sitios 1 y 5, durante enero, los resultados promedio se presentan en la Figura 17. En el Sitio 5, se obtuvo los mayores recuentos de nódulos, expresado como nódulos por kilo de raíces. Cabe destacar que la cantidad de nódulos en las raíces obtenidas en el Sitio 5 es muy representativa, demostrando el grave problema que existe en este Sitio con *Meloidogyne sp*, que posteriormente fue ratificado con los análisis nematológicos en muestras de suelo su presencia.

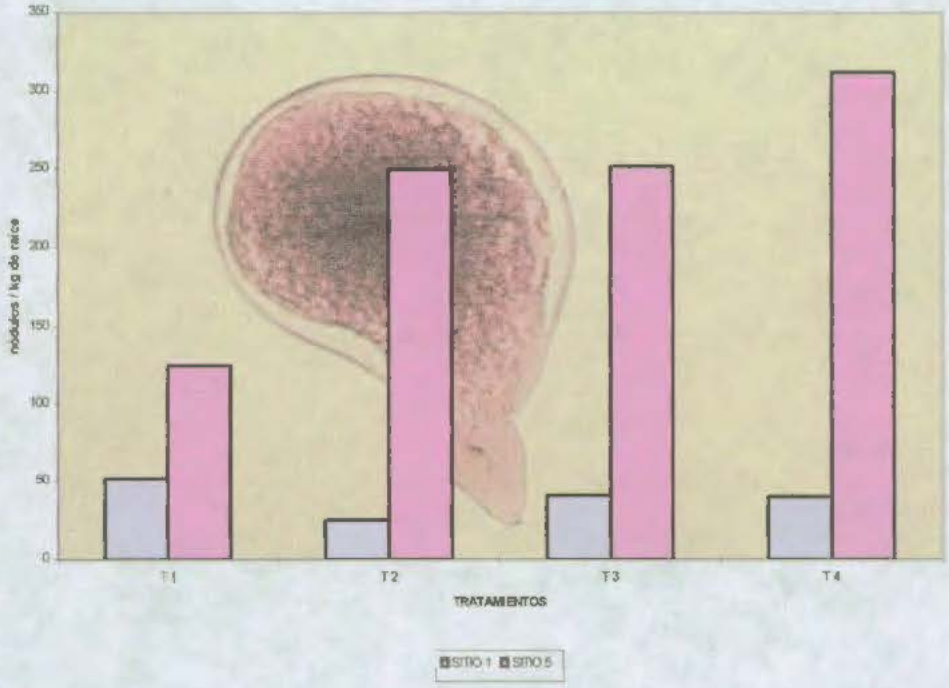


Figura 17. Recuento de Nódulos en Raíces en las Unidades de Validación 1 y 5

4. 5. Efectividad de los tratamientos en la desinfección de suelo. Primera Temporada (2004).

Los resultados obtenidos en desinfección de suelo en los Sitios de Validación, se han expresado en el porcentaje de control obtenido por los diferentes tratamientos sobre los distintos géneros de nemátodos inicialmente presentes. Durante el primer año (Cuadro 19), en el Sitio de Validación 1 la disminución obtenida por el tratamiento 1 (biofumigación), fue 94,9% para *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. y *Paratylenchus* spp. no así en *Helicotylenchus* spp., que existió un alza notable en el número de ejemplares El tratamiento 2 (vaporización), controló *Helicotylenchus* spp y no controló *Pratylenchus* spp. Incluso, el tratamiento 3 (bromuro de metilo), no fue eficiente para todos los tipos de nemátodos presentes en esta unidad de validación. Por los resultados obtenidos en el tratamiento testigo (sin aplicación), se puede inferir que existe una disminución natural de la población de *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp.

	Meloidogyne spp	*Helicotylenchus* spp	*Pratylenchus* spp	*Paratylenchus* spp	*Hemicycliophora* spp	*Xiphinema* spp
SITIO 1 (Colín)						
BIOFUMIGACIÓN	94,9	0,0	100,0	100,0	s/i	s/i
VAPORIZACIÓN	s/i	54,4	0,0	s/i	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	100,0	24,7	57,5	0,0	100,0	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	60,8	100,0	s/i	0,0	s/i	s/i
SITIO 2 (Colín)						
METAM SODIO	61,1	s/i	100,0	s/i	100,0	s/i
TRICHONATIVA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
BROMURO DE METILO	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	100,0	100,0	66,7	s/i	s/i	100,0
SITIO 4 (Unihue)						
METAM SODIO	33,3	100,0	0,0	100,0	s/i	s/i
BASAMID	s/i	100,0	100,0	s/i	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	0,0	23,5	0,0	0,0	s/i	s/i
SITIO 5 (Colín)						
BIOFUMIGACIÓN	90,9	86,7	0,0	100,0	100,0	s/i
VAPORIZACIÓN	100,0	100,0	100,0	s/i	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	100,0	100,0	100,0	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	96,3	84,0	0,0	11,1	s/i	s/i

Cuadro 19. Porcentaje de control de nemátodos en los tratamientos de desinfección de suelo. Sitios 1, 2, 4 y 5. Región del Maule. 2004.

En el Sitio de Validación 2, al analizar el tratamiento testigo (sin aplicación), nos indica que se produjo una disminución natural de la población, asociado seguramente al tipo de suelo que cuenta esta unidad de validación y la época en
agricultor, que se detectó 1 ejemplar de *Meloidogyne spp* y 1 ejemplar de

Pratylenchus spp, por cada 50 gramos de substrato (promedio de tres repeticiones). La presencia de estos nemátodos fitopatógenos, se puede "deber" a una contaminación con los implementos utilizados para remover y ventilar el substrato post aplicación.

En Sitio de Validación 4 la disminución obtenida por el tratamiento 2 (Dazomet) fue 100% para *Helicotylenchus* spp.,y *Pratylenchus* spp. En el tratamiento 1 (Metam sodio),

se produjo una disminución de la carga inicial de *Meloidogyne* spp. y 100% de control de *Helicotylenchus* spp y *Paratylenchus* spp, comparable con el control obtenido con el tratamiento 3 (bromuro de metilo). Por los resultados obtenidos en el tratamiento testigo (sin aplicación), se puede inferir que existe una disminución natural de la población de *Helicotylenchus* spp.

En el Sitio de Validación 5 la disminución obtenida por el tratamiento 2 (vaporización) y el tratamiento 3 (bromuro de metilo), fue 100% para *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., y *Pratylenchus* spp. En el tratamiento 1 (biofumigación), se produjo una disminución de la carga inicial de *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp, y no así en *Pratylenchus* spp., que existió un alza en el número de ejemplares sp. A su vez, controló 100% *Paratylenchus* spp y *Hemicycliophora* spp. Por los resultados obtenidos en el tratamiento testigo (sin aplicación), se puede inferir que existe una disminución natural de la población de *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp y *Paratylenchus* spp.

4. 6. Efectividad de los tratamientos en el control de hongos. Temporada 2004.

El porcentaje de control obtenido durante la primera temporada, para los hongos determinados previamente en las muestras de suelo, se detalla en el Cuadro 20.

En cuanto a *Botrytis* sp., en el Sitio de Validación 1, se obtuvo un control del 83,9 y 83,1 % en el tratamiento 2 (vaporización) y tramiento1 (biofumigación), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 97,6%. En el control de *Alternaria* sp. ambos tratamientos no tuvieron efecto. Con respecto a *Phytophthora* sp. el control fue 76,6% y 64,5%, respectivamente. El control de *Fusarium* sp., obtuvo valores similares, del orden del 76,7 y 62,3%. Cabe destacar, que ambos tratamientos favorecieron la aparición de *Trichoderma* sp. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 89,8% por la biofumigación (tratamiento 1), no así por la vaporización(tratamiento 2), donde se alcanzó un efecto sólo del 7,6% de control.

En Sitio de Validación 2, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 96,6 y 97,7 % en el tratamiento 2 (Trichonativa) y tramiento1 (Metam sodio), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 96,9%. En el control de *Alternaria* sp. ambos tratamientos tuvieron mejor efecto, que la aplicación de bromuro de metilo, con porcentajes de control de 97,4 y 79%, respectivamente. En relación a *Phytophthora* sp. el control ejercido por el tratamiento 1 (metam sodio) fue el mayor a cualquiera de los

	BIOFUMIGACIÓN	VAPORIZACIÓN	BASAMID	TRICHONATIVA	METAM SODIO	BROMURO DE METILO	TESTIGO
		Botrytis sp					
SITIO 1	83,1	83,9	NC	NC	NC	97,6	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	96,6	97,7	96,9	0,0
SITIO 4	NC	NC	99,8	NC	99,1	93,6	0,0
SITIO 5	85,5	99,9	NC	NC	NC	87,0	0,0
		Alternaria sp					
SITIO 1	0,0	0,0	NC	NC	NC	85,3	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	97,4	79,0	0,0	0,0
SITIO 4	NC	NC	100,0	NC	99,9	99,9	0,0
SITIO 5	0,0	79,5	NC	NC	NC	9,8	0,0
		Phytophthora sp					
SITIO 1	64,5	76,6	NC	NC	NC	98,9	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	46,7	97,0	94,0	0,0
SITIO 4	NC	NC	98,8	NC	87,5	86,7	0,0
SITIO 5	98,7	88,9	NC	NC	NC	98,7	0,0
		Fusarium sp					
SITIO 1	62,3	76,7	NC	NC	NC	98,9	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	99,8	99,4	99,9	0,0
SITIO 4	NC	NC	96,4	NC	100,0	98,1	0,0
SITIO 5	45,0	67,6	NC	NC	NC	100,0	0,0
		Cladosporium sp					
SITIO 1	89,8	7,6	NC	NC	NC	98,7	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	69,2	97,9	99,5	0,0
SITIO 4	NC	NC	98,9	NC	49,5	98,5	0,0
SITIO 5	79,2	45,0	NC	NC	NC	98,0	0,0

NC: No Corresponde

Cuadro 20. Porcentaje de control de cinco hongos en los diferentes tratamientos. Región del Maule. 2004.

tratamientos. El control de *Fusarium* sp., fue bueno, si lo analizamos desde el punto que la carga inicial era baja. Ambos tratamientos tuvieron efecto sobre *Trichoderma* sp, para el caso especifico del tratamiento 2, que el producto es una mezcla de cepas de *Trichoderma* spp, por un asunto de competencia, provocó la disminución. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 97,9% por el metam sodio (tratamiento 1), no así por el tratamiento 2 (Trichonativa), que alcanzó su control al 69,2%.

En Sitio de Validación 3, las muestras del substrato tanto pre tratamiento como post tratamiento, no se detectó presencia de agentes fitopatógenos, sólo se encontró hongos saprófitos.

En Sitio de Validación 4, lo referente a *Pyrenochaeta* sp y *Verticillium* sp. aparecieron en pocas muestras pre tratamiento. En cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 99,8 y 99,1 % en el tratamiento 2 (Dazomet) y tramiento1 (Metam sodio), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 93,6%. En el control de *Alternaria* sp. ambos tratamientos tuvieron un 100%, al igual que la aplicación de bromuro de metilo.

En relación a *Phytophthora* sp. el control ejercido por el tratamiento 1 (Metam sodio) fue superior al del tratamiento 3 (bromuro de metilo) e inferior al tratamiento 2 (Dazomet), que ejerció un control del 98,8%. El control de *Fusarium* sp., fue bueno, si lo analizamos desde el punto que la carga inicial era baja, en dos de los tratamientos. Ambos tratamientos tuvieron efecto sobre *Trichoderma* sp., con un comportamiento igual al tratamiento 3 (bromuro de metilo). *Cladosporium* sp., fue controlado en un 49,5% por el Metam sodio (tratamiento 1), obteniéndose con el tratamiento 2 (Dazomet) un porcentaje similar al del bromuro de metilo.

En el Sitio de Validación 5, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 99,9% y 85,5 % en el tratamiento 2 (vaporización) y tratamiento 1 (biofumigación), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 87%. En el control de *Alternaria* sp. el tratamiento 1 (biofumigación) no tuvo efecto, el caso del tratamiento 2 (vaporización) se visualiza con un muy buen efecto, pero la carga inicial de inoculo en las parcelas donde se ubicó, fue baja con respecto a los otros tratamientos. Con respecto a *Phytophthora* sp. el control fue 98,7% y 88,9%, para el tratamiento 1 y 2, respectivamente, control similar al tratamiento 3 (bromuro de metilo). El control de *Fusarium* sp., obtuvo valores del 45 y 67,6%, donde el bromuro de metilo obtuvo un 100% de eficiencia. Ambos tratamientos favorecieron la aparición de Trichoderma sp. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 79,2% por la biofumigación (tratamiento 1), no así por la vaporización (tratamiento 2), donde se alcanzó un efecto sólo del 45% de control.

4.7. Resultados de la temporada 2005.

4. 7. 1. Resultados de las evaluaciones en almácigos

4.7.1.1 Unidad de validación 1 (Cesar Cáceres)

En el Cuadro 21 y 22 se muestran los resultados del conteo de plantas emergidas efectuadas el 18 de mayo y el 6 de junio respectivamente, se sembraron 200 semillas por parcela.

El primer cuadro muestra una significativa disminución de la emergencia de plantas en los tratamientos con biofumigación, al igual que los resultados de la temporada anterior que presentaron el mismo problema. Esto indica que persiste el efecto fumigante que afecta la germinación de las semillas que se quieren establecer. En el caso del tratamiento Metam sodio más Trichoderma presentó un porcentaje promedio significativamente menor de germinación que el tratamiento con bromuro de metilo. El tratamiento testigo presentó un promedio menor de plantas que el tratamiento con bromuro de metilo, y fue necesario efectuar limpias manuales para evitar la competencia de las malezas.

El Cuadro 22 muestra que se recupero en parte el porcentaje de germinación del tratamiento con biofumigación, pero fue significativamente menor que el tratamiento con Metam sodio más Trichoderma y el con bromuro de metilo.

En el caso del Metam sodio más Trichoderma también se incremento el número de plantas no presentando diferencias significativas con el bromuro de metilo.

En el seguimiento de las plantas efectuado en bolsas no se produjeron reducciones significativas, aunque si se puedo apreciar una diferencia en la calidad de las plantas como se observa en la Foto 13. Al comparar los tratamientos de Biofumigación y Metam sodio, con el resto de los tratamientos, estos presentaron un color verde más intenso y además libre de maleza.

I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto que se ejecuto en Colín, comuna de Maule, VII Región, tuvo como como objetivo principal, mejorar la rentabilidad y competitividad de los productores de tomates en invernaderos, mediante la introducción de sistemas de desinfección de suelo en almácigos y cultivo de tomate bajo invemadero, alternativos al Bromuro de Metilo (BrMe) para el control de hongos y nematodos.

El proyecto se realizo de acuerdo a la planificación efectuada, con la participación activa de los productores, tanto de los que se comprometieron con el establecimiento de las unidades de validación en sus predios, como aquellos que participaron en los eventos de capacitación y difusión, programados.

Los resultados de los rendimientos medidos en la producción de tomate durante la temporada 2004 y 2005, mostraron que se puede incrementar la producción de este cultivo con la desinfección de suelos. El mayor impacto se alcanza en la producción de tomate de primera, lo cual a su vez se traduce en mejores precios alcanzados por el agricultor, significando una mayor rentabilidad del cultivo.

Entre las evaluaciones realizadas a los distintos tratamientos de desinfección de suelos, para la plantación de tomate bajo invernadero, se encontró que el uso de metam sodio, alternativa química al bromuro de metilo, presentaba niveles ligeramente menores a la producción de tomate al bromuro de metilo, lo cual demuestra que es una alternativa viable de ser usada. Sin embargo, el uso de este producto, complementado con aplicaciones posteriores de Trichoderma, mostró claramente niveles de producción similares, e incluso mayores, a las producciones alcanzadas con bromuro de metilo.

Una alternativa orgánica, al bromuro de metilo, evaluada en la producción de tomate bajo invernadero, fue la biofumigación. Al medir la efectividad de los distintos tratamientos de desinfección de suelo, se encontró que en la biofumigación, cuando se emplea material proveniente de crucíferas, se alcanza una efectividad del 100% para el control del nematodo *Hemicycliophora* sp, *Meloidogyne sp, Helicotylenchus* sp., *Pratylenchus* sp. y *Paratylenchus* sp.

Los resultados de las evaluaciones en almacigos, en los tratamientos con biofumigación, en ambas temporadas evaluadas, mostraron que persisten efectos fumigantes en el suelo que afectaron la germinación de la semilla, por lo que sólo se recomienda esta técnica para la desinfección de suelo en plantación.

El uso del vapor en la desinfección de sustrato para la producción de plantines en bandeja, al igual que en la temporada pasada, mostró un efecto significativo en la

Cuadro 21. Número de plantas emergidas por parcela y (%de emergencia). 18 de mayo 2005.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1: Biofumigación	92 (46)	97 (48,5)	82 (41)	59 (29,5)	**82,5 (41,3) c**
T2: Metam sodio + trichoderma.	168 (84)	164 (82)	166 (83)	164 (82)	**165,5 (82,8) b**
T3: Bromuro de Metilo	192 (96)	PP	180 (90)	184 (92)	**185,3 (92,7) a**
T4: Testigo	149 (74,5)	155 (77,5)	161 (80,5)	158 (79,9)	**155,8 (77,9) b**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

Cuadro 22. Número de plantas emergidas por parcela y (%de emergencia). 6 de junio 2005.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	PROMEDIO
T1: Biofumigación	135 (67,5)	127 (63,5)	151 (75,5)	158 (79)	**142,8 (71,4) b**
T2: Metam sodio + trichoderma.	187 (93,5)	183 (91,5)	181 (90,5)	180 (90)	**182,8 (91,4) a**
T3: Bromuro de Metilo	192 (96)	PP	186 (93)	187 (93,5)	**188,3 (94,2) a**
T4: Testigo	151 (75,5)	153 (76,5)	163 (81,5)	153 (75,5)	**155 (77,5) b**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto que se ejecuto en Colín, comuna de Maule, VII Región, tuvo como como objetivo principal, mejorar la rentabilidad y competitividad de los productores de tomates en invernaderos, mediante la introducción de sistemas de desinfección de suelo en almácigos y cultivo de tomate bajo invernadero, alternativos al Bromuro de Metilo (BrMe) para el control de hongos y nematodos.

El proyecto se realizo de acuerdo a la planificación efectuada, con la participación activa de los productores, tanto de los que se comprometieron con el establecimiento de las unidades de validación en sus predios, como aquellos que participaron en los eventos de capacitación y difusión, programados.

Los resultados de los rendimientos medidos en la producción de tomate durante la temporada 2004 y 2005, mostraron que se puede incrementar la producción de este cultivo con la desinfección de suelos. El mayor impacto se alcanza en la producción de tomate de primera, lo cual a su vez se traduce en mejores precios alcanzados por el agricultor, significando una mayor rentabilidad del cultivo.

Entre las evaluaciones realizadas a los distintos tratamientos de desinfección de suelos, para la plantación de tomate bajo invernadero, se encontró que el uso de metam sodio, alternativa química al bromuro de metilo, presentaba niveles ligeramente menores a la producción de tomate al bromuro de metilo, lo cual demuestra que es una alternativa viable de ser usada. Sin embargo, el uso de este producto, complementado con aplicaciones posteriores de Trichoderma, mostró claramente niveles de producción similares, e incluso mayores, a las producciones alcanzadas con bromuro de metilo.

Una alternativa orgánica, al bromuro de metilo, evaluada en la producción de tomate bajo invernadero, fue la biofumigación. Al medir la efectividad de los distintos tratamientos de desinfección de suelo, se encontró que en la biofumigación, cuando se emplea material proveniente de crucíferas, se alcanza una efectividad del 100% para el control del nematodo *Hemicycliophora* sp, *Meloidogyne sp, Helicotylenchus* sp., *Pratylenchus* sp. y *Paratylenchus* sp.

Los resultados de las evaluaciones en almacigos, en los tratamientos con biofumigación, en ambas temporadas evaluadas, mostraron que persisten efectos fumigantes en el suelo que afectaron la germinación de la semilla, por lo que sólo se recomienda esta técnica para la desinfección de suelo en plantación.



Foto 13. Comparación visual de los tratamientos en los invernaderos de Sr. Cesar Cáceres.

2.7.1.2 Unidad de validación 3 (Gustavo Miranda)

Desde el Cuadro 23 al cuadro 25 se muestran las evaluaciones efectuadas en la emergencia de las plantas en bandejas.

Al igual que la temporada pasada solo se presentaron diferencias significativas en la segunda medición mostrado la tendencia que el sustrato que fue tratado con vapor la emergencia demoró un poco menos llegando al final a presentar un promedio significativamente mayor que el tratamiento con Bromuro de metilo. El sustrato sin tratamiento aunque presentó un porcentaje de germinación similar al resto de los tratamientos, la calidad de las plantas fue notoriamente deficiente, y finalmente fueron desechadas por el productor por no asegurar el correcto establecimiento de las plantas. Esta diferencia fue apreciada por lo asistentes al día de campo como se observa en la Foto 14.

La Foto 15 muestra la notable diferencia entre plantas tratadas con vapor más Trichoderma versus el testigo.

I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto que se ejecuto en Colín, comuna de Maule, VII Región, tuvo como como objetivo principal, mejorar la rentabilidad y competitividad de los productores de tomates en invernaderos, mediante la introducción de sistemas de desinfección de suelo en almácigos y cultivo de tomate bajo invernadero, alternativos al Bromuro de Metilo (BrMe) para el control de hongos y nematodos.

El proyecto se realizo de acuerdo a la planificación efectuada, con la participación activa de los productores, tanto de los que se comprometieron con el establecimiento de las unidades de validación en sus predios, como aquellos que participaron en los eventos de capacitación y difusión, programados.

Los resultados de los rendimientos medidos en la producción de tomate durante la temporada 2004 y 2005, mostraron que se puede incrementar la producción de este cultivo con la desinfección de suelos. El mayor impacto se alcanza en la producción de tomate de primera, lo cual a su vez se traduce en mejores precios alcanzados por el agricultor, significando una mayor rentabilidad del cultivo.

Entre las evaluaciones realizadas a los distintos tratamientos de desinfección de suelos, para la plantación de tomate bajo invernadero, se encontró que el uso de metam sodio, alternativa química al bromuro de metilo, presentaba niveles ligeramente menores a la producción de tomate al bromuro de metilo, lo cual demuestra que es una alternativa viable de ser usada. Sin embargo, el uso de este producto, complementado con aplicaciones posteriores de Trichoderma, mostró claramente niveles de producción similares, e incluso mayores, a las producciones alcanzadas con bromuro de metilo.

Una alternativa orgánica, al bromuro de metilo, evaluada en la producción de tomate bajo invernadero, fue la biofumigación. Al medir la efectividad de los distintos tratamientos de desinfección de suelo, se encontró que en la biofumigación, cuando se emplea material proveniente de crucíferas, se alcanza una efectividad del 100% para el control del nematodo *Hemicycliophora* sp, *Meloidogyne sp, Helicotylenchus* sp., *Pratylenchus* sp. y *Paratylenchus* sp.

Los resultados de las evaluaciones en almacigos, en los tratamientos con biofumigación, en ambas temporadas evaluadas, mostraron que persisten efectos fumigantes en el suelo que afectaron la germinación de la semilla, por lo que sólo se recomienda esta técnica para la desinfección de suelo en plantación.

Cuadro 23. Plantas por bandeja y porcentaje de emergencia (%). 28 de mayo 2005.

Tratamientos	Repeticiones				PROMEDIO
	R1	R2	R3	R4	
T1: Vapor	127 (94,1)	127 (94,1)	123 (91,1)	128 (94,8)	**126, 3 (93,6) a**
T2: Vapor + Trichoderma	131 (97)	121 (89,6)	124 (91,9)	120 (88,9)	**124 (91,9) a**
T3: Bromuro de metilo	118 (87,4)	125 (92,6)	116 (85,9)	122 (90,4)	**120,3 (89,1) a**
T4: Sustrato sin tratar	125 (92,6)	130 (96,3)	116 (85,9)	119 (88,2)	**122,5 (90,7) a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

Cuadro 24. Plantas por bandeja y porcentaje de emergencia (%). 6 de junio de 2005.

Tratamientos	Repeticiones				PROMEDIO
	R1	R2	R3	R4	
T1: Vapor	132 (97,8)	134 (99,3)	132 (97,8)	132 (97,8)	**132,5 (98,2) a**
T2: Vapor + Trichoderma	134 (99,3)	127 (94,1)	126 (93,3)	128 (94,8)	**128,8 (95,4) ab**
T3: Bromuro de metilo	125 (92,6)	125 (92,6)	127 (85,9)	129 (95,6)	**126,5 (93,7) b**
T4: Sustrato sin tratar	130 (96,3)	132 (97,8)	128 (94,8)	126 (93,3)	**129 (95,6) ab**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

Cuadro 25. Plantas por bandeja y porcentaje de emergencia (%). 1 de julio 2005.

Tratamientos	Repeticiones				PROMEDIO
	R1	R2	R3	R4	
T1: Vapor	130 (96,3)	133 (98,5)	131 (97)	133 (98,5)	**131,8 (97,6) a**
T2: Vapor + Trichoderma	134 (99,3)	124 (91,9)	128 (94,8)	126 (93,3)	**128 (94,8) ab**
T3: Bromuro de metilo	123 (91,1)	124 (91,9)	121 (89,6)	128 (94,8)	**124 (91,9) b**
T4: Sustrato sin tratar	130 (96,3)	131 (97)	127 (85,9)	126 (93,3)	**128,5 (95,2) ab**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					



Foto 14. Visita de los productores en el día de campo al ensayo de producción de plantas en bandejas. 7 de julio del 2005.



Foto 15. A la izquierda bandeja con plantas tratadas con vapor mas trichoderma y a la derecha el sustrato sin tratamiento.

2.7.1.3 Unidad de validación 2 (Sr. José Moya)

En el cuadro 26 y 27 se muestra la evaluación de las plantas emergidas en los almácigos.

De acuerdo a estos resultados se observa una reducción significativa de plantas con respecto a la desinfección con bromuro de metilo para los tratamientos en que se utilizo Metam sodio, posiblemente estuvo asociado a las bajas temperatura de este año, que pudieron tener un efecto en la persistencia del producto a pesar de la ventilación realizada.

Luego se efectuó un raleo de plantas y se dejaron 100 plantas por parcela, los resultados de la medición de plantas vivas efectuadas después de 19 días se muestran en el Cuadro 28.

De acuerdo al análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, no obstante en promedio el tratamiento testigo sufrió una mayor pérdida de plantas.

Cuadro 26. Número de plantas emergidas por parcela y (%de emergencia). 30 de mayo 2005.

Tratamientos	Repeticiones				PROMEDIO
	R1	R2	R3	R4	
T1: Metam Sodio	156 (78)	128 (64)	140 (70)	133 (73,5)	**142,8 (71,4) b**
T2: Metam Sodio + Trichoderma	160 (80)	138 (69)	152 (76)	127 (63,5)	**144,3 (72,2) b**
T3: Bromuro de metilo	175 (87,5)	178 (89)	180 (90)	186 (93)	**179,8 (89,9) a**
T4: Testigo	137 (68,5)	133 (66,5)	143 (71,5)	140 (70)	**138,3 (69,2) b**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

Cuadro 27. Número de plantas emergidas por parcela y (%de emergencia). 6 de junio 2005.

Tratamientos	Repeticiones				PROMEDIO
	R1	R2	R3	R4	
T1: Metam Sodio	158 (79)	123 (61,5)	135 (67,5)	157 (78,5)	**143,3 (71,7) b**
T2: Metam Sodio + Trichoderma	166 (83)	146 (73)	151 (75,5)	128 (63,5)	**147,8 (73,9) b**
T3: Bromuro de metilo	186 (93)	182 (91)	180 (89,5)	186 (93)	**183,3 (91,7) a**
T4: Testigo	139 (69,5)	141 (70,5)	151 (75,5)	154 (77)	**146,3 (73,2) b**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

Cuadro 28. Número de plantas vivas después de 19 días. 1 de julio 2005.

Tratamientos	Repeticiones				PROMEDIO
	R1	R2	R3	R4	
T1: Metam Sodio	97	95	99	93	**96 a**
T2: Metam Sodio + Trichoderma	98	100	100	94	**98 a**
T3: Bromuro de metilo	97	100	100	97	**98,5 a**
T4: Testigo	95	84	100	89	**92 a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

2.7.1.4 Unidad de validación 4 (Luis Cañete)

En el Cuadro 29 se muestran los resultados de la evaluación de emergencia de plantas efectuada el 20 de junio.

De acuerdo con estos resultados se pudo apreciar que todos los tratamientos presentaron una drástica reducción de plantas emergidas atribuibles principalmente un efecto de bajas temperaturas, dado que este sector se encuentra ubicado en una zona de temperaturas más bajas.

2.7.2. Medición de altura de plantas.

La Figura 18 muestra el efecto en el crecimiento de las plantas de los distintos tratamientos utilizados en la unidad de validación N° 1 (Cesar Cáceres). Se observa que los distintos tratamientos de desinfección de suelos alcanzaron, al 18 de noviembre una altura promedio superior a los 160 cm., en comparación al testigo que no superó los 150 cm. Los mejores tratamientos fueron bromuro de metilo, y trichoderma más metam sodio, con 174 y 169 cm. de altura promedio, respectivamente.

En la figura 19 se muestran los resultados obtenidos en la Unidad de Validación N° 5 (Pablo Araya). Se observa que el ataque de la bacteria del género *Pseudomona*, que afectó el desarrollo de las plantas, no permitiendo que los tratamientos de desinfección de suelo expresaran su potencial con respecto al crecimiento de ellas.

Cuadro 29. Número de plantas emergidas por parcela y (%de emergencia). 20 de junio.

Tratamientos	Repeticiones				PROMEDIO
	R1	R2	R3	R4	
T1: Metam Sodio	57 (47,5)	61 (50,8)	32 (26,7)	48 (40)	**49,5 (41,3) a**
T2: Metam Sodio + Trichoderma	47 (83)	50 (41,7)	53 (44,2)	23 (19,2)	**43,3 (36) a**
T3: Bromuro de metilo	34 (28,3)	49 (40,8)	31 (25,8)	48 (40)	**40,5 (33,8) a**
T4: Testigo	49 (40,8)	51 (42,5)	25 (20,8)	53 (44,2)	**44,5 (37,1)a**
Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05					

En la figura 20 se muestran los resultados obtenidos en la Unidad de Validación Nº 2. (José Moya). En el ensayo de esta Unidad de Validación, a diferencia de las otras tres Unidades que se incluyen en este proyecto, se hizo evaluaciones de distintas alternativas al bromuro de metilo en almácigo. Una vez obtenidas las



Figura 18 Crecimiento de plantas de Tomate-Invernadero bajo distintos tratamientos de desinfección de suelos. Predio Sr. Cesar Cáceres. Colín, año 2005

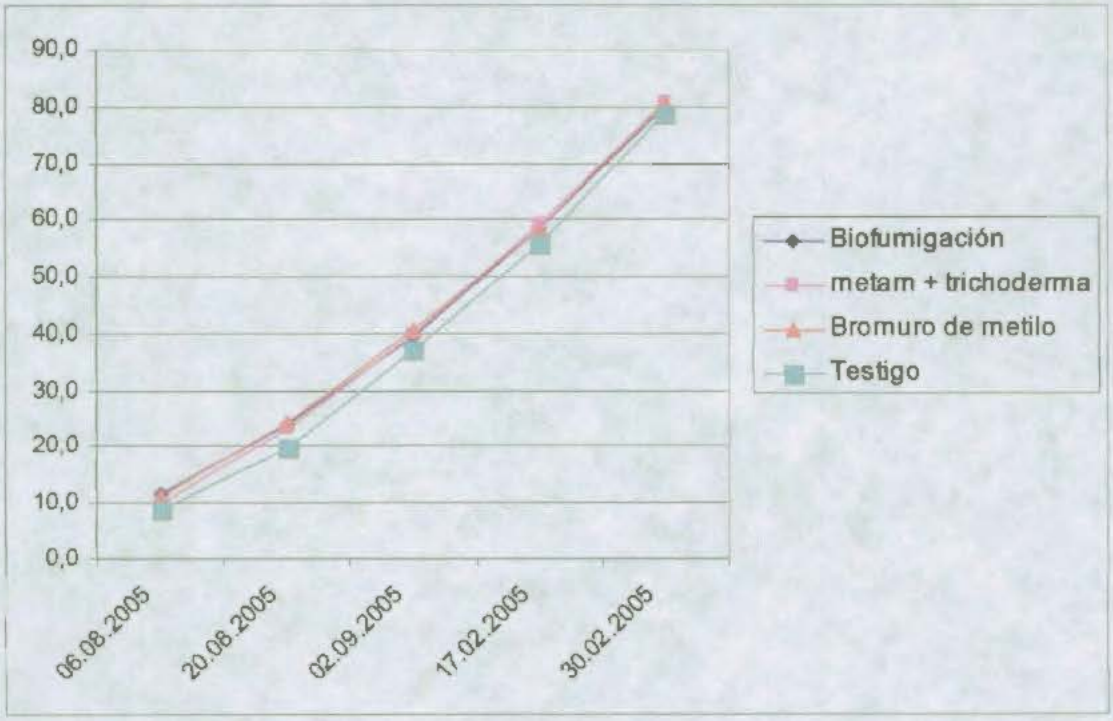


Figura 19. Crecimiento de plantas de Tomate-Invernadero bajo distintos tratamientos de desinfección de suelos. Predio Sr. Pablo Araya, Colín, año 2005.

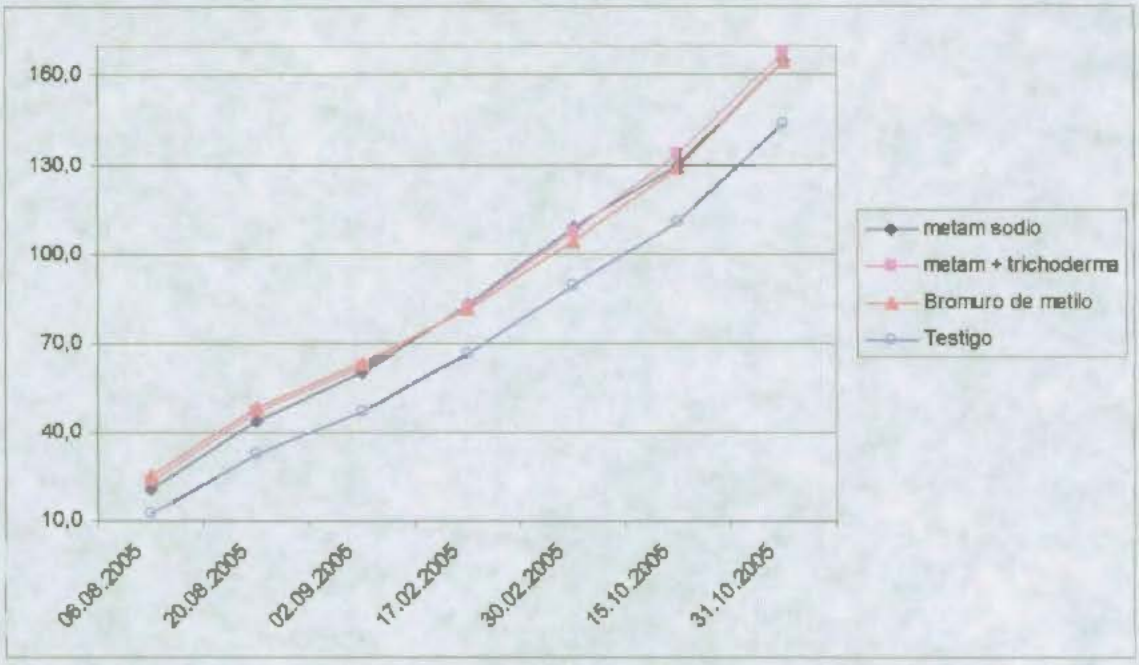


Figura 20. Crecimiento de plantas de Tomate-Invernadero bajo distintos tratamientos de desinfección de suelos. Predio JSr. osé Moya, Colín, año 2005.

plantas de cada uno de los tratamientos, estas se establecieron en la plantación de la Unidad Demostrativa que evaluaba el efecto de los distintos tratamientos. Eso se ve reflejado en la figura 20, donde desde un comienzo se aprecio en las plantas una diferencia en altura, entre el testigo y los distintos tratamientos de desinfección de suelos.

En la figura 21 se muestran los resultados obtenidos en la Unidad de Validación N° 4. (Luis Cañete), agricultor del sector de Unihue. Se aprecia que al día 31 de octubre, día del desbrote del crecimiento apical, los mejores tratamientos en altura de crecimiento de las plantas de tomate es metam sodio y metam sodio más trichodermas, siendo distintos al bromuro de metilo y testigo. El testigo en blanco (sin aplicación de producto), alcanzó la menor altura en crecimiento de plantas de tomate.

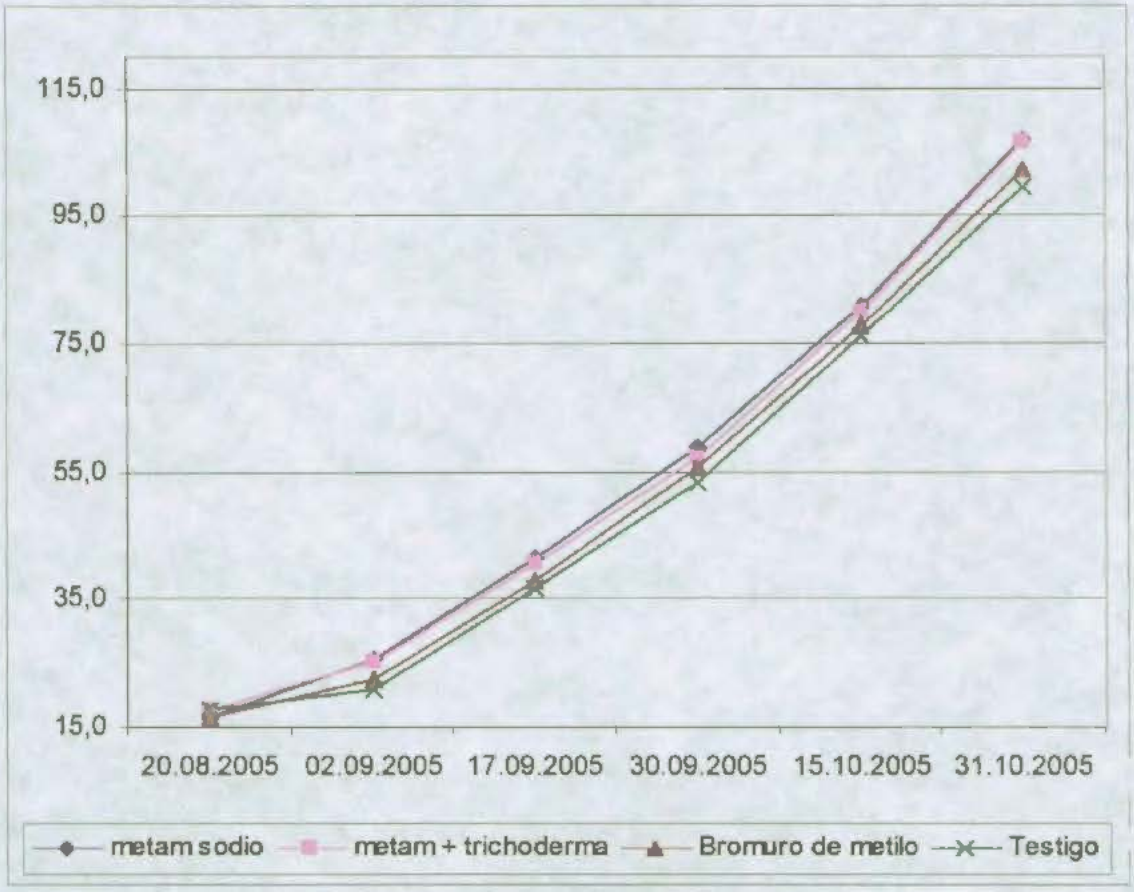


Figura 21. Crecimiento de plantas de Tomate-Invernadero bajo distintos tratamientos de desinfección de suelos. Predio Sr.Luis Cañete, Unihue, 2005.

2. 7. 3. Producción de tomates.

El Cuadro 30 muestra los resultados acumulados de la cosecha de tomates efectuada en el periodo considerado en la unidad de validación N° 1 de Cesar Cáceres.

Cuadro 30. Resultados producción de tomates Cesar Cáceres (Kg/m^2). Medición efectuada desde el viernes 4 de noviembre al lunes 2 de enero 2006

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 BIOFUMIGACIÓN	T2 METAMSODIO +TRICHODERMAS	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	7,36ab	7,08ab	9,52 a	5,48 b
SEGUNDA	2,48 a	2,46a	2,60a	2,33a
PRIMERA + SEGUNDA	**9,84 ab**	**9,54 ab**	**12,12 a**	**7,81 b**
TERCERA	2,16 a	2,32 a	1,80 b	2,26 a
CUARTA	1,26 a	1,45 a	1,21 a	1,48 a
TERCERA + CUARTA	**3,42 a**	**3,77a**	**3,00 b**	**3,73 a**
TOTAL	**13,25 ab**	**13,31 ab**	**15,12 a**	**11,54 b**
ROSCO	0,99	1,40	2,89	0,68
MALO	0,07	0,07	0,13	0,04
ROSCO + MALO	1,06	1,47	3,02	0,72

Nota: cifras seguidas de una misma letra, no indican diferencias estadísticamente significativas. Duncan < 0,05

Según los valores medios mostrados en el Cuadro 30 y de acuerdo a los análisis estadísticos realizados, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de biofumigación y metam sodio más trichodermas con respecto al tratamiento con bromuro de metilo. Si existieron diferencias significativas entre el testigo y los distintos tratamientos de desinfección de suelos.

El cuadro 31 muestra los resultados acumulados de la cosecha de tomates efectuada en el periodo considerado en la unidad de validación N° 2 de José Moya, obtenidos de acuerdo a la clasificación de categoría de cosecha y comercialización, y obtenidos en una mesa de 10 m de largo. Se destaca que la diferencia en producción acumulada entre el testigo y el tratamiento Metam sodio + trichoderma para la suma de la categoría 1 y 2 que se comercializan juntas fue de un 12%. Y en cuanto a la producción total de un 8,7%. Destacándose de este modo también un efecto en la calidad de lo cosechado ya que la relación primera + segunda versus la producción total para el tratamiento metam sodio + trichoderma fue de un 70%.

En el Cuadro 32 se muestran lo precios obtenidos para las diferentes categorías de tomate en las distintas fechas de cosecha. De acuerdo a esta información se puede observar que el precio vario desde $ 8.200 hasta $2.200 el 5 de enero. De esta

Cuadro 31. Resultados producción de tomates José Moya (Kg./m^2). Medición efectuada desde el viernes 21 de octubre al jueves 5 de enero del 2006.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 METAMSODIO	T2 METAMSODIO + TRICHODERMA	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	6,11 ab	6,34 ab	6,76 a	5,36 b
SEGUNDA	4,34 a	4,41 a	4,21 a	4,22 a
PRIMERA + SEGUNDA	**10,45 ab**	**10,74 ab**	**10,97 a**	**9,58 b**
TERCERA	2,80 a	2,70 a	2,67 a	2,79 a
CUARTA	1,91 a	1,90 a	1,69 a	1,73 a
TERCERA + CUARTA	**4,71 a**	**4,60 a**	**4,37 a**	**4,53 a**
TOTAL	**15,16 a**	**15,34 a**	**15,34 a**	**14,11 b**
ROSCO	0,28	0,11	0,27	0,22
MALO	0,34	0,46	0,48	0,28
ROSCO + MALO	0,62	0,57	0,75	0,50

manera el efecto del tratamiento es más relevante cuando se incluye en la comparación el efecto del precio con respecto a la producción.

En la Figura 22 se muestran los pesos promedio obtenidos en diferentes eventos de cosecha efectuadas entre el 21 de octubre y el 25 de noviembre del 2005, para la categoría primera. En ellos se puede observar que el tratamiento Metamsodio + trichoderma se mantuvo en la mayoría de las evaluaciones por encima de la producción obtenida con el testigo. Se muestra también una grafica de la variación del precio del cajón de tomate en las distintas fechas de evaluación.

En la Figura 23 se muestra el efecto de los diferentes tratamientos en la producción acumulada de la categoría primera. En ellos se puede verificar que la diferencia entre el testigo y el tratamiento metam sodio + trichoderma, para el periodo considerado, alcanzo a un 35%. Si esto se relaciona con el ingreso bruto acumulado obtenido a esa misma fecha se llega a una diferencia de un 36%.

Cuadro 32. Precio promedio del cajón logrado para diferentes fechas de cosecha ($). Informante José Moya. (Cajón contiene en promedio 18 Kg. De Tomate)

FECHA	PRIMERA + SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	ROSCO
21-10-2005	8.200	7.300	5.000	4.500
25-10-2005	7.900	7.200	4.500	4.300
28-10-2005	7.900	7.000	4.500	4.200
31-10-2005	7.500	6.500	4.000	4.200
Pr. Octubr.	**7.875**	**7.000**	**4.500**	**4.300**
04-11-2005	8.500	7.900	4.900	4.200
08-11-2005	8.200	7.000	4.500	4.200
11-11-2005	8.200	7.000	4.500	4.500
14-11-2005	6.000	5.000	2.700	2.200
1 Quin. Novi.	**7.725**	**6.725**	**4.150**	**3.775**
18-11-2005	4.500	4.000	2.000	1.500
21-11-2005	4.000	3.000	2.200	1.300
25-11-2005	4.000	3.000	1.900	1.300
2 Quin. Nov.	**4.167**	**3.333**	**2.033**	**1.367**
01-12-2005	2.900	2.300	1.000	1.200
05-12-2005	4.000	3.700	2.000	1.700
08-12-2005	3.900	3.300	1.700	1.700
12-12-2005	3.800	3.100	1.500	1.500
1 Quin. Dic.	**3.650**	**3.100**	**1.550**	**1.525**
17-12-2005	4.800	4.200	2.100	2.000
21-12-2005	4.000	3.000	2.000	1.000
24-12-2005	3.500	2.700	nsv	nsv
27-12-2005	3.800	3.000	nsv	nsv
30-12-2005	3.000	2.300	1.200	1.000
2 Quin Dic.	**3.820**	**3.040**	**1.766**	**1.333**
05-01-2006	2.200	1.500	700	nsv

nsv = No se vendió tomate de la categoría respectiva

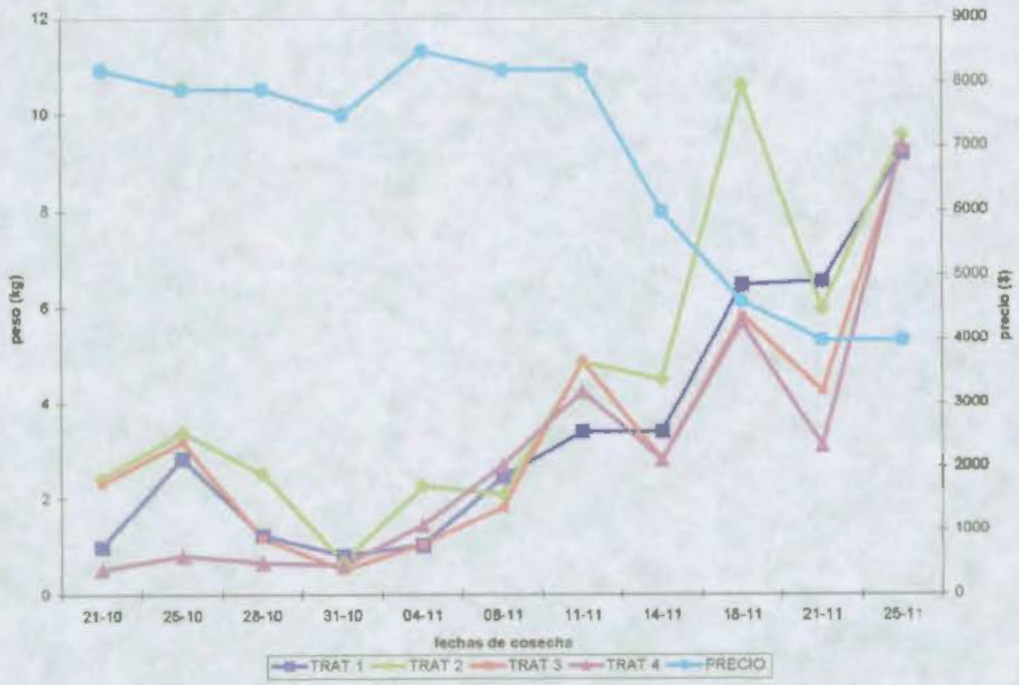


Figura 22. Comparación de la producción obtenida entre tratamientos durante los meses de octubre a noviembre del 2005, para la categoría de cosecha primera.

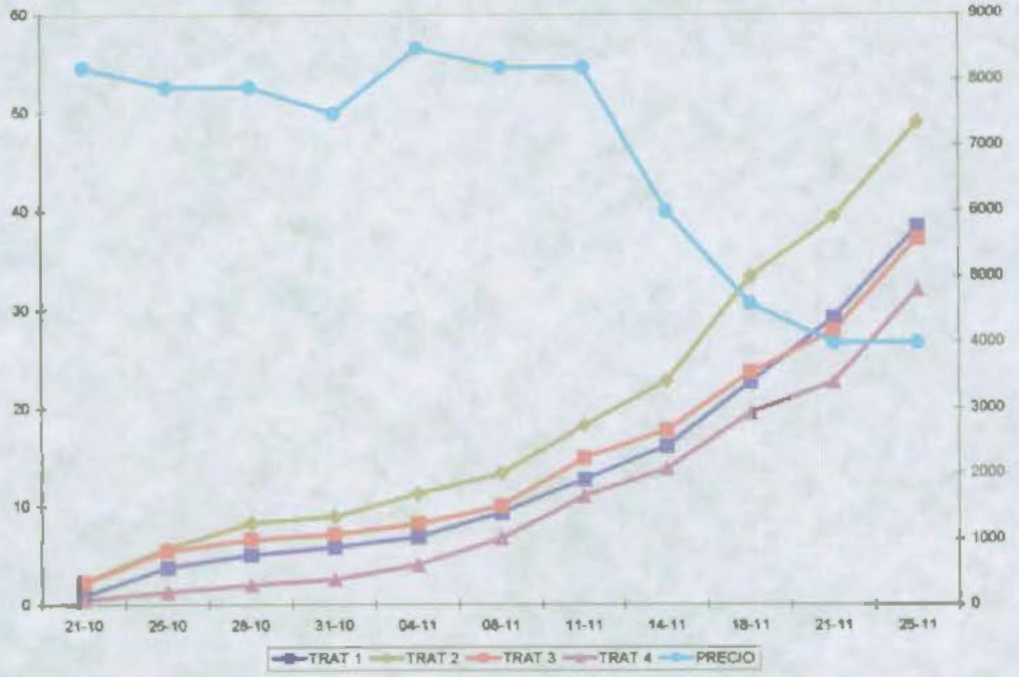


Figura 23. Comparación de la producción acumulada obtenida para los diferentes tratamientos desde el 21 de octubre al 25 de noviembre, para la categoría de cosecha primera.

2. 7. 4. Efectividad de los tratamientos en la desinfección de suelo. Segunda Temporada (2005).

2. 7. 4 1. Efectividad en el control de nemátodos

Durante la segunda temporada que se implementaron técnicas de desinfección de suelos, los resultados obtenidos fue que en muestras de suelo pre tratamiento el 47,76% de éstas, sólo presentó nemátodos saprófitos y existió un 28,36% de las muestras analizadas, que no presentó ningún tipo de nemátodo, ni saprófito ni fitopatógeno. Esto representa que sólo en el 28,36% de las muestras de suelo, se detectó nemátodos fitopatógenos.

En el Sitio 1 el nemátodo de mayor presencia correspondió a *Hemicycliophora spp*, y no se presentó *Paratylenchus* spp, por su parte en el Sitio 2, sólo se presentó *Pratylenchus* spp. Con respecto al Sitio 4, el nemátodo de mayor incidencia fue *Helicotylenchus spp*, y no presentó *Meloidogyne spp; Paratylenchus* spp y *Hemicycliophora spp*. En el Sitio 5, el nemátodo que se presentó con la mayor frecuencia en las muestras de suelo, correspondió a *Meloidogyne spp*.

En las muestras de suelo extraídas post tratamiento, se obtuvo 34,33% de ellas, sólo con nemátodos saprófitos y 40,30%, sin nemátodos, que significa que el porcentaje de muestras con nemátodos fitopatógenos fue de 25,37%. De acuerdo a las determinaciones, se encontró, *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y *Hemicycliophora* spp., manteniéndose la condición sin presencia de *Paratylenchus* sp y *Hemicycliophora sp,* En el Sitio 1 el nemátodo de mayor presencia correspondió a *Meloidogyne spp*, por su parte en el Sitio 2, no presentó ningún tipo de nemátodos. Con respecto al Sitio 4, el único tipo de nemátodo que se obtuvo fue *Meloidogyne spp.* En el Sitio 5, el nemátodo que se presentó con la mayor incidencia en las muestras de suelo, correspondió a *Pratylenchus* spp.

El porcentaje de control obtenido por los diferentes tratamientos de desinfección de suelos, en cuatro de los Sitios de Validación, se muestra en el Cuadro 33.

En Sitio de Validación 1, la disminución obtenida por el tratamiento 1 (biofumigación), fue 100% para *Hemicycliophora* spp., 33% para *Pratylenchus* spp. no así en *Meloidogyne spp.*, que existió un alza en el número de ejemplares El tratamiento 3 (bromuro de metilo), no fue eficiente para *Meloidogyne spp*. Por los resultados obtenidos en el tratamiento testigo (sin aplicación), se puede inferir que existe una disminución natural de la población de *Hemicycliophora* spp y *Pratylenchus* spp.

En el Sitio 2, la disminución obtenida por el tratamiento 2 (Metam Sodio II), fue 100% para *Pratylenchus* sp. no así en tratamiento 1 (Metam Sodio I), donde se produjo un alza en el numero de ejemplares de *Meloidogyne spp.*, *Heliocotylenchus* spp y *Pratylenchus* spp .El tratamiento 3 (bromuro de metilo), no fue eficiente para *Pratylenchus spp.*

	Meloidogyne spp	*Helicotylenchus* spp	*Pratylenchus* spp	*Paratylenchus* spp	*Hemicycliophora* spp
SITIO 1 (Colín)					
BIOFUMIGACIÓN	0	s/i	33	s/i	100
METAM SODIO	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	0	s/i	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	0	0	100	s/i	100
SITIO 2 (Colín)					
METAM SODIO (I)	0	0	0	s/i	s/i
METAM SODIO (II)	s/i	s/i	100	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	s/i	0	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
SITIO 4 (Unihue)					
METAM SODIO (I)	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
METAM SODIO (II)	0	s/i	100	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	0	s/i	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	0	100	100	s/i	s/i
SITIO 5 (Colín)					
BIOFUMIGACIÓN	100,0	100,0	100,0	100,0	s/i
METAM SODIO	s/i	s/i	0	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	88,9	s/i	100,0	100,0	100,0

(II) En post plantación consideró aplicación de TRICHONATIVA®

CUADRO 33. Porcentaje de control de nemátodos en los tratamientos al suelo. Sitio 1, 2, 4 y 5. Región del Maule. 2005.

Con respecto a los resultados obtenidos en el Sitio 3, que se analizó el substrato utilizado por el agricultor para la producción de plántulas (almácigo) en bandejas, previo a someterlo a vaporización, post vaporización y posterior a la aplicación de bromuro de metilo por parte del mismo agricultor. En el substrato pre aplicación sólo se detectó

presencia de nemátodos saprófitos, post vaporización se mantuvo la presencia de algunos nemátodos saprófitos, no así en el substrato sometido a bromuro de metilo por parte del agricultor, que se detectó *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp.*; por segunda temporada consecutiva, se asume esta alza a una contaminación con los implementos utilizados para remover y ventilar el substrato post aplicación.

En Sitio de Validación 4, la disminución obtenida por el tratamiento 2 (Metam sodio II) fue 100% para *Pratylenchus* spp, así como se produjo un aumento de los ejemplares de *Meloidogyne spp,* pero inferior a lo que sucedió en el tratamiento 3 (Bromuro de metilo). En el tratamiento testigo (sin aplicación), se produjo disminución de ejemplares de *Helicotylenchus* spp., y *Paratylenchus* spp y aumento de Meloidogyne spp.

En Sitio de Validación 5, la disminución obtenida por el tratamiento 1 (biofumigación) fue 100% para *Meloidogyne spp, Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y *Paratylenchus* spp En el tratamiento 2 (Metam sodio), se produjo un alza en el numero de ejemplares de *Pratylenchus spp.* En el tratamiento testigo (sin aplicación), se produjo disminución de ejemplares de nemátodos y sólo aumentó. *Meloidogyne* spp.

2. 7. 4 2. Efectividad en el control de hongos.

Los resultados de control de hongos durante la segunda temporada se muestran en el Cuadro 34.

En Sitio de Validación 1, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 99,8 y 96,9 % en el tramiento1 (biofumigación) y tratamiento 2 (Metam Sodio), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 91,7%. En el control de *Alternaria* sp. el porcentaje de control obtenido fue 94 y 99,6, para el tratamiento 1 y 2, respectivamente. Con respecto a *Phytophthora* sp. el control en ambos fue 100 y 99,6%, respectivamente haciendo una gran diferencia con el tratamiento a base de bromuro de metilo (tratamiento 3). El control de *Fusarium* sp., obtuvo valores similares, del orden del 98,7 y 100%. Cabe destacar, que ambos tratamientos favorecieron la aparición de Trichoderma sp, a diferencia del suelo tratado con bromuro de metilo. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 89,2% por la biofumigación (tratamiento 1), no así por la aplicación de Metam Sodio (tratamiento 2), donde se alcanzó un efecto sólo del 49,8% de control, equivalente a lo obtenido en el tratamiento 3 (Bromuro de Metilo).

	BIOFUMIGACIÓN	METAM SODIO	BROMURO DE METILO	TESTIGO
Botrytis sp				
SITIO 1	99,8	96,9	91,7	0,0
SITIO 2	NC	96,9	0,0	0,0
SITIO 4	NC	96,0	86,6	99,6
SITIO 5	84,5	0,0	97,1	0,0
Alternaria sp				
SITIO 1	94,0	99,6	8,5	98,7
SITIO 2	NC	59,5	21,8	0,0
SITIO 4	NC	0,0	98,5	0,0
SITIO 5	99,3	0,0	0,0	98,7
Phytophthora sp				
SITIO 1	100,0	99,6	0,0	0
SITIO 2	NC	100,0	99,1	51
SITIO 4	NC	0,0	6,9	52
SITIO 5	0,0	100,0	100,0	0
Fusarium sp				
SITIO 1	98,1	100,0	100,0	5,4
SITIO 2	NC	100,0	100,0	89,8
SITIO 4	NC	99,0	97,0	0,0
SITIO 5	99,8	99,9	100,0	0,0
Cladosporium sp				
SITIO 1	89,2	49,8	50,0	91,8
SITIO 2	NC	74,9	100,0	0,0
SITIO 4	NC	0,0	99,7	96,2
SITIO 5	81,5	90,6	100,0	0,0

CUADRO 34 Porcentaje de control de hongos en suelo en los diferentes tratamientos. Sitio 1, 2, 4 y 5. Región del Maule. 2005.

En Sitio de Validación 2, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 96,9 con Metam Sodio, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), en el cual se produjo un aumento de este hongo. En el control de *Alternaria* sp. el tratamiento con Metam Sodio fue el que obtuvo el mejor control, con un 59,5%. El tratamiento con aplicación de bromuro lograron control de 21,8 %. En relación a *Phytophthora* sp. el control ejercido por Metam Sodio fue de 100% y el tratamiento 3 de un 99,1%. El control de *Fusarium* sp., fue bueno, en todos los tratamientos. El tratamiento 3 (Bromuro de Metilo), controló en 100% *Trichoderma* sp., en los tratamientos 1 y 2 se produjo un alza, lo que es bastante positivo, ya que este hongo es un excelente controlador biológico de varios hongos fitopatógenos de suelo. El control ejercido en el tratamiento 4 (testigo), que al no haber estado sometido a ningún tipo de control químico favoreció el desarrollo de cepas de *Trichoderma* u otro hongo controlador biológico y se pudiera explicar que por un asunto de competencia, provocó su disminución. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 74,9, en los tratamientos con Metam Sodio. El tratamiento con aplicación de bromuro de metilo (tratamiento 3), controló en 100% este hongo.

En Sitio de Validación 3, las muestras del substrato pre tratamiento, Se detectó *Botrytis* sp.; *Alternaria* sp.; *Rhizopus* sp.; *Trichoderma* sp.; *Fusarium* sp.; *Cladosporium* sp. En cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 99 y 90 % en el tratamiento con bromuro de metilo y tratamiento sometido a vaporización, respectivamente. En cuanto a *Alternaria* sp. la aplicación de vapor no controló este hongo. *Rhizopus* sp, fue controlado en 100% por ambos tratamientos. *Trichoderma sp*, se vio menos afectada por la aplicación de vaporización, que de bromuro de metilo. El control de *Fusarium* sp., fue el mismo que el obtenido para *Botrytis* sp. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 100% por la vaporización, no así por la aplicación de Bromuro de Metilo, que controló en 80%.

En Sitio de Validación 4, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control de 96 en los tratamientos con Metam sodio, respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 86,6%. En el control de *Alternaria* sp. sólo uno de los tratamientos con Metam Sodio, no ejercieron control (100%) y la aplicación de bromuro de metilo, fue 98,5%. En relación a *Phytophthora* sp. el control ejercido por el tratamiento 2 (Metam Sodio II) fue 81 %, el tratamiento 3 (bromuro de metilo) sólo lo controló en un 6,9% y en el tratamiento 1, se produjo un incremento de los valores iniciales. El control de *Fusarium* sp., fue bueno, si lo analizamos desde el punto que la carga inicial era baja, en dos de los tratamientos. El tratamiento 2, fue el único que tuvo efecto sobre *Trichoderma* sp., que se asume que se podría atribuir a competencia entre tipos de *Trichoderma* spp. *Cladosporium* sp., fue controlado sólo por el tratamiento 3 (Bromuro de Metilo)

En Sitio de Validación 5, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 84,5 % en el tratamiento 1 (biofumigación), en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 97,1%. En el control de *Alternaria* sp. el tratamiento 1 (biofumigación) tuvo un efecto del 99,3%, el caso del tratamiento 2 (Metam Sodio) aumentó la carga inicial de inoculo en las parcelas al igual que aquellas tratadas con bromuro de metilo. Con respecto a *Phytophthora* sp. el control fue 100% para los tratamientos 2 (Metam Sodio) y 3 (Bromuro de Metilo). El control de *Fusarium* sp., obtuvo valores del 100% de eficiencia en todos los tratamientos. Sólo el tratamiento 1 (Biofumigación) favoreció la aparición de *Trichoderma* sp. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 81,5% por la biofumigación (tratamiento 1), 90,6 % por Metam Sodio (tratamiento 2) y 100% por el tratamiento 3 (Bromuro de Metilo.

2. 8. Diagnostico final

Para determinar la situación fitosanitaria final de los agricultores, se efectuó la toma de muestras de suelo a 32 agricultores. En cada uno de estos predios se tomó una muestra compuesta de suelo de diferentes puntos del terreno que destinan tanto a producción de almácigos como plantación de tomate, siguiendo el mismo procedimiento y metodología, que en las anteriores evaluaciones

En el Cuadro 35, se entrega el detalle de los resultados obtenidos en los análisis fitopatológicos efectuados a muestras de suelo proveniente de los treinta y dos agricultores, considerados en el diagnóstico, expresado como unidades formadoras de

colonia (u.f.c.) por 100gramos de suelo. En el 100% de las muestras se detectó el hongo *Alternaria* spp., seguido por un 93,75 % que evidenció *Phytophthora* spp; un 90,6% que presentó Botrytis spp, al igual que el hongo *Fusarium* spp. Adicionalmente, se detectó *Cladosporium* sp., en 81,25% de los agricultores, *Trichoderma* sp., en el 43,75%. Cabe destacar, que se detectó la presencia de las bacterias *Pseudomonas* spp y *Corynebacterium* spp, en un 87,5 y 15,6% de las muestras analizadas, respectivamente.

En el Cuadro 36 se muestran los resultados de la evaluación de nematodos efectuada en el laboratorio nematologico de la Universidad de Talca.

Debido que tanto en los análisis fitopatológicos y nematológicos realizados a las unidades de validación, como en los diagnostico inicial y final, efectuado aproximadamente treinta agricultores de la zona, se concluye y recomienda a la vez, como estrategias de prevención:

√ Desinfección de almacigueras y mesas o platabandas de plantación.

√ Fechas de siembra y trasplante, favorables para el desarrollo del tomate y menos favorable para el desarrollo de enfermedades.

√ Selección de semillas, si bien la elección de la variedad va ligada a un asunto comercial, se debe optar por aquellas variedades menos susceptibles o más tolerantes a las enfermedades.

√ Densidad de siembra, afecta directamente el microclima del suelo, al favorecer una buena o mala aireación, manteniendo o no una adecuada humedad relativa entre plántulas y/o plantas. Además, en altas densidades se favorece el contacto entre plantas, que puede provocar facilidad en la diseminación de la enfermedad de una planta a otra.

√ Rotación de cultivo, la siembra o plantación de un mismo cultivo favorece la permanencia de una enfermedad, por lo que es conveniente realizar una secuencia con diferentes especies, para romper o alterar los ciclos de las enfermedades.

Evitar cultivos intercalados, durante la permanencia en el sector de Colín – Unihue, se observó la practica de algunos productores de tomate, que en las

Cuadro 35. Resultados de los análisis fitopatológicos efectuados a muestras de suelo de 32 agricultores, considerados en el diagnóstico final. Colín, 2006.

	Botrytis spp.	*Alternaria* spp.	*Phytophthora* spp.	*Trichoderma* spp.	*Fusarium* spp.	*Cladosporium* spp.	*Corynebacterium* spp.	*Pseudomonas* spp.
A 1	$1{,}81 \times 10^3$	1×10^3	1×10^4		2×10^4	2×10^3		$1{,}81 \times 10^4$
A 2	2×10^5	2×10^5	2×10^5					2×10^4
A 3	$1{,}8 \times 10^3$	2×10^4	$1{,}8 \times 10^3$	2×10^4	$1{,}8 \times 10^4$	1×10^3	1×10^7	1×10^3
A 4	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^4$	$1{,}8 \times 10^3$	2×10^5	2×10^4	$1{,}8 \times 10^3$	2×10^7	1×10^5
A 5	2×10^6	2×10^4	2×10^3		2×10^3	2×10^4		$1{,}9 \times 10^3$
A 6	1×10^3	$1{,}8 \times 10^4$	1×10^5		1×10^3	2×10^4		1×10^3
A 7	1×10^5	1×10^5	$1{,}9 \times 10^3$		1×10^3	$1{,}9 \times 10^4$		
A 8	$1{,}8 \times 10^5$	$1{,}8 \times 10^4$	$1{,}9 \times 10^4$		1×10^3	$1{,}8 \times 10^3$		
A 9		$1{,}8 \times 10^4$	2×10^4	1×10^3	$1{,}8 \times 10^3$	2×10^3		1×10^4
A 10		$1{,}8 \times 10^5$	$1{,}8 \times 10^5$		1×10^6	2×10^4		$1{,}8 \times 10^5$
A 11	$1{,}8 \times 10^3$	1×10^4		2×10^3	2×10^3	$1{,}8 \times 10^5$		1×10^4
A 12	$1{,}9 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^3$	2×10^3		1×10^3	2×10^5		1×10^6
A 13	$1{,}9 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^4$	2×10^3	2×10^3	1×10^4	2×10^5		1×10^6
A 14		$1{,}8 \times 10^4$	$1{,}8 \times 10^4$	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^3$	2×10^7		1×10^5
A 15	2×10^4	$1{,}8 \times 10^5$	2×10^3		1×10^3			1×10^6
A 16	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^4$	2×10^4	2×10^3	1×10^3			$1{,}8 \times 10^5$
A 17	$1{,}9 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^3$	2×10^4	1×10^3	$1{,}8 \times 10^3$			1×10^7
A 18	$1{,}8 \times 10^4$	$1{,}8 \times 10^4$	1×10^3	1×10^4	$1{,}9 \times 10^3$	2×10^5		$1{,}9 \times 10^5$
A 19	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}9 \times 10^3$	2×10^3	1×10^3	2×10^3	1×10^7	$1, \times 10^7$
A 20	2×10^3	2×10^3	$1{,}9 \times 10^4$		2×10^3			
A 21	1×10^3	$1{,}9 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^3$	1×10^4	$1{,}9 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^4$	2×10^7	$1{,}8 \times 10^6$
A 22	2×10^3	$1{,}8 \times 10^5$		2×10^4	2×10^3	$1{,}8 \times 10^3$		$1{,}8 \times 10^4$
A 23	1×10^3	$1{,}9 \times 10^5$	2×10^3		1×10^4			$1{,}9 \times 10^3$
A 24	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}9 \times 10^4$	1×10^4		1×10^3	$1{,}8 \times 10^5$	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}9 \times 10^3$
A 25	1×10^3	1×10^4	2×10^4	1×10^4	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^6$		$1{,}8 \times 10^4$
A 26	2×10^4	1×10^3	2×10^4			2×10^3		2×10^5
A 27	2×10^3	1×10^5	2×10^4	2×10^3	1×10^3	$1{,}8 \times 10^6$		$1{,}8 \times 10^4$
A 28	2×10^6	$1{,}9 \times 10^3$	1×10^4			$1{,}9 \times 10^5$		2×10^5
A 29	2×10^4	1×10^5	2×10^3		1×10^3	1×10^4		2×10^5
A 30	$1{,}8 \times 10^4$	1×10^4	$1{,}8 \times 10^3$		2×10^4	$1{,}8 \times 10^4$		
A 31	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^4$	$1{,}8 \times 10^4$		1×10^4	$1{,}8 \times 10^5$		$1{,}8 \times 10^5$
A 32	$1{,}8 \times 10^3$	$1{,}8 \times 10^4$	$1{,}8 \times 10^4$		$1{,}8 \times 10^3$	1×10^5		1×10^6

Expresado en unidades formadoras de colonias (u.f.c.)/100 gramos de suelo.

Cuadro 36. Resultados de los análisis nematológicos efectuados a muestras de suelo de 32 productores, considerados en el diagnostico. Colín, 2006.

Agricultor	N° de nemátodos fitoparásitos extraídos*		
	Meloidogyne sp	*Pratylenchus*	*Saprófito*
A 01	*20*		
A 02			
A 03			X
A 04			
A 05			
A 06	*10*		
A 07		*80*	
A 08			X
A 09			X
A 10			X
A 11			
A 12			
A 13	*10*		
A 14	*10*	*40*	
A 15			
A 16	*60*		X
A 17	*40*	*10*	
A 18	*10*		
A 19	*50*		
A 20	*10*		X
A 21			X
A 22			X
A 23			X
A 24			
A 25			
A 25			
A 27	*50*		X
A 28			
A 29	*60*	*50*	
A 30			
A 31		*10*	X
A 32			

*** Número de ejemplares/100 gramos de suelo.**

- √ mesas de plantación para obtener mayor rentabilidad por unidad de superficie, colocaban en forma central las plantas de tomate y en forma paralela, dos hileras de plantas de lechuga, no es recomendable porque se incrementa principalmente el inoculo de *Botrytis cinerea*, que puede significar un aumento de aplicaciones durante la temporada enfocados al control de esta enfermedad, entre otras que son común entre ambos cultivos.
- √ Eliminación de residuos de cosecha de las cercanías del lugar de siembra y/o plantación.
- √ Aplicación de nutrientes en forma balanceada, evitando excesos de vigor o plántulas y/o plantas débiles.
- √ Poda sanitaria para eliminar plantas, hojas, frutos dañados y sacarlos fuera del área de cultivo.
- √ Evitar el uso de herramientas o implementos que hallan sido utilizados en terrenos contaminados, sin haber sido previamente desinfectados.
- √ Manejo adecuado del riego.

Finalmente, si bien los resultados de desinfección de suelo, el control de nemátodos y hongos fue variable entre Sitios y entre temporadas, BIOFUMIGACIÓN resulta una buena alternativa de reemplazo al Bromuro de Metilo, si se dispone de residuos agrícolas, como materia prima, para establecer esta técnica o se desea optar por una agricultura orgánica. A su vez, Metam Sodio, resultó una alternativa química, con eficiencia similar al Bromuro de Metilo.

Los substratos para almácigos y/o bolsas (etapa intermedia entre almácigo y plantación), deben ser necesariamente desinfectados, por no existir la seguridad de la carga inicial de hongos y nemátodos fitoparásitos, ya que no es un producto estándar el que utiliza principalmente el pequeño y/o mediano agricultor, que garantice la ausencia de nemátodos y/o hongos en éste. La vaporización es dentro de las alternativas que asegurará un buen control y permite adicionalmente desinfectar herramientas para manipularlo posteriormente y los sacos donde se almacenará el substrato hasta el momento de establecer los almácigos.

5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

5.1. Análisis de Mercado: en el estudio original no se dio mayor importancia al análisis del mercado, en todo caso, cabe destacar que las condiciones de marcado no han variado fundamentalmente en relación a la formulación original del proyecto, ya que los sistemas de comercialización continúan efectuándose en forma individual en la Macroferia de Talca, en algunas ocasiones los compradores llegan directamente a los predios, pero no es lo más frecuente.

5.2. Actualización de criterios y supuestos utilizados en la formulación del análisis económico.

5.2.1. Supuestos y Criterios Originales utilizados en la formulación del proyecto.

Superficie Referencial de Cálculo.

De acuerdo a la información que maneja la Empresa SAE LTDA, y otras fuentes consultadas (Universidad de Talca), en el área de Colín existe una superficie aproximada a 130 ha de tomate bajo plástico. Por otro lado una encuesta realizada a los productores de Colín, determinó que un 94% usa el Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos. Si este porcentaje se aplica a la superficie de invernaderos del área, se puede establecer que este fumigante de suelos se utiliza en una superficie de 122 ha, por lo cual simplificando los cálculos y otorgando un margen de seguridad, se considera que el proyecto llegó a un universo de 120 ha de tomate bajo invernadero.

Situación Sin Proyecto.

Al momento de formular el proyecto, los productores usaban el Bromuro de Metilo para desinfectar sólo el área donde confeccionan los almácigos, produciendo 400 plantas/m^2, para alcanzar aproximadamente 26.000 plantas por hectárea, dependiendo del marco de plantación y considerando las posibles pérdidas que se pueden producir en el proceso. Por lo tanto se utilizan 65 m^2 /ha de terreno para la producción de plantas, además de la producción en bolsas o bandejas con sustrato, siendo este último desinfectado con Bromuro de Metilo.

Ingresos:

Se determinaron sobre la base de los antecedentes recopilados por la Empresa Asociada SAE LTDA, considerando los porcentajes obtenidos en los distintos meses y calidades cosechadas. En la situación sin proyecto se consideró una cosecha de 6.000 cajones por hectárea, y con proyecto se asumió la misma cantidad, si sólo se desinfecta suelo para producción de plantas en almácigo. Por otro lado, la cosecha subió a 7.800 cajones/ha, cuando se desinfectó además el área de suelo del camellón para la plantación.

Costos:

Los costos de producción se han elaborado en base a los antecedentes recopilados por la Empresa SAE LTDA. La mano de obra a precio de mercado para la zona, y los costos de las tecnologías de desinfección de suelos según el precio de mercado. El costo de operación de la desinfección de sustratos, se hizo en base a la metodología propuesta por Carrasco et al. (2002),

Situación con Proyecto

El proyecto evaluó diferentes tecnologías de desinfección de suelos para confeccionar los almácigos, las cuales difieren entre otros aspectos en su costo y eficacia, dependiendo de las condiciones de aplicación y de las condiciones ambientales.

Los costos de algunas metodologías son los siguientes, expresados en moneda de diciembre de 2006:

- Dazomet $ 1.860.000/ha
- Metam Sodio $ 1.320.000/ha
- Vaporización de suelo $ 1.850.500 /ha (se requiere equipo especial para generar e inyectar el vapor en el suelo.
- Vaporización de sustrato: $ 3.768/m^3 de sustrato (se requiere equipo especial, además adquirir el sustrato).

Si un viverista o productor de plantas de hortalizas utiliza la vaporización, como una alternativa para la desinfección de sustratos, usando para ello una caldera y contenedor de un costo de $ 7.500.00, y estimando un tiempo de 300 horas de uso anual, tiene un costo de $ 3.768/m^3 de sustrato (US$ 7,1) (Cuadro 37).

En la medida que la utilización del equipo sea por un número mayor a las 300 horas de uso anual, el costo fijo del equipo será menor, por lo cual su costo de operación será menor. Es decir, a mayor intensidad de uso del equipo, los costos de operación de él serán menor.

El mayor porcentaje del costo variable de operación, como se observa en la figura 24, de la vaporización de 1 m^3 de sustrato corresponde al combustible (petróleo), con un 46%, y a la mano de obra, con un 40%.

Cuadro 37. Análisis de costos de la desinfección de substratos con vapor en contenedores

DESINFECCION DE SUBSTRATOS CON VAPOR EN CONTENEDORES					
Item	**Unidad**	**Unidades /hr**	**$/Unidad**	**$/m3**	**US$/m³**
Petróleo	L	5,0	465	2.325	4,40
Agua	m³	0,25	186	47	0,09
Electricidad	KWH	0,18	180	32	0,06
M. de Obra	JH	0,14	6.000	840	1,59
Depreciación Equipo	JM	0,125	1.333	167	0,32
Mantención y Reparación	JM	0,125	750	94	0,18
Interés al capital	JM	0,125	450	56	0,11
Seguro por inversión	JM	0,125	225	28	0,05
SUB-TOTAL COSTOS				**3.589**	**6,79**
Imprevistos 5%				179	0,34
COSTO TOTAL				**3.768**	**7,1**

NOTAS:
El costo de electricidad está considerado como conexión a la red eléctrica monofásica y trifásica

Accesorios del sistema incluyen sistema de contenedores y extractor de aire.

Se estima un rendimiento mínimo de 1,0 metro cúbicos por contenedor.

Se estimó un costo de mantención de 5% anual sobre el valor inicial del equipo.
Se considera que el año tiene 300 jornadas aproximadamente. Considera 6 jornadas a la semana en promedio.

Valores no consideran IVA
El valor del dólar se consideró a $ 528,5 (al 23 de diciembre de 2006)

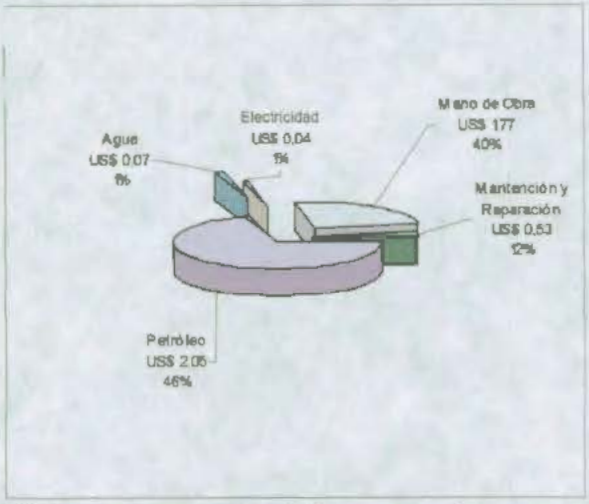


Figura 24: Distribución porcentual del costo de operación, expresado en (US$), de la vaporización de 1 m³ de sustrato.

- Bromuro de Metilo inyectado a suelo: $ 1.571.117 (se necesita equipo especial para su aplicación).
- Bromuro de metilo en bombonas para desinfección de sustratos: $ 5.400/ m^3.

Cuadro 38. Costo de desinfección de sustratos con bromuro de metilo en bombona

Item	Unidad	$/Unidad	Unidades /m3	$/m3	US$/m3
Bromuro de Metilo 98/2 (Bombona de 1,5 Lb)	Bombona	6.500	0,65	4.225	8,0
M. de Obra					
Aplicación	JH	6.000	0,05	300	0,6
Ventilación	JH	6.000	0,05	300	0,6
Plástico (*)	Kg	2.300	1,50	575	1,1
COSTO TOTAL				**5.400**	**10,2**

NOTAS:

Valores al 23 de diciembre del 2006

Valores no consideran IVA

El valor del dólar se considera a $ 528,50

(*): se consideró un uso de 6 posturas del plástico, significando 9,50 m^3 de sustratos fumigados con el mismo plástico.

- Según los análisis anteriores, el costo de desinfección de 1 m^3 de sustrato con vaporización es de $ 3.768 y con bromuro de metilo de $ 5.400. Al existir menor oferta de bombonas de este fumigante, el costo de ellas aumentara considerablemente, y por lo tanto el costo de la desinfección del sustrato.

- Biofumigación: $ 650.000/ha (se utilizan residuos vegetales generados en el predio o adquiridos a bajo costo).

En la situación con proyecto se evaluaron tres alternativas con los siguientes supuestos generales:

- El proyecto se inició el año 2003, y sólo a partir del año 2004 se pudo evaluar las diferentes tecnologías a nivel de agricultores en forma comercial.
- Las tres alternativas incluyeron dos tecnologías: Alternativa 1, sólo desinfección de suelos para almácigos y la segunda, incluyó además la desinfección del suelo de los camellones de plantación.
- Se incentivó el uso de la biofumigación de suelos, tanto para almácigos y plantación, por ser un sistema limpio e inocuo para el medio ambiente y para los productores, el cual no requiere equipos especiales para su aplicación, siendo la base para determinar los costos con proyecto.
- La evaluación se hizo en un horizonte de 15 años, para incluir algunos años donde no existirá disponibilidad de Bromuro de Metilo.
- La tasa de descuento utilizada es del 12%.
- La superficie influenciada por el proyecto será como máximo 120 ha.

Alternativa A: se asumió que no existían limitaciones para el uso del Bromuro de Metilo hasta el año 2015, y se inicia la adopción con 1 ha el año 2005, para ir aumentando alrededor de 15 a 20 ha/año, llegando a 120 ha el año 11. Esta alternativa tiene un VAN de MM$ 736 y una TIR de 46,53%.

Alternativa B: se asume que a partir del año 2005 habrá una reducción del consumo de 38,5%, lo que proyectado a la superficie del proyecto, significa que a partir de ese año 47 ha deben obligatoriamente adoptar tecnologías de reemplazo al Bromuro de Metilo, La tasa de adopción proyectada permite llegar a las 120 ha el año 10. El VAN con proyecto es de MM$ 927 y la TIR de un 56,86%.

Alternativa C: se asume que a Chile se le impondrá la misma reglamentación de los países desarrollados, por lo que a partir del año 2005 no se dispondrá de Bromuro de Metilo, lo que obligaría al 100% de los productores a utilizar otros desinfectantes de suelo. En estas condiciones 120 ha deberían cambiar su sistema de desinfección de suelos, bajo este supuesto esta alternativa tiene un VAN de MM$ 4.203 y una TIR de 264,68%.

Al momento de formular el proyecto, se estimó que la alternativa con mayor probabilidad de ocurrencia era la B, es decir que hubiera una reducción de un 38,5% en la disponibilidad del Bromuro de Metilo a partir de año 1995, bajo estas condiciones se evaluó el proyecto.

5.2.2. Actualización de Supuestos y Criterios.

Superficie:

En relación a la superficie destinada a tomates en invernadero en el sector de Colín no ha habido grandes cambios, ya que son en general los mismos productores, no hay grandes variaciones en la cantidad de agricultores que entran o salen de este sistema productivo, ya que requiere un cierto grado de especialización el cultivo bajo invernadero, por lo que se mantienen como potenciales las 120 hectáreas planteadas en la formulación original del proyecto.

Situación Sin Proyecto.

Los productores que no han incorporado las tecnologías de desinfección de suelos validadas por el proyecto continúan usando Bromuro de Metilo como desinfectante de suelos para la producción de plantines, por el costo del producto no fumigan los camellones donde cultivan el tomate, lo que mantiene los patógenos del suelo, y causan bajos rendimientos, no superando en promedio 7.000 cajones/ha.

Situación Con Proyecto.

Entre los métodos evaluados en los diferentes módulos, el que ha demostrado ser más práctico, factible de utilizar y eficiente en la desinfección de suelos, es el uso del Metam Sodio con Trichoderma, y es la tecnología que se está recomendando, ya que permite no sólo la desinfección de sustrato o área donde se pueden producir plantines sino que es aplicable al camellón de plantación, además al incorporar trichoderma se contribuye a repoblar el suelo con microorganismos no patógenos. Si el productor decide no desinfectar el camellón de plantación, y sólo desinfectar suelo y/o sustrato para la confección de plantines, la alternativa menos contaminante y que se recomienda es la vaporización del sustrato, cuyo costo promedio es de M$ 12/m^3, y se requieren aproximadamente 17 m3 para 1 ha (bolsas plásticas de 8 cm de diámetro por 10 cm de alto).

Con relación a los precios de venta obtenidos por el productor José Moya de la Unidad de validación N° 2, como es normal para este producto, fluctuaron de acuerdo a la época y a la calidad del tomate, como se indica en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 39. Precio de Venta del Cajón de tomate, según época de venta y calidades.

Epoca de Venta	Primera + Segunda	Tercera	Cuarta	Rosco
Octubre	7.875	7.000	4.500	4.300
Noviembre, 1ª Quincena	7.725	6.725	4.150	3.775
Noviembre, 2ª Quincena	4.167	3.333	2.033	1.367
Diciembre, 1ª Quincena	3.650	3.100	1.550	1.525
Diciembre, 2ª Quincena	3.820	3.040	1.766	1.333
Enero	2.200	1.500	700	0
Obs: $/cajón de 18 c.u.				

Para la evaluación económica y efectos de compensar posibles efectos de variación de precios de venta, se consideró un 75% del precio informado por el productor.

La distribución de la producción por período de cosecha y calidad se indica en el cuadro 40, basado en los antecedentes logrados en la temporada 2005-2006 de un módulo, para el tratamiento recomendado y el testigo, con sólo desinfección de sustrato para producción de plantines.

Cuadro Nº 40. Rendimiento de tomates (cajones/ha) de acuerdo a época de cosecha, tratamiento y calidad, temporada 2005-2006.

TRATAMIENTO	METAMSODIO Y TRICHODERMA					SIN DESINFECCION DE SUELO				
Periodo/calidad	1ª y 2ª	3ª	4ª	Rosco	Total	1ª y 2ª	3ª	4ª	Rosco	Total
Octubre	313	235	143	170	861	131	33	12	10	186
Noviembre, 1ª Quincena	916	236	197	23	1.371	826	294	174	18	1.312
Noviembre, 2ª Quincena	1.582	256	156	54	2.048	1.155	308	194	62	1.718
Diciembre, 1ª Quincena	1.502	389	200	70	2.162	1.431	398	194	26	2.049
Diciembre, 2ª Quincena	1.556	350	326	0	2.232	1.598	440	311	7	2.355
Enero	100	33	36	0	169	184	78	79	0	341
Totales	5.969	1.499	1.058	317	8.842	5.324	1.551	963	122	7.961

La actualización de la evaluación económica se realiza en un horizonte de 5 años, tomando como base el año 2005, con 5 hectáreas iniciales, en las que se aplica la tecnología, la tasa de adopción en este caso debería ser rápida, ya que por disposición del SAG no se puede importar más Bromuro de Metilo y las existencias de éste se deben pueden vender hasta diciembre del año 2006, pese a esta restricción, se considera que se llega a la superficie objetivo del proyecto al quinto año.

Para el cálculo económico se consideró el costo total del proyecto, es decir el aporte FIA y de contraparte como Investigación Desarrollo el año 2005, el cual no se reajustó.

5.3. Análisis Económico Actualizado.

De acuerdo a los criterios expuestos anteriormente se presenta la actualización del análisis económico, en el cuadro 41.

La TIR con proyecto no se puede calcular, ya que no se genera el primer año un flujo negativo de fondos, razón por la cual se evalúa con la relación Beneficio/Costo, para lo cual se actualizan a la tasa de descuento de un 12%.

En el cuadro 42 se presenta una comparación entre los parámetros económicos evaluados en la formulación inicial del proyecto y la actualización con datos provenientes de módulos demostrativos correspondientes a la temporada 2005-2006.

Cuadro Nº 41. Análisis económico actualizado, abril 2006.

Año	2005	2006	2007	2008	2009
Superficie Total, Ha	12	30	60	90	120
Ingresos Sin Proyecto, M$	289.757	724.392	1.448.783	2.173.175	2.897.567
Costos sin Proyecto, M$	237.215	593.038	1.186.076	1.779.114	2.372.152
Ingresos Netos Sin Proyecto, M$	52.541	131.354	262.707	394.061	525.415
Ingresos Con Proyecto, M$	340.776	851.940	1.703.881	2.555.821	3.407.762
Costos C on Proyecto, M$	250.257	625.642	1.251.284	1.876.926	2.502.568
Ingreso Neto sin I&D, M$	90.519	226.298	452.597	678.895	905.194
I&D, M$	105.506				
Ingreso Neto Con Proyecto, M$	-14.987	226.298	452.597	678.895	905.194
Ingreso Incremental, M$	-67.528	94.945	189.889	284.834	379.779

VAN CON PROYECTO, M$	547.070
TIR	201,11%
TASA DE DESCUENTO	12,00%
VAN SIN PROYECTO, M$	887.184
VAN PROYECTO $	1.434.254
VAN INGRESOS CON PROYECTO, M$	5.754.141
VAN COSTOS CON PROYECTO, M$	4.225.685
RELACION B/C, CON PROYECTO	1,36

Cuadro Nº 42. Comparación de parámetros de la evaluación económica inicial y actualizada (Abril 2006).

PARAMETRO EVALUADO	EVALUACION	
	Original	Actualizada
VAN CON PROYECTO, M$	845.267	547.070
TIR	50,1%	201,11%
TASA DE DESCUENTO	12,0%	12,00%
VAN SIN PROYECTO, M$	1.454.956	887.184
VAN PROYECTO $	2.300.223	1.434.254
TIR PROYECTO	94,8%	(a)
VAN INGRESOS CON PROYECTO, M$	4.153.985	5.754.141
VAN COSTOS CON PROYECTO, M$	1.774.958	4.225.685
RELACION B/C, CON PROYECTO	2,34	1,36
HORIZONTE DE EVALUACION, AÑOS	15	5
(a) No se puede calcular ya que no se produce flujo negativo al inicio del proyecto		

Los indicadores económicos evaluados, aunque cambió la tecnología evaluada para desinfección de suelos, muestra que la inversión realizada es rentable, aún frente a los cambios de precios, costos y horizonte de evaluación. Por otro lado las nuevas normativas sobre importación y comercialización del Bromuro de Metilo deberían en el corto plazo influir en una mayor tasa de adopción de las tecnologías evaluadas.

6. Impactos y Logros del Proyecto:

- Descripción y cuantificación de los impactos obtenidos, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias.
- Indicadores de impactos y logros a detallar dependiendo de los objetivos y naturaleza del proyecto:

Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio			
Producción (*por producto*) Cajones/ha	6000	7.800	1800
Costos de producción ($/ha)	15.000.000	15.838.100	838.100
Ventas y/o Ingresos			
Nacional	18.000.000	23.400.000	5.400.000
Internacional			

Convenios comerciales

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual			
Nuevos empleos generados			
Productores o unidades de negocio replicadas			

Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto				
Proceso	3	3		Protocolo de biofumigación Protocolo de Vaporización de substrato y Protocolo de aplicación de Metam Sodio + Trichoderma
Servicio		1		La Empresa SAE Ltda. Asociada en el proyecto se ha

				especializado en servicios de aplicación de Metam Sodio

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes		
Solicitudes de patente		
Intención de patentar		
Secreto industrial		
Resultado no patentable	3	Protocolos de aplicación de alternativas de reemplazo al Bromuro de Metilo
Resultado interés público	3	El Bromuro de Metilo daña la capa de ozono por lo que su reemplazo por las alternativas sugeridas por el proyecto mejoraran el ambiente en que viven las personas

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica		
Generación nuevos proyectos	2	Formación de un GTT de productores de Tomate de Colín. Convenio INIA-INDAP. Aprobación de un proyecto PDI con financiamiento de INDAP que beneficio a 41 productores de tomate en invernadero de la comuna de Maule.

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (*Citas, título, decripción*)
Publicaciones	4	RIQUELME, S., JORGE, CARRASCO, J., JORGE; TORRES, P., ANDREA Y VARAS, B., EDMUNDO. 2006. Alternativas de desinfección de suelo en la producción de tomates en invernaderos de Colín. Villa Alegre, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA Nº 155, 108p. CARRASCO, J. Y RIQUELME, J. 2004. Biofumigación de suelos para almácigos y plantación. Cartilla Divulgativa. INIA-Raihuén. 8 pgs. VARAS, E.; RIQUELME, J. y PASTEN; J. 2005. Desinfección de suelo con Metam Sodio para almácigo y plantación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA – Raihuén, Talca, Chile. Cartilla Divulgativa, 8p. CARRASCO, J.; RIQUELME, J.; TORRES, A. y

		PASTEN, J. 2005. Vaporización de sustratos para la producción de plánt5ulas de especies hortícolas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA – Raihuén, Talca, Chile. Cartilla Divulgativa, 8p.
(Por Ranking)		
Eventos de divulgación científica	3	TORRES P., ANDREA; RIQUELME S., JORGE; LOLAS C., MAURICIO; MUÑOZ, CRISTIAN. 2004. Nemátodos fitoparásitos y hongos asociados a suelos con monocultivo de tomate para consumo fresco bajo invernadero ubicados en Colín, VII Región. EN: XIV Congreso Sociedad Chilena de Fitopatología, Universidad de Talca, Talca, Chile. TORRES, A.; RIQUELME, J.; LOLAS, M. 2005. Diagnóstico nematológico en 30 predios dedicados a la producción de tomates del sector Colín. en: 56º Congreso Agronomico de chile, 6º Congreso de la Sociedad Chilena de Fruticultura, 2º Congreso de la Sociedad Chilena de horticultura. 11-14 octubre 2005, Chillán, Chile. p 197 TORRES, A.; RIQUELME, J.; CARRASCO, J., M. 2006. Alternativas limpias de desinfección de suelo y substrato. I Symposium de Agricultura Orgánica. Universidad de Las Ameritas. 7 y 8 de noviembre de 2006. Santiago, Chile.
Integración a redes de investigación		

Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (*Título, grado, lugar, institución*)
Tesis pregrado	2	PABLO ALBERTO CASTILLO SEPULVEDA. 2005. Evaluación de Alternativas Sustentables de Reemplazo al Bromuro de Metilo como Fumigante de suelo, en la producción de almácigos de Tomate para invernaderos de la VII Región. Ingeniero Agrónomo. Talca. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias. PAULA CAROLINA OLAVE DIAZ. 2006. Eficacia del fumigante Metam Sodio sobre los niveles poblacionales de nematodos fitoparasitos asociados al cultivo bajo invernadero de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en tres suelos de localidades de Colin y Unihue VII Región. Ingeniero Agrónomo. Talca. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias
Tesis postgrado		
Pasantías		
Cursos de capacitación		

7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

8. Otros Aspectos de Interés

A partir de Enero del 2005 se efectuaron gestiones destinadas a conseguir el apoyo de INDAP para lograr el apoyo económico que permitiera la implementación de una de las practicas de desinfección de suelo evaluadas y recomendadas por el proyecto: Metam sodio + Trichoderma.

En reunión sostenida con 36 productores de Colín encabezados por El Presidente del GTT Don José Moya, en el local comunitario de Villa el Esfuerzo el 23 de febrero de 2006, los productores manifestaron su necesidad al funcionario de INDAP Julio Cáceres de contar con un subsidio que les permitiera acceder a la tecnología recomendada para el Proyecto.

Se llego a la conclusión de que la manera más factible de lograr esta ayuda sería a través de un proyecto PDI que debería ser formulado por la Empresa SAE, con el apoyo del INIA. De esta manera el 2 de marzo se ingreso una petición oficial con carta firmada por los ingenieros agrónomo, el Coordinador del Proyecto Jorge Riquelme, y el Director de la Empresa Asociada en la ejecución del proyecto Raúl Palma. Se entregó el Proyecto PDI que en sus partes principales pretende cubrir 37 has de tomate en invernadero del sector Colín, involucrando a un total de 70 pequeños productores usuarios de INDAP. A través del proyecto se conseguirá el financiamiento de un 50% de las aplicaciones para los productores.

El proyecto fue aprobado por el IDAP Regional y enviado a INDAP Central, desde donde se hicieron algunas observaciones las que nuevamente fueron respondidas por el equipo técnico del proyecto, finalmente se obtuvo la aprobación técnica del proyecto y se quedó a la espera de que el INDAP Regional recibiera los dineros correspondiente para abrir el con curso PDI, luego vinieron los cambios de autoridades y a la fecha del cierre de este informe no se tenia una confirmación de la disponibilidad de fondos para abrir el concurso.

En el Anexo 3 se adjunta el proyecto presentado.

9. Conclusiones y Recomendaciones:

A partir de la información presentada en este informe se puede concluir lo siguiente:

1. Se ha dado cumplimiento a los objetivos planteados del proyecto, alcanzado éxito e impacto en la adopción de las distintas tecnologías propuestas y validadas por INIA, de los productores asociados, todos los cuales las han incorporado en la nueva temporada del cultivo. Algunos de ellos, incluso, aumentaron su superficie cultivada, al agregar un mayor número de invernaderos a su sistema productivo.
2. No obstante ser variables los resultados de desinfección de suelos para el control de hongos y nemátodos, entre sitios y temporadas, la biofumigación resulta ser una buena alternativa al bromuro de metilo, y apropiada para pequeños agricultores, por su bajo costo y de características inocuas. Por otro lado metam sodio, resultó ser la alternativa química al bromuro de metilo, por su efecto similar en control de hongos nemátodos y semillas de malezas. Un efecto mayor de este producto, se consigue complementado con una aplicación posterior de trichodermas.

3. Los sustratos para producción de plantas en bolsa o bandejas, deben ser desinfectados para controlar la carga de hongos fitoparásitos que puedan provocar caida de plántulas de tomate. La vaporización, técnica evaluada para la desinfección de sustratos, resultó ser la mejor alternativa al bromuro de metilo para el control de hongos patógenos, además de ser una técnica limpia que puede responder a las exigencias del uso de buenas prácticas agrícolas (BPA) en hortalizas.

4. El reemplazo del bromuro de metilo es posible y necesario, pero de la mano de una coordinación conjunta entre los entes privados y estatales, que permitan realizar una combinación de distintos métodos, productos y tecnologías, que llevarán finalmente a un manejo integrado de plagas, insectos y malezas, en aquellos suelos y sustratos usados para el establecimiento y crecimiento de las plantas de importancia económica y comercial.

5. Todos los parámetros determinados en la actualización de la evaluación económica muestran que la inversión realizada continúa siendo rentable, a pesar de haber modificado las tecnologías al momento de la formulación y la implementada en el transcurso del proyecto, los cambios de precios tanto del producto como de los insumos, y el horizonte de evaluación entre otros.

6. Se efectuaron las actividades de difusión comprometidas con una buena asistencia y participación de productores, técnicos y profesionales del área. También se ha difundido el proyecto a través de medios de comunicación regionales y nacionales.

9.2. Recomendaciones

Recomendaciones de uso de metam sodio (Raizan 50 o BL-1480).

1. La experiencia de dos temporadas de uso de este producto en el proyecto, nos permite recomendarlo para la desinfección de suelos a ser plantados con tomate bajo invernadero u otra hortaliza como lechuga. Sin embargo, su uso se restringe para aplicaciones en pre siembra o pre plantación, no debiendo utilizarse, por ningún motivo, en cultivos ya establecidos.

2. Bajo las condiciones de temperatura de la comuna de Maule, VI Región, este fumigante puede ser aplicado, en forma líquida, sólo en los meses de verano, primavera y otoño, antes de la plantación o siembra, en suelo mullido, con una buena preparación de suelos, con una temperatura superficial (10 a 20 cm.) de 12 a 24 °C y una humedad similar a la existente en el suelo al momento de transplantar plántulas de tomate. Se debe evitar aplicaciones entre los meses de mayo y mediados de agosto, por las bajas temperaturas de suelo que se registran en ese período. El productor debe tener la certeza de que la temperatura del suelo sea superior a 12° C y se mantenga a lo menos por 8 días, para conseguir que el producto gasifique en el suelo. Esta condición es fácil de verificar con la ayuda de un termómetro, que mida la temperatura del suelo.

3. Una vez aplicado metam sodio en el suelo, los gases desinfectantes de este fumigante, que se generan en el interior de él, pueden subir a la superficie y afectar cultivos vecinos, por lo cual en la eventualidad de existir plántulas en almácigo o bandejas, o algún cultivo establecido, en las proximidades del sitio a fumigar, se debe dejar, como mínimo, una distancia mínima de diez metros desde sus deslindes.

4. El riesgo de una aplicación temprana de metam sodio, marzo abril, es el lavado de por las lluvias, antes del techado de los invernaderos, por lo cual se perdería la aplicación. Aplicaciones de este producto en períodos de bajas temperaturas en el suelo (menor a 12°C), es el peligro que el producto pudiera persistir en el suelo en forma líquida, gasificando posteriormente cuando las temperaturas sean favorables, lo que podría afectar la siembra o plantación ya efectuada.

5. Para obtener un buen resultado de control con metam sodio, producto debe permanecer activo por un período mínimo de 10 a 15 días, dependiendo de la época del año. Sin embargo, el momento de la plantación o siembra, debe ser realizada 18 a 22 días después de aplicado. Si la temperatura del suelo ha permanecido cercana a los 12°C, debe prolongarse el tiempo de acción por una semana más, con el fin de asegurar un adecuado control y eliminación del efecto biocida.

6. Antes de plantar o sembrar, es recomendable, siempre, evaluar la persistencia del producto metam sodio en el suelo, a través de prueba de germinación se semillas de lechuga. Para ello se toman cuatro a cinco sub muestras de suelos, a una profundidad de 15 a 20 cm, las cuales pasan a constituir una muestra, que se deposita en el interior de un balde, mezclándolas y tomando aproximadamente ¼ kilo que se lleva a un frasco conservero , para posteriormente sembrar de 10 a 15 semillas de lechuga, las que deben germinar al cabo de 5 a 6 días, de no persistir el producto en el suelo. En caso contrario, se debe esperar tres días y repetir la prueba, y así sucesivamente hasta que se alcance una emergencia de las semillas de lechuga cercana al 100%.

7. Las dosis de ingrediente activo recomendadas, oscilan entre 80 y 120 cc cm^{-2} (0,08 a 0,12 L m^{-2}) de suelo efectivamente cultivado. Con bajos niveles de infestación de hongos, nematodos o insectos, se pueden aplicar dosis bajas a medias (80 a 100 $cc.m^{-2}$). Por el contrario, con altos niveles de infestación, se requiere de dosis mayores (120 cc m^{-2} o más); éstas dosis altas son necesarias para un efectivo control de malezas.

8. En suelos livianos o arenosos,como los de Colín, Maule, se puede usar una dosis baja a media (80 a 100 cc m^2); en cambio, en suelos más pesados o arcillosos, como los del sector de Unihue, debiera ser media a alta (100 a 120 cc m^2).

9. En invernaderos, las aplicaciones de metam sodio se deben realizar a través del riego por cintas. Previamente, en los camellones donde posteriormente se van a establecer las plántulas de tomate, se localiza la o las cintas de riego, y una vez hecho esto se cubre y sella el camellón con plástico polietileno, para evitar pérdidas de producto en su proceso de gasificación.

10. Al momento de aplicar el producto en invernaderos, es necesario regar previamente por un tiempo aproximado de 1 hora, para crear un bulbo de mojamiento en cada punto de goteo de la cinta y, posteriormente realizar la aplicación del producto, inyectándolo a través del sistema de riego.

11. Una recomendación muy importante, es que cada operador que aplique metam sodio, o cualquier producto químico, debe utilizar ropa y materiales de protección para su salud, adecuados para pesticidas. Además, nunca se debe lavar los equipos utilizados en la aplicación de este producto, en cursos de agua, sean naturales o artificiales, dado que sus residuos son tóxicos para los peces, o animales que puedan beber de ella.
12. Todos los parámetros determinados en la actualización de la evaluación económica muestran que la inversión realizada continúa siendo rentable, a pesar de haber modificado las tecnologías al momento de la formulación y la implementada en el transcurso del proyecto, los cambios de precios tanto del producto como de los insumos, y el horizonte de evaluación entre otros.

IV. INFORME DE DIFUSIÓN

- Difusión de los resultados obtenidos **adjuntando** las publicaciones realizadas en el marco del proyecto o sobre la base de los resultados obtenidos, el material de difusión preparado y/o distribuido, las charlas, presentaciones y otras actividades similares ejecutadas durante la ejecución del proyecto.
- Listado (número y detalle) de actividades por instrumento de difusión, como por ejemplo:
    - Presentaciones en congresos y seminarios
    - Organización de seminarios y talleres
    - Días de campo o reuniones técnicas
    - Publicaciones científicas
    - Publicaciones divulgativas
    - Artículos en prensa
    - Páginas web

4.1. Presentaciones en congresos y Seminarios

TORRES P., ANDREA; RIQUELME S., JORGE; LOLAS C., MAURICIO; MUÑOZ, CRISTIAN. 2004. Nemátodos fitoparásitos y hongos asociados a suelos con monocultivo de tomate para consumo fresco bajo invernadero ubicados en Colín, VII Región. EN: XIV Congreso Sociedad Chilena de Fitopatología, Universidad de Talca, Talca, Chile.

TORRES, A.; RIQUELME, J.; LOLAS, M. 2005. Diagnóstico nematológico en 30 predios dedicados a la producción de tomates del sector Colín. en: 56° Congreso Agronomico de chile, 6° Congreso de la Sociedad Chilena de Fruticultura, 2° Congreso de la Sociedad Chilena de horticultura. 11-14 octubre 2005, Chillán, Chile. p 197

TORRES, A.; RIQUELME, J.; CARRASCO, J., M. 2006. Alternativas limpias de desinfección de suelo y substrato. I Symposium de Agricultura Orgánica. Universidad de Las Americas. 7 y 8 de noviembre de 2006. Santiago, Chile.

4.2. Organización de seminarios y talleres

4.2.1. Ceremonia de inicio del proyecto

Tipo de actividad realizada y objetivo principal: Ceremonia de inicio del proyecto. Dar a conocer el proyecto que sé está implementando en Colín a los productores del área, autoridades relevantes, académicos, profesionales y técnicos relacionados.

Fecha y lugar de realización: Miércoles 31 de marzo desde las 19:00 a las 21:00 hrs. Liceo Técnico María Auxiliadora, Colín, Maule, VII Región.

Temas tratados o exposiciones realizadas:
Palabras de Bienvenida de Director Regional del INIA Sr. Víctor Kramm M.
Saludos de la SEREMI de Agricultura VII región Sra. Rebeca Bulnes R. Destacando la importancia y magnitud del Proyecto, para Chile como a su vez para la Región.

Jorge Riquelme, investigador de INIA Raihuén Coordinador del proyecto. Efectuó la presentación del Proyecto.
Jorge Carrasco, investigador de INIA Rayentué, Coordinador Alterno del Proyecto, dio a conocer resultados técnicos y experiencias con relación al tema obtenida en otros proyectos.

Destinatarios de la actividad: Principalmente la actividad estaba dedicada a los productores, participó también el equipo profesional del proyecto se adjunta el listado de los asistentes:

ASISTENTES CEREMONIA DE INICIO PROYECTO 31 DE MARZO 2004

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA/REGION	5. FONO/FAX
Alcantar González, Leonardo		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Alcantar González, Raúl	7.460.806-K	Tomate Invernadero	Helvecia, Colín, Maule, VII	09/6208613
Aravena Díaz, Fernando	11.893.921-2	Tomate Invernadero	Parcela 18, San Miguel, Maule, VII	09/6466845
Aravena Díaz, Mauricio	12.520.077-K	Tomate Invernadero	Parcela 18, Maule, VII	09/0106821
Aravena Díaz, Segundo	9.222.852-5	Tomate Invernadero	Parcela 18, Sta. Clara, Maule, VII	09/3620028
Aravena Loyola, Javier		Tomate Invernadero	San José, Colín, Maule, VII	9/1272830
Aravena Loyola, Marcelo	13.505.498-4	Tomate Invernadero		
Aravena Muñoz, Miguel	10.696.625-7	Tomate Invernadero	La Línea, Santa Herminia, Maule, VII	
Aravena Rojas, Adolfo		Tomate Invernadero	Parcela 36	
Aravena Rojas, Adrián		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	
Aravena Rojas, René	10.814.447-5	Tomate Invernadero	Parcela 34, Colín, Maule, VII	09/1779567
Aravena Rojas, Víctor	9.068.108-7	Tomate Invernadero	Parcela 15, Colín, Maule, VII	
Araya Nuñez, Juan P.		Tomate Invernadero		
Araya Torres, José M.		Tomate Invernadero	Parcela perdida, Colín, Maule, VII	09/4253007
Azocar González, Benito	9.104.634-2	Tomate Invernadero	Parcela 26, Numpay Pte., Maule, VII	8/6150639
Belmar Garrido, Jilberto		Tomate Invernadero	Sitio lote B N° 54, Colín, Maule, VII	
Berríos Chamorro, Fermín	4.826.911-7	Tomate Invernadero	Lote 4, Colín, Maule, VII	
Brito Brito, Luis	5.983.394-4	Tomate Invernadero	Parcela 18, San Miguel, Maule, VII	
Cabrera Soto, Guido	11.174.431-9	Tomate Invernadero	Los Maitenes, Colín, Maule, VII	9/7718233

Cáceres Valdés, Cesar	9.040.667-1	Tomate Invernadero	Chacra Miraflores, Colín, Maule, VII	09/1673372
Cáceres Zuñiga, Marcelo	12.588.684-1	Tomate Invernadero	Helvecia, Colín, Maule, VII	09/9769923
Cancino Luna, Tomas	8.157.814-1	Tomate Invernadero		
Cancino Urrutía, Oscar	6.641.034-K	Tomate Invernadero	Parcela 22, Colín, Maule, VII	
Cañete Narvaéz, Luis Segundo	5.102.243-2	Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Castillo Escobar, Jorge	10.712.472-1	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Castro Romero, Alfredo		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Cofre Soto, Claudio		Tomate Invernadero	Maule, VII	
Chamorro Acevedo, José		Tomate Invernadero	Parcela Sta. Sonia, Santa Sonia, Maule, VII	
Duran Martínez, Fernando		Tomate Invernadero	Talca, VII	
Espinoza Gajardo, Juan		Tomate Invernadero	Parcela Sta Socorro, Colín, Maule, VII	71/229230
Fuentes Silva, David Alejandro	14.437.526-2	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Garrido Campos, Víctor		Tomate Invernadero	Culenar, Maule, VII	
Garrido Letelier, José Miguel	9.045.085-9	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Garrido Salinas, Marco	11.174.575-7	Tomate Invernadero	Loteo 6, Colín, Maule, VII	09/7771514
González Ibañéz, Gabriel	8.186.770-6	Tomate Invernadero	Parcela 33, Numpay Pte., Maule VII	
González Ibañéz, Ramón	6.179.097-7	Tomate Invernadero	Parcela N°33, Numpay, Maule, VII	
González Molina, José R.	6.258.988-4	Tomate Invernadero	Parcela 17, Maule, VII	09/3088381
González Rojas, Antonio		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	
González Rojas, Isaías Abraham	9.190.186-2	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Gutiérrez Barriento Alejandro		Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Gutiérrez Espinosa, Alejandro		Tomate Invernadero	Miraflores, Maule, VII	09/6582180
Hernández Garrido, Miguel		Tomate Invernadero	La Miseria, Culenar, Maule, VII	09/8006769
Hernández Vilches, Marcelo		Tomate Invernadero	Lote 1-B Parc.36, Numpay, Maule, VII	
Jaque Aravena, José Manuel		Tomate Invernadero	Parcela Sta Nelly, Colín, Maule, VII	
Jaque Morales, Vicente		Tomate Invernadero	San Miguel, Maule, VII	

Jara Jara, Elso		Tomate Invernadero	Parcela N°47, Maule, VII	9/9601686
Lara Hernández, Carlos		Tomate Invernadero	San Miguel, Maule, VII	
Loyola Bravo, Luis	8.604.599-1	Tomate Invernadero	Sto. Domingo, Maule, VII	09/0561170
Martínez Romero, Sabino	3.393.359-2	Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Méndez Acevedo, Edinson Mauricio	12.787.187-1	Tomate Invernadero	Parcela N°34 Numpay, Colín, Maule, VII	9/3941999
Méndez Carreño, Cristián Alejandro	14.579.655-5	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Méndez Guerrero, Justo		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	
Méndez Guerrero, Luis	8.503.116-3	Tomate Invernadero	Parcela 34, Numpay, Maule, VII	09/1779494
Miranda Pacheco, Gustavo	11.893.965-4	Tomate Invernadero	Parcela San Agustín, Colín, Maule, VII	09/7428549
Moya Moya, José	6.503.302-K	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Nuñez Roco, José	6.306.047-K	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Orellana Berríos, Carlos	9.233.239-K	Tomate Invernadero	Parcela 33-A, Numpay, Maule, VII	09/6275116
Oyarzun Valenzuela, Héctor		Tomate Invernadero	Culenar, Maule, VII	
Peña Lara, Alejandro		Tomate Invernadero	Parcela 44, Maule, VII	
Peña Lara, Luciano		Tomate Invernadero	Parcela N°44, Numpay, Maule, VII	9/3242375
Poblete Garrido, Servando	9.752.188-7	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Poblete Letelier, Guillermo	10.187.085-5	Tomate Invernadero	Parcela 36, Numpay, Maule, VII	09/7876921
Poblete Velázquez, Sergio	7.948.108-4	Tomate Invernadero	Sta María, Maule, VII	71/293464
Ramírez Valenzuela, Francisco		Tomate Invernadero	Culenar, Maule, VII	
Rodríguez Rodríguez, Amador	3.366.003-0	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Rojas Arellano, Guido	6.018.554-9	Tomate Invernadero	Los Castaños, Maule, VII	71/293440
Rojas Chamorro, Alcidiades		Tomate Invernadero	Culenar, Maule, VII	
Rojas Espinoza, Juan		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Rojas Rojas, Richard	14.335.78-7	Tomate Invernadero	Helvecia, Colín, Maule, VII	
Rojas Silva, Miguel		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	
Rojas Vásquez, Juan	5.219.398-2	Tomate Invernadero	Población Los Maitenes, Maule, VII	
Roman Alcaíno, Oscar	11.765.532-6	Tomate Invernadero	Parcela 33-A, Numpay, Maule, VII	09/9629020

Salas Salas, Carlos	14.558.365-9	Tomate Invernadero	San Agustín, Colín, Maule, VII	09/5456635
Sánchez Valenzuela, Nelsón	9.184.763-9	Tomate Invernadero	Parcela 16, Colín, Maule, VII	
Sánchez Villena, Juan	10.141.671-2	Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Sánchez Villena, Sergio	10.762.797-9	Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Silva Aldana, Carlos	9.999.503-3	Tomate Invernadero	El Mirador, Maule, VII	229035
Silva Aldana, Cupertino	8.091.984-0	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Silva Aldana, Juan	7.618.682-0	Tomate Invernadero	San José Lote, Maule, VII	71/224397
Silva Aravena, Luis	13.304.952-5	Tomate Invernadero	Parcela Las Marías, Colín, Maule, VII	236865
Silva Leiva, René	5.945.451-K	Tomate Invernadero	Sta Cecilia, Colín, Maule, VII	
Silva San Martín, Adriano	7.551.357-7	Tomate Invernadero	La Línea; Santa Herminia, Maule, VII	09/5684271
Silva Silva, Patricio		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Torres San Martín, Pedro Fernando		Tomate Invernadero	Los Castaños, Maule, VII	
Troncoso Valenzuela, Luis	9.706.386-9	Tomate Invernadero	Jelbacio, Maule, VII	09/1972264
Valdebenito Letelier, Juan		Tomate Invernadero	Parcela 36, Numpay Pte., Maule, VII	
Valenzuela Garrido, José	9.014.005-1	Tomate Invernadero	Loteo 3, Los Maitenes, Maule, VII	09/9302134
Valenzuela Montecino, José	4.679.413-3	Tomate Invernadero	Parcela Miraflores, Miraflores, Maule, VII	09/5678881
Valenzuela Valenzuela, José	4.111.423-1	Tomate Invernadero	Loteo 3, Maitén, Maule, VII	09/5228102
Vallejos Contreras, Luis		Tomate Invernadero	Villa Marion, Culenar, Maule, VII	
Vallejos Contreras, René		Tomate Invernadero	Culenar, Maule, VII	
Vásquez Garrido, Oscar		Tomate Invernadero	El Jazmín, Culenar, Maule, VII	
Vásquez López, Francisco	9.055.667-3	Tomate Invernadero	Predio c. Parcela 34, Numpay Pte., Maule, VII	09/9455784
Vega Azocar, Guillermo		Tomate Invernadero	Parcela 36, Colín, Maule, VII	09/4924577
Zuñiga Muñoz, Isidro		Tomate Invernadero	El Progreso, Colín, Maule, VII	

Nombre y tipo de organizaciones relevantes que tuvieron representación: SEREMI DE AGRICULTURA, SAG, INDAP, UNIVERSIDAD CATOLICA DEL MAULE Y UNIVERSIDAD DE TALCA

Se trato de una actividad limitada a lo que se refiere a las invitaciones.

Se utilizó para las exposiciones realizadas, presentaciones en Power Point y proyectadas a través de un data show, en el Anexo 6 se incluye el material entregado a los asistentes, como a su vez las charlas presentadas en la ceremonia.

4.2. 2. Seminario de finalización del Proyecto

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA/REGION	5. FONO/FAX / Email
Alfaro, Pia	11.999.037-8	INDAP Jefe de Fomento	San Pablo, 785	palfaro@indap.cl
Aravena Diaz, Fernando	11.893.921-2	Tomate Invernadero	Parcela 18; San Miguel, Maule, VII	91912280
Aravena Diaz, Segundo Enrique	9.222.852-5	Tomate Invernadero	Parc. 18, Sta. Clara, Maule, VII	93620028
Aravena Loyola, Javier Osvaldo	15.907.253-3	Tomate Invernadero	San Jose, Colin, Maule, VII	86664401
Aravena Loyola, Marcelo Antonio	13.505.498-4	Tomate Invernadero	Miraflores s/n, Colin, Maule, VII	94717182
Aravena Rojas, Rene	10.814.447-5	Tomate, Invernadero	Parc. 34, Colin, Maule, VII	86469587
Araya Gonzalez, Pablo Segundo	5.846.663-8	Tomate Invernadero	Parcela 16, San Miguel de Colin, Maule, VII	84161803
Araya Meza, Hector Patricio	13.612.689-K	Tomate Invernadero	Parcela 16, San Miguel de Colin, Maule, VII	71-287834
Araya, Cristian	11.676384-2	Tecnico Agricola	SAE Ltda	71-510793
Arellano Aravena, Mauricio	14.559.922-9	Tomate Invernadero	Colin, Maule,VII	89572336
Arenas Mendez, Luis Manuel	8.999.334-2	Tomate Invernadero	Colin, Maule VII	92698397
Avendaño Araya, Roberto Antonio	13.858.305-8	Tomate Invernadero	San Jose, Colin, Maule, VII	85060893
Caceres Zuñiga, Marcelo	12.588.684-1	Tomate Invernadero	Helvecia, Colin, Maule, VII	83279199
Cañete Narvaez, Luis Segundo	5.102.243-2	Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	93487676
Castillo Sepulveda, Pablo Alberto	11.321.050-8	Ing. Agronomo SAE LTDA	1Poniente 1060 of 46, Talca	95403944
Diaz Sanchez, Ignacio	12.521.908-K	Tomate Invernadero	Tres Montes /Maule/VII	93661911

Droguett L, Lilianette	8.403.103-8	Ing. Agrónomo Terramaster	Huerfanos 2305. Santiago	97461173
Duran Martinez, Fernando	10.638.900-4	Ing. Agrónomo SAE Ltda	Maule, VII	93120747 fduran@universia.cl
Fuentes F., Enrique	7.615.683-2	Especialista en Calderas Terramaster	Huerfanos 2305. Santiago	2-6984786
Fuentes, Samuel	8.769.781-9	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Garrido Salinas, Marco	11.174.575-7	Tomate, Invernadero	Loteo 6, Colin, Maule, VII	97771514
González Aguilar,Pedro Antonio	11.765.509-1	Tomate, Invernadero	Población Villa Numpay Casa 3, Maule, VII	
González, Pedro	8.827155-3	Tomate, Invernadero	Maule, VII	
Jara Toledo, Jose	8.265.387-2	Tomate Invernadero	Sta Laura	
Jopia Ibanez, Fabiola	8.567.065-4	Tomate Invernadero	Las Parcelas Numpay, Maule, VII	97237587
Letelier Garrido, Luis German	10.187.085-5	Tomate Invernadero	Numpay pte	92412305
Loncollan, Horacio	6.920.918-1	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Loyola Bravo, Luis	8.604.599-1	Tomate Invernadero	Sto Domingo, Maule, VII	90561170
Maldonado Martinez, Carlos Jorge	14.018.049-1	Tomate Invernadero	Tres Montes/ Maule/ VII	84318440
Mendez Acevedo, Edinson Mauricio	12.787.184-1	Tomate Invernadero	Población El Esfuerzo 46, Colin, Maule, VII	83263768
Méndez, Hernan	4.144.292-1	Tomate Invernadero	Las parcelas Numpay, Maule, VII	89946667
Moya Moya, José Desiderio	6.503.302-K	Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colin, Maule, VII	71-238958
Moya Moya, Osvaldo	7.370.745-5	Tomate Invernadero	Villa Culenar, Prat 40, Talca	71-295997
Muñoz Oses, Raul	5.771.038-1	Ing. Agrónomo Ejecutivo integral	INDAP, Talca. 41/2 Poniente C 192, Villa San Agustin, Talca	71-226030 - 71-226092. rmunoz@indap.cl
Orellana Berríos, Carlos Alfonso	9.233.239-K	Tomate Invernadero	Población el Esfuerzo, Colín, Maule, VII	96275116
Pacheco, Alejandro		Tomate, Invernadero	Colín, Maule, VII	

Peña Lara, Alejandro	9.412.008-K	Tomate Invernadero	Parcela 44, Numpay, Maule, VII	
Peña Lara, Alejandro	9.412.008-K	Tomate Invernadero	Parcela 44, Numpay, Maule, VII	
Peña Lara, Luciano	11.373.586-6	Tomate Invernadero	Parcela N°44, Numpay, Maule, VII	93242375
Ramos, Oscar	11.765532-6	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Rojas Jaque, Cristian	12.358.610-7	Tomate Invernadero	Población La Cantera casa 49, Maule, VII	94313343
Rojas, Ana	6.426354-4	Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colín, Maule, VII	71-238958
Rojas, German	11.133.443-9	Tomate Invernadero	Fdo. Tres Montes/Maule/ VII	84318440
Rojas, Guido Hipolito	6.018.554-9	Tomate aire libre	Los Castaños, Culenar, Maule, VII	71-293440
Sanchez Villena, Juan Manuel	10.141.671-2	Tomate Invernadero	Fundo Tres Montes, Maule, VII	
Sanchez Villena, Sergio	10.762.797-9	Tomate Invernadero	Fundo Tres Montes/Maule/ VII	84318440
Silva Silva, Marcos	13.786.821-0	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	71-228961
Silva Silva, Rene	13.355.072-0	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	71-228961
Silva, Oscar	16.299.237-6	Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	71-228961
Vasquez Lopez, Francisco Patricio	11.285.808-3	Tomate Invernadero	Sitio C,. Parcela 34, Numpay Pte., Maule, VII	99455784

4.3. Días de Campo o reuniones técnicas

4.3.1. Jornada de Capacitación en Biofumigación

Tipo de actividad realizada y objetivo principal: Capacitación de los productores en el tema de la Biofumigación, con el objetivo de que aprendan a conocer y realizar esta practica en sus predios.

Fecha y lugar de realización: Se efectuaron el 21 y 22 de Enero del 2004 en la Unidad de validación N° 1 (Sr. Cesar Cáceres).

Temas tratados o exposiciones realizadas: Se le enseñó a los productores la técnica de la Biofumigación a través de una charla a cargo del Dr. Jorge Carrasco, y luego se efectúo en forma práctica la labor en la que ellos participaron activamente.

Destinatarios de la actividad: Principalmente la actividad estaba dedicada a los productores, participó también el equipo profesional del proyecto se adjunta el listado de los asistentes:

LISTADO DE ASISTENTES A LA CAPACITACIÓN EFECTUADA EL 21 DE ENERO

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA/REGION	5. FONO/FAX
Abaca Concha, Delfín		Tomate Invernadero	El Progreso, Colín, Maule, VII	
Alcantar González, Raúl	7.460.806-K	Tomate Invernadero	Helvecia; Colín, Maule, VII	09/6208613
Aravena Díaz, Fernando	11.893.921-2	Tomate Invernadero	Parcela 18; San Miguel, Maule, VII	09/6466845
Aravena Díaz, Mauricio	12.520.077-K	Tomate Invernadero	Parcela 18; Maule, VII	09/0106821
Aravena Loyola, Marcelo	13.505.498-4	Tomate Invernadero		
Aravena Rojas, Adolfo		Tomate Invernadero	Parcela 36, Colín, Maule, VII	
Aravena Rojas, Víctor	9.068.108-7	Tomate Invernadero	Parcela 15, Colín, Maule, VII	
Araya Bravo, Augusto		Tomate Invernadero	Santa Regina, Santa Clara, Maule, VII	
Araya González, Pablo Segundo	5.846.663-8	Tomate Invernadero	Parcela 16, San Miguel de Colín, Maule, VII	
Araya Meza, Héctor		Tomate Invernadero		
Arenas Méndez, Luis Manuel		Tomate Invernadero	San José lote, Maule, VII	09/2698397
Cáceres Zuñiga, Marcelo	12.588.684-1	Tomate Invernadero	Helvecia, Colín, Maule, VII	09/9769923
Cancino Luna, Tomas	8.157.814-1	Tomate Invernadero		
Cofre Muñoz, Luis Hernán	5.829.393-2	Tomate Invernadero	Parcela 34; Numpay, Maule, VII	232385
Flores González, Carlos		Tomate Invernadero		

Garrido Letelier, José Miguel	9.045.085-9	Tomate Invernadero		
González Ibañéz, Gabriel	8.186.770-6	Tomate Invernadero	Parcela 33, Numpay Pte., Maule, VII	
González Molina, José Raúl	6.258.988-4	Tomate Invernadero	Parcela 17, San Miguel, Maule, VII	09/3088381
González Roja, Isaías	9.190.186-2	Tomate Invernadero		
Hernández Vilches, Marcelo		Tomate Invernadero	Lote 1-B Parc.36, Numpay, Maule, VII	
Jelvés Montecino, Manuel		Tomate Invernadero	El Progreso, Maule, VII	09/85301703
Jopia Ibañéz, Fabiola		Tomate Invernadero		
Lara Hernández, Carlos		Tomate Invernadero		
Letelier Ramos, José		Tomate Invernadero	Parcela 36, Numpay Pte., Maule, VII	09/9626577
Loyola Bravo, Luis	8.604.599-1	Tomate Invernadero	Sto. Domingo, Maule, VII	09/0561170
Méndez Acevedo, Mauricio	12.787.187-1	Tomate Invernadero	Parcela N°34, Numpay, Colín, Maule, VII	9/3941999
Méndez Méndez, José F.		Tomate Invernadero	La Armonía, Maule, VII	09/6637900
Méndez, Hernán		Tomate Invernadero	Parcela 34, Colín, Maule, VII	
Nuñez Roco, José	6.306.047-K	Tomate Invernadero		
Olave Azocar, Miguel	9.590.091-7	Tomate Invernadero	Hijuela 3, Colín, Maule, VII	
Olave San Martín, Segundo Emilio		Tomate Invernadero	Miraflores, Maule, VII	09/5404857
Orellana Berríos, Carlos	9.233.239-K	Tomate Invernadero	Parcela 33-A, Numpay, Maule, VII	09/6275116
Orellana Herrera, Rolando Augusto	10.891.669-9	Tomate Invernadero	Parcela 34 Numpay, Maule, VII	9/9371300
Oróstica Oróstica, Sergio	8.633.399-6	Tomate Invernadero	Loteo Parcela 36, Numpay, Maule, VII	9/0302362

Poblete Garrido, Servando	9.752.188-7	Tomate Invernadero		
Poblete Letelier, Guillermo	10.187.085-5	Tomate Invernadero	Parcela 36, Maule, VII	09/7876921
Rojas Rojas, Richard Eugenio	14.335.78-7	Tomate Invernadero	Helvecia, Colín, Maule, VII	
Roman Alcaíno, Oscar	11.765.532-6	Tomate Invernadero	Parcela 33-A; Numpay, Maule, VII	09/9629020
Silva Aldana, Juan	7.618.682-0	Tomate Invernadero	San José lote, Maule, VII	71/224397
Valdebenito Letelier, Juan		Tomate Invernadero	Parcela 36, Numpay Pte., Maule, VII	
Valenzuela Montecino, José	4.679.413-3	Tomate Invernadero	Parcela Miraflores, Maule, VII	09/5678881
Vásquez López, Francisco	9.055.667-3	Tomate Invernadero	Predio c. Parcela 34, Numpay Pte., Maule, VII	09/9455784

4.3.2. LISTADO DE ASISTENTES A LA CAPACITACIÓN DEL 22 DE ENERO

1. NOMBRES Y APELLIDOS	**2. RUT PERSONAL**	**3. RUBRO AL QUE SE VINCULA**	**4. DIRECCIÓN/COMUNA/REGION**	**5. FONO/FAX**
Belmar Garrido, Jilberto		Tomate, Invernadero	Sitio lote B N° 54, Colín, Maule, VII	
Brito Brito, Luis Edgardo	5.983.394-4	Tomate, Invernadero	Parcela 18, San Miguel, Maule, VII	
Cabrera Soto, Guido Alexis	11.174.431-9	Tomate, Invernadero	Los Maitenes, Colín, Maule, VII	9/7718233
Cáceres Valdés, César Enrique	9.040.667-1	Tomate, Invernadero	Chacra Miraflores, Maule, VII	09/1673372
Fernández Gómez, Dagoberto Andrés		Educación. Ingeniero Agrónomo	Liceo María Auxiliadora, Colín, Maule, VII	
Miranda Pacheco, Gustavo Leonardo	11.893.965-4	Tomate, Invernadero	Parcela San Agustín, Colín, Maule, VII	09/7428549
Ramírez Valenzuela, Adelindo		Tomate, Invernadero	Sta. María, Culenar, Maule, VII	9/66366021
Ramírez Valenzuela, Carlos		Tomate, Invernadero	San Agustín; Culenar, Maule, VII	
Ramírez Valenzuela, Francisco		Tomate, Invernadero	Chacra Sta. María Valenzuela, Culenar, Maule, VII	9/1920678
Silva Aldana, Carlos	9.999.503-3	Tomate, Invernadero	El Mirador, Maule, VII	229035

Vallejos Contreras, Rubén		Tomate Invernadero	Los Castaños, Culenar, Maule, VII	
Vásquez López, Francisco	9.055.667-3	Tomate Invernadero	Predio c. Parcela 34, Numpay Pte., Maule, VII	09/9455784

Nombre y tipo de organizaciones relevantes que tuvieron representación: INDAP, SAE.

Identificación de los expositores:
El Coordinador de Proyecto efectúo el saludo y una reseña en que consiste el Proyecto. El Consultor del Proyecto Juan Pasten se refirió al uso del vapor como desinfectante de suelo y substrato, además de explicar el funcionamiento y partes del equipo vaporizador. Luego se efectúo una demostración de vaporización de substratos.

Se trató de una actividad de capacitación limitada para los productores que forman parte de los grupos de las distintas unidades de validación, también asistieron otros agricultores que no están inscritos en los grupos pero tenían interés por conocer la técnica.

En esa ocasión quedo pendiente la entrega de la cartilla de vaporización.

4. 3. 6. Día de Campo Avances de resultado en alternativas de reemplazo al bromuro de metilo en almácigos de tomate.

Tipo de actividad y objetivo principal: Día de campo. Dar a conocer los resultados obtenidos en manejo de almácigos de tomates con diferentes alternativas de reemplazo al Bromuro de Metilo, como fumigante de suelo.

Fecha y lugar de realización: Jueves 8 de julio 2004, se inició en el predio de productor Sr. Gustavo Miranda, para luego continuar la visita a las unidades de validación de los Sres. Cesar Cáceres y José Moya.

Temas tratados o exposiciones realizadas:

La actividad se inició con el saludo del Director Regional del INIA Sr. Víctor Kramm.
Jorge Riquelme, investigador de INIA Raihuén Coordinador del proyecto. Efectuó una introducción del proyecto y de las alternativas que se mostraron en el día de campo.
Jorge Carrasco, investigador de INIA Rayentué, Coordinador Alterno del Proyecto, dio a conocer las técnicas de biofumigación, vaporización y el uso de alternativas químicas.
Andrea Torres, investigador de INIA Raihuén, integrante del equipo técnico, dio a conocer las principales enfermedades detectadas en los diagnósticos de suelo efectuados en las unidades de validación.

Destinatarios de la actividad: Principalmente la actividad estaba orientada hacia los productores de tomate en invernaderos de Colín y de la región, participó también el equipo profesional del proyecto se adjunta el listado de los asistentes:

ASISTENTES DÍA DE CAMPO 8 DE JULIO 2004

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA/REGION	5. FONO/FAX
Aravena Díaz, Mauricio		Tomate Invernadero	Parcela 18, Maule, VII	09/0106821
Araya Bravo, Augusto		Tomate Invernadero	Santa Regina, Santa Clara, Maule, VII	
Araya Gonzalez, Pablo Segundo		Tomate Invernadero	Parcela 16, San Miguel de Colin, Maule, VII	
Araya Torres, Angel		Mediero		
Arenas Mendez, Luis Manuel		Tomate Invernadero	San Jose Lote, Maule VII	09/2698397
Azocar González, Benito Segundo		Tomate Invernadero	Parcela 26, Numpay Pte., Maule, VII	8/6150639
Cáceres Zuñiga, Marcelo		Tomate Invernadero	Helvecia, Colín, Maule, VII	09/9769923
Cañete Narvaéz, Luis Segundo		Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	093487676
Concha Leiva, Joaquin		Tomate, Invernadero	Colin, Maule, VII	
Corvalan Muñoz, Oscar				
Espinoza Gajardo, Juan Esteban		Tomate Invernadero	Parcela Sta Socorro, Colín, Maule, VII	71/229230
Ficher, Franklin				
Ficher, Luis				
Garrido Letelier, José Miguel		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Garrido Salinas, Marco		Tomate Invernadero	Loteo 6, Colín, Maule, VII	09/7771514
Gonzalez Valenzuela, Pedro Antonio			Población Villa Numpay Casa 3, Maule, VII	

Gutierrez Espinosa, Luis Alejandro		Tomate, Invernadero	Miraflores, Maule, VII	09/6582180
Guzman, Carmen Gloria		Ingeniero Agrónomo Certificador pulverización	famguzmanr@entelchile.net	73-210118 098358859
Hernandez Muñoz, Luis Sofanor		Tomate, Invernadero	Santa Clara	
Hernandez Rojas, José				
Hernandez Soto, Edita		Empreza de gas Galicys	ehernandez@galicys.cl	622 69 64 - 09-398 61 84
Lara Gutierrez, Raul Antonio		Tomate Invernadero	Parcela 16, San Miguel de Colin; Maule, VII	
Maldonado Martinez, Carlos Jorge		Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	
Méndez Acevedo, Edinson Mauricio		Tomate Invernadero	Parcela N°34 Numpay, Colín, Maule, VII	9/3941999
Mendez Calderon, Ramón				
Méndez Guerrero, Luis		Tomate Invernadero	Parcela 34, Numpay, Maule, VII	09/1779494
Miranda Pacheco, Gustavo		Tomate Invernadero	Parcela San Agustín, Colín, Maule, VII	09/7428549
Moya Moya, José Desiderio		Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colin, Maule, VII	71/238958
Moya Moya, Osvaldo		Tomate Invernadero	Chacra silvia, Culenar, Maule, VII	71/295997
Muñoz, Raul				
Peña Lara, Alejandro		Tomate Invernadero	Parcela 44, Maule, VII	
Peña Lara, Luciano		Tomate Invernadero	Parcela N°44, Numpay, Maule, VII	9/3242375
Pinto G., Fernando				
Poblete Letelier, Servando		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Poblete Letelier, Guillermo		Tomate Invernadero	Parcela 36, Numpay, Maule, VII	09/7876921

Poblete Velázquez, Sergio		Tomate Invernadero	Sta María, Maule, VII	71/293464
Quinteros Gonzalez, Bruno				
Ramirez Valenzuela, Adelindo		Tomate Invernadero	Sta Maria, Culenar, Maule, VII	71-210118 9/8358859
Ramírez Valenzuela, Carlos		Tomate Invernadero	San Agustin, Culenar, Maule, VII	
Riquelme Piazze, Alejandro				
Rojas Silva, Miguel		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	
Rojas Vásquez, Juan		Tomate Invernadero	Población Los Maitenes, Maule, VII	
Roman Alcaíno, Oscar		Tomate Invernadero	Parcela 33-A, Numpay, Maule, VII	09/9629020
Salas Salas, Carlos		Tomate Invernadero	San Agustín, Colín, Maule, VII	09/5456635
Sanchez Prado, Alejandro Andrés		Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	
Sánchez Villena, Juan		Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Sánchez Villena, Sergio		Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Silva Aldana, Francisco		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	
Silva Aldana, Juan		Tomate Invernadero	San José Lote, Maule, VII	71/224397
Valenzuela Montecino, José		Tomate Invernadero	Parcela Miraflores, Miraflores, Maule, VII	09/5678881
Vásquez López, Francisco		Tomate Invernadero	Predio c. Parcela 34, Numpay Pte., Maule, VII	09/9455784

Nombre y tipo de organizaciones relevantes que tuvieron representación: SAG e INDAP.

Se trato de una actividad limitada a lo que se refiere a las invitaciones.

Se utilizó para las exposiciones realizadas, un rotafolio impreso a color en el Anexo 1 se incluye el material entregado a los asistentes en la ceremonia.

Luego de las exposiciones se efectuó una visita a los ensayos realizados en almácigos de bandeja. Luego el grupo se trasladó a un segundo sitio demostrativo, que se mantiene en el predio de Cesar Cáceres, donde se mostró y explico en terreno las alternativas no químicas al bromuro de metilo, en almácigos en mesas, con posterior trasplante a bolsas de plántulas. Finalmente se trasladó a un tercer sitio demostrativo, que se mantiene en el predio de José Moya, donde se mostró y explico las alternativas químicas al bromuro de metilo para almácigos en mesa.

4.3.7 Día de Campo Avances de resultado en alternativas de reemplazo al bromuro de metilo en plantación de tomate.

Tipo de actividad y objetivo principal: Día de campo. Dar a conocer los avances de resultados logrados en las unidades de validación del proyecto a los productores del área y la región.

Fecha y lugar de realización: jueves 9 de diciembre del 2004 desde las 14:30 a las 17:30 hrs. Se inició en el predio de Pablo Araya, para luego continuar la visita a las unidades de validación de Cesar Cáceres y José Moya.

Temas tratados o exposiciones realizadas:

Jorge Riquelme, investigador de INIA Raihuén Coordinador del proyecto, a través de una charla magistral efectuó una introducción del proyecto y de las alternativas que se mostraron en el día de campo.

Jorge Carrasco, investigador de INIA Rayentué, VI Región, Coordinador Alterno del Proyecto, dio a conocer las principales alternativas utilizadas en el proyecto, formas de acción y modos de aplicación.

Andrea Torres, investigador de INIA Raihuén, integrante del equipo técnico, dio a conocer las principales enfermedades detectadas en los diagnósticos de suelo y el efecto de los diferentes tratamientos aplicados.

Destinatarios de la actividad: Principalmente la actividad estaba orientada hacia los productores de tomate en invernaderos de Colín y de la región, participó también el equipo profesional del proyecto. Se adjunta el listado de los asistentes:

ASISTENTES DÍA DE CAMPO 9 DE DICIEMBRE 2004

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA/REGION	5. FONO/FAX
Alcántara González, Raúl		Productor Tomate Invernadero	Helvecia; Colin, Maule, VII	09/6208613
Arancibia Orellana, Waldo		BPA	Ingeniero Agrónomo Talca	71-241962
Aravena Díaz, Segundo Enrique		Productor Tomate Invernadero	Parc. 18, Sta. Clara, Maule, VII	09/3620028
Aravena Loyola, Marcelo		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	O94717182
Aravena Rojas, Victor		Productor Tomate Invernadero	Parc. 15, Colin, Maule, VII	O90546456
Araya González, Pablo Segundo		Productor Tomate Invernadero	Parcela 16, San Miguel de Colin, Maule, VII	08/4161803
Arellano Aravena, Mauricio		Productor Tomate Invernadero	Colìn, Maule, vi	O99578003
Arenas Méndez, Luís Manuel		Productor Tomate Invernadero	San Jose Lote, Maule VII	09/2698397
Azocar González, Benito Segundo		Productor Tomate Invernadero	Parcela 26, Numpay Pte., Maule, VII	08/6150639
Belmar Garrido, Gilberto		Productor Tomate Invernadero	Sitio lote B N° 54, Colin, Maule, VII	O99045941
Cáceres Valdés, Cesar Enrique		Productor Tomate, Invernadero	Chacra Miraflores, Maule, VII	09/1673372
Cáceres Zúñiga, Marcelo		Productor Tomate Invernadero	Helvecia, Colín, Maule, VII	09/9769923
Cancino Luna, Tomas Armando		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	
Carrasco Jiménez, Jorge Alejandro		Investigador	Coordinador Alterno Proyecto, INIA Rayentue, VI	75-522220
Castillo Escobar, Jorge		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	71-232443
Castillo Sepúlveda, Pablo Alberto		Asistencia Técnica	Ingeniero Agrónomo, SAE, Talca, VII	095403944
Castro Romero, Alfredo		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	O98656436
Diaz Ugarte, Alejandro		Proveedor de Plantas	Biotecnilogía21	092314691

Donoso Cuevas, Eduardo		Productor de Bioinsumos	Gerente Técnico Nativa, San Javier, VII	71-239271
Droguet Iturra, Liliannete		Desinfección de suelo	Ingeniero Agrónomo Terramaster, Huérfanos 2305, Santiago	2-6984786
Fernández Araya, Claudia		Supervisora Proyecto	Ingeniero Agrónomo, FIA, Talca, VII	71-218408
Fuentes Fuentes, Enrique		Desinfección de suelo	Operario Terramaster, Huérfanos 2305, Santiago	2-6984786
Fuente Vallejos, Juan		Técnico Agrícola	PNUD, INIA Raihuen, Villa Alegre, VII	73-381768
Garrido Letelier, José Miguel		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Garrido Salinas, Marco		Productor Tomate Invernadero	Loteo 6, Colín, Maule, VII	09/7771514
González Rojas, Isaias Abraham		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	
Hernández Muñoz, Juan Carlos		Productor Tomate, Invernadero	Parcela san José, Santa Clara, Maule, VII	09/4707569
Loyola Bravo, Luís		Productor Tomate Invernadero	Sto Domingo, Maule, VII	09/0561170
Maldonado Martínez, Carlos Jorge		Productor Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	O92133451
Miranda Cekalovic, Claudia		Proveedor de Insumos	Ingeniero Agrónomo Mg. I .A.; AGROCAL S.A. Rancagua, VI	09-8406520
Moya Moya, José Desiderio		Productor Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colin, Maule, VII	71/238958
Muñoz Oses, Raúl		Hortalizas	Ingeniero Agrónomo INDAP, Talca	71-226030
Orostica Orostica, Sergio		Productor Tomate, Invernadero	Loteo Parcela 36 Numpay, Maule, VII	9/0302362
Oyarzun Valenzuela, Oscar		Productor Tomate Invernadero	V. Culenar, Maule, VII	09/1524335
Palma Lara, Raúl		Hortalizas	Director, SAE, Talca	71-232045
Pastén Duarte, Juan Felipe		Servicio de Desinfección de suelo	Ingeniero Agrónomo TRICAL, Rancagua, VI	02-7361185
Poblete Castro, Luís		Productor Tomate Invernadero	Chacra Silvia, Culenar, Maule, VII	71-295988

Poblete Garrido, Servando		Productor Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Poblete Letelier, Guillermo		Productor Tomate Invernadero	Parcela 36, Numpay, Maule, VII	09/7876921
Ramírez Valenzuela, Carlos		Tomate Invernadero	San Agustín, Culenar, Maule, VII	095680289
Rodriguez Cespedes, Alejandro		Tomate, Invernadero	Colin, Maule, VII	O99523138
Rodriguez Ramírez, Marco Aurelio		Tomate, Invernadero	Colin, Maule, VII	O93612477
Rodriguez Ramírez, Patricio		Tomate Invernadero	Santa Clara; Maule, VII	71-734385
Rojas Rojas, Richard Eugenio		Productor Tomate Invernadero	Helvecia, Colin, Maule, VII	71-239517
Salas Salas, Carlos		Productor Tomate Invernadero	San Agustín, Colín, Maule, VII	09/5456635
Sánchez Prado, Alejandro Andrés		Productor Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	091576485
Sánchez Villena, Juan		Productor Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Sánchez Villena, Miguel		Productor Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	095218157
Sánchez Villena, Sergio		Productor Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Silva Aldana, Cupertino Segundo		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	O99820731
Silva Silva, Marcos		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	71-228961
Silva Silva, Rene		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	71-228961
Torres Garrido, Jorge		Ingeniero Agrónomo	Universidad de Talca	08-6084504
Torres La Vega, Ceferina		INDAP	Talca	71-226050
Valencia Baier, Victor		Investigador	Subdirector Regional INIA Raihuen, Villa Alegre, VII	73-381768
Vallejos Contreras, Antonio		Tomate Invernadero	Colìn, Maule, VII	O91346610
Vásquez López, Francisco		Productor Tomate Invernadero	Predio c. Parcela 34, Numpay Pte., Maule, VII	09/9455784

Nombre y tipo de organizaciones relevantes que tuvieron representación: SAG e INDAP.

Se trato de una actividad limitada a lo que se refiere a las invitaciones.

Se utilizó para las exposiciones realizadas, un rotafolio impreso a color, especialmente diseñado para la oportunidad. En el Anexo 3 se incluye el material entregado a los asistentes en el día de campo.

Posterior a las exposiciones, se efectuó una visita a las plantaciones de tomates en suelo tratado con Metam Sodio. Luego el grupo se trasladó a un segundo sitio demostrativo, que se mantiene en el predio del Sr. Cesar Cáceres, donde se mostró y explico en terreno las alternativas no químicas al bromuro de metilo utilizadas en las mesas de plantación. Finalmente se traslado a un tercer sitio demostrativo, que se mantiene en el predio del Sr. José Moya, donde se mostró y explicó las alternativas químicas al bromuro de metilo para plantación.

4.3.8. Jornada de Capacitación en Biofumigación

Tipo de actividad realizada y objetivo principal: Capacitación de los productores en el tema de la Biofumigación, con el objetivo de capacitarlos sobre el uso de esta práctica en sus predios.

Fecha y lugar de realización: Se efectuó el 27 de enero de 2005 en la Unidad de validación Nº 1 (Sr. Cesar Cáceres).

Temas tratados o exposiciones realizadas: Se le enseñó a los productores en que consistía la Biofumigación a través de una charla a cargo del Dr. Jorge Carrasco, para posteriormente se efectuar en forma práctica la labor en la que ellos participaron activamente aplicando material de especies crucíferas picada en surcos, donde posteriormente se construyerón los camellones de plantación.

La coinvestigadora del Proyecto, Ingeniero Agrónomo Andrea Torres P., a través de una charla, expuso los resultados obtenidos en eficiencia de control de nematodos y hongos de suelo con esta técnica la temporada anterior.

Destinatarios de la actividad: Principalmente la actividad estaba dedicada a los productores, técnicos y profesionales del sector. Participo también el equipo profesional del proyecto, con las demostraciones prácticas de terreno. Se adjunta el listado de los asistentes:

LISTADO DE ASISTENTES A LA CAPACITACIÓN EFECTUADA EL 27 DE ENERO 2005.

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA/REGION	5. FONO/FAX
Alcántara González, Leonardo		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	09/6208613
Aravena Díaz, Fernando		Tomate Invernadero	Parcela 18; San Miguel, Maule, VII	09/6466845
Aravena Díaz, Mauricio		Tomate Invernadero	Parcela 18; Maule, VII	09/0106821
Aravena Díaz, Segundo Enrique		Tomate Invernadero	Parc. 18, Sta. Clara, Maule, VII	09/3620028
Aravena Loyola, Javier Osvaldo		Tomate Invernadero	San José, Colin, Maule, VII	9/1272830
Aravena Loyola, Marcelo		Tomate Invernadero	San José, Colin, Maule, VII	086664401*
Arenas Méndez, Luís Manuel		Tomate Invernadero	San José lote, Maule, VII	09/2698397
Belmar Garrido, Jilberto		Tomate Invernadero	Sitio lote B N° 54, Culenar, Maule, VII	O99045941
Benavides Pellegrini, Guillermo		Servicio de asistencia técnica	Ingeniero Agrónomo, Servicio Agroforestal Ltda. 7 Norte 189, Talca	71-239926
Bravo Aravena , Marco A.		Operador programa de suelo degradado	Técnico Agrícola, 81/2 Sur 3174, Talca	084101206
Cabrera Soto, Guido Alexis		Tomate, Invernadero	Los Maitenes, Colin, Maule, VII	9/7718233
Cáceres Meza, Juan		Tomate Invernadero	El Esfuerzo, Colin, Maule, VII	
Cáceres Valdés, Cesar Enrique		Productor Tomate, Invernadero	Chacra Miraflores, Maule, VII	09/1673372
Cancino Luna, Tomas		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	
Cancino Urrutia, Oscar		Tomate Invernadero	Parc. 22, Colin, Maule, VII	
Cañete Narváez, Luís Segundo		Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	O93487676
Duran Martínez, Fernando		Asistencia Técnica	Ingeniero Agrónomo, Talca, VII	O93120747
Espinosa Gajardo, Juan Esteban		Tomate Invernadero	Parcela Sta Socorro, Colin, Maule, VII	71/229230
Garrido Letelier, José Miguel		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	09/1897989
Garrido Salinas, Marco		Tomate, Invernadero	Loteo 6, Colin, Maule, VII	09/7771514
González Ibáñez, Gabriel		Tomate Invernadero	Parcela 33, Numpay Pte., Maule, VII	
Hernández Castro, Sebastián Alexander		Tomate Invernadero	San Miguel de Colin	O97608861

Jara Jara, Elso		Tomate Invernadero	Parcela N°47, Maule, VII	9/9601686
Jaque Aravena, José Manuel		Tomate Invernadero	Parcela Sta Nelly, Colin, Maule, VII	
Lara Gutiérrez, Raúl Antonio		Tomate Invernadero	Parcela 16, San Miguel de Colin; Maule, VII	
Méndez Calderón, Ramón Antonio		Tomate, Invernadero	Población El Esfuerzo casa 45, Colín, Maule, VII	
Moya Moya, José Desiderio		Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colin, Maule, VII	71/238958
Moya Moya, Osvaldo		Tomate Invernadero	Chacra Silvia, Culenar, Maule, VII	71/295997
Moya Rojas, Luciana		Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colin , Maule, VII	71-238958
Muñoz Muñoz, Hugo		Agente de extensión	Ingeniero Agrónomo, INDAP Parral	71-262022
Peña Lara, Alejandro		Tomate Invernadero	Parcela 44, Numpay, Maule, VII	
Peña Lara, Luciano		Tomate Invernadero	Parcela N°44, Numpay, Maule, VII	9/3242375
Pizarro A, Celso		Agente de Extensión	INDAP, Talca 24 sur 14 poniente 0549	cepizarro@indap.cl
Poblete Castro, Luís		Tomate Invernadero	Chacra Silvia, Culenar, Maule, VII	71-295988
Poblete Garrido, Servando		Tomate Invernadero	Población el Esfuerzo, Colín, Maule, VII	
Poblete Letelier, Guillermo		Tomate Invernadero	Parcela 36, Maule, VII	09/7876921
Poblete Velásquez, Sergio		Tomate Invernadero	Sta Maria, Maule, VII	71/293464
Ramírez Valenzuela, Francisco		Tomate Invernadero	Chacra Sta Maria Valenzuela, Culenar, Maule, VII	091920678
Rojas Silva, Miguel		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	
Salas Salas, Carlos		Tomate Invernadero	San Agustín, Colin, Maule, VII	09/5456635
Sánchez Valenzuela, Nelson		Tomate Invernadero	Parc. 16, Colin, Maule, VII	
Silva Aldana, Francisco		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	
Silva Aldana, Juan		Tomate Invernadero	San José lote, Maule, VII	71/224397
Silva Silva, Marcos		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	71-228961
Valenzuela Garrido, José		Tomate, Invernadero	Loteo 3, Los maitenes, Maule, VII	09/9302134

Nombre y tipo de organizaciones relevantes que tuvieron representación: INDAP

Identificación de los expositores: El Coordinador de Proyecto estuvo a cargo del saludo, además de entregar una reseña de los alcances del Proyecto. El Coordinador Alterno, Dr. Jorge Carrasco, dio a conocer la práctica de la Biofumigación, su aplicación y forma de acción sobre los patógenos .

Se trató de una actividad limitada de capacitación para los productores que forman parte de los grupos de las distintas unidades de validación, también asistieron otros agricultores que no están inscritos en los grupos los cuales tenían interés en conocer la técnica. Se entregó a cada uno de los presentes la cartilla divulgativa sobre biofumigación.

4.3. 9. Jornada de Capacitación en alternativas convencionales.

Tipo de actividad realizada y objetivo principal: Capacitación de los productores en el tema de la utilización de alternativas convencionales al Bromuro de Metilo (Productos Químicos) con el objetivo de que aprendan a conocer y realizar la practica en sus predios.

Fecha y lugar de realización: Se efectuó el 7 de abril del 2004, en la unidad de validación Nº 2 (Sr. José Moya).

Temas tratados o exposiciones realizadas: Se capacitó a los productores, sobre los productos químicos que pueden utilizar en desinfección de suelo para almácigos y plantación, como alternativas al Bromuro de Metilo. Luego se efectuó una demostración sobre la forma de aplicación de los productos.

La coinvestigadora del Proyecto, Ingeniero Agrónomo Andrea Torres P., expuso los resultados obtenidos en eficiencia de control de nematodos y hongos de suelo con esta técnica la temporada anterior.

Destinatarios de la actividad: Principalmente la actividad estaba dedicada a los productores, participó también el equipo profesional del proyecto, se adjunta el listado de los asistentes.

ASISTENTES CAPACITACIÓN EN ALTERNATIVAS CONVENCIONALES AL BROMURO DE METILO EFECTUADA EN UNIDAD DE VALIDACIÓN JOSE MOYA 7 DE ABRIL 2005

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA /REGION	5. FONO/FAX
Alcantar González, Leonardo		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	09/6208613
Alcantar González, Raúl		Tomate Invernadero	Helvecia; Colin, Maule, VII	09/6208613
Aravena Diaz, Fernando		Tomate Invernadero	Parcela 18; San Miguel, Maule, VII	09/6466845
Aravena Diaz, Mauricio		Tomate Invernadero	Parcela 18; Maule, VII	09/0106821
Aravena Loyola, Javier Osvaldo		Tomate Invernadero	San José, Colin, Maule, VII	9/1272830
Aravena Loyola, Marcelo		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	O94717182
Aravena Rojas, Adolfo		Tomate Invernadero	Parc. 36, Colin, Maule, VII	
Arellano Aravena, Mauricio		Tomate Invernadero	Colìn, Maule,VII	O99578003
Avendaño Araya, Roberto Antonio		Tomate Invernadero	San José, Colín, Maule, VII	
Belmar Garrido, Jilberto		Tomate Invernadero	Sitio lote B N° 54, Colin, Maule, VII	O99045941
Bravo Reyes, José		Tomate, Invernadero	Numpay pte	
Brito Sandoval, Luís Alberto		Tomate Invernadero	San Miguel de Colín, Maule, VII	
Cabrera Soto, Guido Alexis		Tomate, Invernadero	Los Maitenes, Colin, Maule, VII	9/7718233
Cáceres Meza, Juan		Tomate Invernadero	El Esfuerzo, Colìn, Maule, VII	
Cáceres Valdés, Cesar Enrique		Tomate, Invernadero	Chacra Miraflores, Maule, VII	09/1673372
Cáceres Zúñiga, Marcelo		Tomate Invernadero	Helvecia, Colin, Maule, VII	09/9769923
Castro Poblete, Juan		Tomate Invernadero	San José, Colín, Maule, VII	
Cañete Narváez, Luís Segundo		Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	O93487676
Cofre Muñoz, Luís Hernán		Tomate Invernadero	Parc. 34; Numpay, Maule, VII	232385
Concha Leiva, Alejandro		Tomate Invernadero	Colin	
Contardo Aravena, Roy		Tomate, Invernadero	Helvecia, Colin, Maule, VII	
Díaz Bravo, Oscar		Tomate, Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Diaz Sánchez, Ignacio		Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	

Garrido Letelier, José Miguel		Tomate, Invernadero	Colín, Maule, VII	09/1897989
Garrido Salinas, Marco		Tomate, Invernadero	Loteo 6, Colín, Maule, VII	09/7771514
González Ibáñez, Gabriel		Tomate Invernadero	Parcela 33, Numpay Pte., Maule, VII	
Hernández Rojas, José Gabriel		Tomate, Invernadero	Santa Rosa, Colín, Maule	
Hernández Castro, Sebastián Alexander		Tomate Invernadero	San Miguel de Colìn	O97608861
Hernández González, Carlos		Tomate Invernadero	El Esfuerzo, Colìn, Maule, VII	
Hernández Muñoz, Juan Carlos		Tomate, Invernadero	Parcela san José, Santa Clara, Maule, VII	09/4707569
Hernández Muñoz, Luís Sofanor		Tomate, Invernadero	Santa Clara	
Jaque Aravena, José Manuel		Tomate Invernadero	Parcela Sta Nelly, Colin, Maule, VII	
Jopia Ibáñez, Fabiola		Tomate Invernadero	Las Parcelas Numpay, Maule, VII	
Maldonado Martínez, Carlos Jorge		Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	O92133451
Méndez Acevedo, Edinson Mauricio		Tomate Invernadero	Parcela N°34 Numpay, Colin, Maule, VII	9/3941999
Méndez, Hernán		Tomate Invernadero	Las parcelas Numpay, Maule, VII	
Moya Moya, José		Tomate, Invernadero	Colín, Maule, VII	71-238958
Moya Moya, Osvaldo		Tomate Invernadero	Chacra Silvia, Culenar, Maule, VII	71/295997
Olave Azocar, Miguel Ángel		Tomate Invernadero	Hijuela 3, Colin, Maule, VII	
Orellana Berríos, Carlos		Tomate, Invernadero	Parcela. 33-A, Numpay, Maule, VII	09/6275116
Oróstica Oróstica, Sergio		Tomate, Invernadero	Loteo Parcela 36 Numpay, Maule, VII	9/0302362
Pacheco Castro, Eugenio		Tomate, Invernadero	Camino grande S/N, Maule, VII	09/2604652
Poblete Castro, Luís		Tomate Invernadero	Chacra Silvia, Culenar, Maule, VII	71-295988
Poblete Garrido, Servando		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	
Poblete Letelier, Guillermo		Tomate Invernadero	Parc. 36, Numpay, Maule, VII	09/7876921
Ramírez Valenzuela, Carlos		Tomate Invernadero	San Agustín, Culenar, Maule, VII	O95680289
Ramírez Valenzuela, Francisco		Tomate Invernadero	Chacra Sta Maria Valenzuela, Culenar, Maule, VII	O91920678
Riquelme Riquelme, Magaly		Tomate, Invernadero	Colín, Maule, VII	
Rojas Espinosa, Juan		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	

Rojas Rojas, Richard Eugenio		Tomate Invernadero	Helvecia, Colin, Maule, VII	71-239517
Rojas Vásquez, Juan		Tomate Invernadero	Población Los Maitenes, Maule, VII	
Román Alcaino, Oscar		Tomate Invernadero	Parc. 33-A; Numpay, Maule, VII	09/9629020
Salas Salas, Carlos		Tomate Invernadero	San Agustín, Colin, Maule, VII	09/5456635
Salas Yánez, German		Tomate Invernadero	Colin	
Sánchez Valenzuela, Nelson		Tomate Invernadero	Parc. 16, Colin, Maule, VII	
Sánchez Villena, Juan Manuel		Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Sánchez Villena, Miguel		Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	O95218157
Silva Aldana, Juan		Tomate Invernadero	San José Lote, Maule VII	71/224397
Silva Silva, Marcos		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	71-228961
Valdés Tapia, Dagoberto		Tomate, Invernadero	Parcela 34, Colín, Maule VII	
Vallejos Contreras, Rubén		Tomate Invernadero	Los Castaños, Culenar, Maule, VII	
Vásquez López, Francisco Patricio		Tomate Invernadero	Predio c. Parcela 34, Numpay Pte., Maule, VII	09/9455784

Nombre y tipo de organizaciones relevantes que tuvieron representación: INDAP, SAG y la presencia de la Señora Seremi de Agricultura, María Pía Alfaro. (Figuras 9 y 10).

Identificación de los expositores:
El Coordinador de Proyecto estuvo a cargo del saludo y de entregar una reseña en que consiste el Proyecto. El Coordinador Alterno Dr. Jorge Carrasco, explicó acerca de las ventajas de utilización de productos químicos, alternativos al brfomuro de metilo, y que no afectan la capa de ozono. A su vez, el coinvestigador del Proyecto, Edmundo Varas Ingeniero Agrónomo experto en riego, capacitó en el uso del sistema de riego para la aplicación de productos químicos. Todas las charlas se efectuaron en terreno, explicando con los mismos equipos de aplicación la manera correcta en que se deben efectuar las aplicaciones tanto para almácigo como para plantación.

Se trato de una actividad de capacitación limitada para los productores que forman parte de los grupos de las distintas unidades de validación, también asistieron otros agricultores que no están inscritos en los grupos pero tenían interés en conocer la técnica.

Se entregó la cartilla de Alternativas Convencionales (Anexo 1)



Foto 16. Saludo de la Seremi de Agricultura, Sra. María Pía Alfaro, en capacitación de productores, Colín, Maule, VII Región.



Foto 17. Productores aprenden la técnica de desinfección de suelo con Metam Sodio en Predio de José Moya, Colín, VII Región.

4.3.10. Jornada de Capacitación en Vaporización.

Tipo de actividad realizada y objetivo principal: Capacitación de los productores en la utilización del vapor como un desinfectante de suelo y substrato como una alternativa limpia de reemplazo al Bromuro de Metilo con el objetivo de que aprendan a conocer y realizar la practica en sus predios.

Fecha y lugar de realización: Se efectuó el 5 de mayo del 2005 en la unidad de validación Nº 3 (Gustavo Miranda).

Temas tratados o exposiciones realizadas: Se le enseño a los productores como se utiliza el vapor en la desinfección de substratos, se efectuó una demostración acerca de cómo se vaporiza el substrato.

La coinvestigadora del Proyecto, Ingeniero Agrónomo Andrea Torres P., expuso los resultados obtenidos en eficiencia de control de nematodos y hongos de suelo con esta técnica la temporada anterior.

Destinatarios de la actividad: Principalmente la actividad estaba dedicada a los productores, participo también el equipo profesional del proyecto, se adjunta el listado de los asistentes a la capacitación:

CAPACITACIÓN EN VAPORIZACIÓN EFECTUADA EN UNIDAD DE VALIDACIÓN Nº3 GUSTAVO MIRANDA

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA /REGION	5. FONO/FAX
Amaro Morales, Carol		Estudiante	Universidad Católica del Maule Escuela de Agronomía	
Aravena Diaz, Fernando		Tomate Invernadero	Parcela 18; San Miguel, Maule, VII	09/6466845
Balduil, Sergio		Servicio Agrícola	SAG	
Bobadilla, Cristian Andrés		Asistencia Técnica	Técnico Agrícola, SAE, Talca	71- 510793
Cáceres Valdés, Hernán		Tomate, Invernadero	Parcelas Numpay, Maule, VII	
Espinosa Gajardo, Juan Esteban		Tomate Invernadero	Parcela Sta Socorro, Colin, Maule, VII	71/229230
González, Bélgica		Asistencia Técnica	Ingeniero Agrónomo, Prodesal Curepto	
González, Maria Carolina		Asistencia Técnica	Técnico Agrícola, Procesal Curepto	
Gutiérrez Campos, Fabián Andrés		Estudiante	Universidad Católica del Maule Escuela de Agronomía	
Jiménez Moreno, Narciso Andrés		Estudiante	Universidad Católica del Maule Escuela de Agronomía	

Letelier Garrido, Luís German		Tomate Invernadero	Numpay pte	09/2412305
López A., Roberto		Estudiante	Universidad Católica del Maule Escuela de Agronomía	
Loyola Bravo, Luís		Tomate Invernadero	Sto. Domingo, Maule, VII	09/0561170
Loyola L., Nelson		Tomate Invernadero	Colin, Maule,VII	
Méndez Guerrero, Luís Humberto		Tomate Invernadero	Parc. 34, Numpay, Maule, VII	09/1779494
Miranda Pacheco, Gustavo		Tomate Invernadero	Parcela San Agustín, Colín, Maule, VII	09/7428549
Mondaca Espinosa, Francisco Javier		Estudiante	Universidad Católica del Maule Escuela de Agronomía	
Moya Moya, José Desiderio		Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colín, Maule, VII	71/238958
Moya Rojas, Luciana		Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colin , Maule, VII	71-238958
Orellana Flores, Bernardo		Tomate Invernadero	San Miguel de Colín, Maule, VII	
Salas Salas, Carlos		Tomate Invernadero	San Agustín, Colín, Maule, VII	09/5456635
Salcedo Jofre, Jaime Andrés		Tomate Invernadero	Colin	9/6817280
Silva San Martín, Adriano		Tomate Invernadero	La Línea; Santa Herminia, Maule, VII	09/5684271
Toledo B., Luís		Servicio Agrícola	SAG	
Vallejos Gatica, Andrés		Estudiante	Universidad Católica del Maule Escuela de Agronomía	

Nombre y tipo de organizaciones relevantes que tuvieron representación: INDAP; SAG y Universidad Católica del Maule.

Identificación de los expositores:

El Coordinador de Proyecto, Sr. Jorge Riquelme, entregó una reseña del proyecto, con una breve descripción de los objetivos y actividades. Posteriormente, participó el Técnico de INIA Rayentué Sr. Luís Silva, especialista en manejo de calderas, el cual se refirió al uso del vapor como desinfectante de substrato, explicando además el funcionamiento y partes del equipo vaporizador. Luego se efectúo una demostración práctica de terreno de cómo se vaporiza substrato, con mediciones de temperaturas de aplicación.

Las anteriores presentaciones, se trataron de una actividad de capacitación limitada para los productores que forman parte de los grupos de las distintas unidades de validación. También asistieron otros agricultores que no están inscritos en los grupos, los cuales tenían interés en conocer la técnica.

Se entregó a los asistentes la cartilla de vaporización (Anexo 2).

4.3.11 Día de Campo Avances de resultado en alternativas de reemplazo al bromuro de metilo en almácigos de tomate.

Tipo de actividad y objetivo principal: Día de campo. Dar a conocer los resultados obtenidos en manejo de almácigos de tomates con diferentes alternativas de reemplazo al Bromuro de Metilo, como fumigante de suelo.

Fecha y lugar de realización: Jueves 7 de julio 2005. Se inició en el predio de Gustavo Miranda, para luego continuar la visita a las unidades de validación de Cesar Cáceres y José Moya.

Temas tratados o exposiciones realizadas:

La actividad se inició con el saludo del Coordinador del Proyecto a nombre de la Dirección de INIA Raihuen.
Se contó con la presencia de la Supervisora del Proyecto Claudia Fernandez quien saludo a nombre de la Fundación para la Innovación Agraria a los asistentes.
Jorge Riquelme, investigador de INIA Raihuén Coordinador del proyecto. Efectuó una introducción del proyecto y de las alternativas que se mostraron en el día de campo.
Jorge Carrasco, investigador de INIA Rayentué, Coordinador Alterno del Proyecto, dio a conocer los últimos avances de las técnicas de biofumigación, vaporización y el uso de alternativas químicas.
Andrea Torres, investigador de INIA Raihuén, integrante del equipo técnico, dio a conocer las principales enfermedades detectadas en los diagnósticos de suelo efectuados en las unidades de validación.

Destinatarios de la actividad: Principalmente la actividad estaba orientada hacia los productores de tomate en invernaderos de Colín y de la región, participó también el equipo profesional del proyecto se adjunta el listado de los asistentes:

ASISTENTES DÍA DE CAMPO 7 DE JULIO DE 2005

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA/REGION	5. FONO/FAX
Aguilar Inostroza, Luis		Tomate al Aire Libre	Camino Maule s/n	
Alcaino, Francisco				
Alcantar Gonzalez, Leonardo		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	09/6208613
Aravena Loyola, Javier Osvaldo		Tomate Invernadero	San Jose, Colin, Maule, VII	O86664401
Aravena Loyola, Marcelo		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	O94717182
Aravena Rojas, Rene		Tomate, Invernadero	Parc. 34, Colin, Maule, VII	09/1779567

Aravena Rojas, Victor Hugo		Productor Tomate Invernadero	Parc. 15, Colin, Maule, VII	O90546456
Arenas Méndez, Luis Manuel		Productor Tomate Invernadero	San Jose Lote, Maule VII	09/2698397
Avendaño Araya, Roberto Antonio		Tomate Invernadero	San José, Colín, Maule, VII	
Belmar Garrido, Gilberto		Productor Tomate Invernadero	Sitio lote B N° 54, Colin, Maule, VII	O99045941
Benavides Barrera, Rosa del Pilar		Productor Tomate Invernadero	Villa de Yanquil S/N. Santa Cruz. VI Región	72/933510
Bravo S., Luis				
Cáceres Valdés, Cesar Enrique		Productor Tomate, Invernadero	Chacra Miraflores, Maule, VII	09/1673372
Cáceres Zúñiga, Marcelo		Productor Tomate Invernadero	Helvecia, Colín, Maule, VII	09/9769923
Cantin, Milissen				
Castro Poblete, Juan		Tomate Invernadero	San José, Colín, Maule, VII	
Collado Inzulza Cristian		Ingeniero Agrónomo	Prodesal Maule	O96391033
Concha Leiva, Alejandro		Tomate Invernadero	Colin	
Contreras Loyola, Cristian				
Diaz, Pamela		Arquitecto	Servicio País Pencahue Pame_arq@hotmail.com	71-235800 08-2735481
Díaz Bravo, Oscar		Tomate, Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Domínguez, Samuel		Técnico Agrícola	Prodesal Pencahue	O90947087
Garrido Letelier, José Miguel		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	O91897989
Gonzalez, Luis				
Gonzalez Diaz, Bélgica		Ingeniero Agrónomo	Prodesal Pencahue. belgica74@hotmail.com	O94795981
Gonzalez Valenzuela, Pedro Antonio			Población Villa Numpay Casa 3, Maule, VII	
Guajardo P., Manuel				
Gutierrez Espinosa, Luis Alejandro		Tomate, Invernadero	Miraflores, Maule, VII	09/6582180

Hernandez González, Carlos		Tomate Invernadero	El Esfuerzo, Colin, Maule, VII	
Hernandez Rojas, José Gabriel		Tomate, Invernadero	Santa Rosa, Colín, Maule	
Ibarra Castro, Roberto Andrés		Ingeniero Agrónomo	Proyecto Santa Cruz. Universidad de Talca, Sexta Región. ribarra@utalca.cl	8/9573017
Jaque Aravena, Jose Manuel		Tomate Invernadero	Parcela Sta Nelly, Colin, Maule, VII	
Katay C., Eduardo				
Lara Hernandez, Carlos		Tomate Invernadero	San Miguel de Colin, Maule VII	
Mancilla Muñoz, Andrés		Técnico agrícola	Masay, semillero de maíz	O9669432
Marín Gonzalez, Luis		Técnico agrícola	Prodesal Talca. Municipalidad de Talca	
Molina, Ramiro		Técnico agrícola	Agrocampo Ltda	
Morales Aguirre; María Pía		Trabajadora Social	Servicio País Pencahue. piama@123mail.cl	O98874281
Moya Moya, José Desiderio		Productor Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colin, Maule, VII	71/238958
Moya Moya, Osvaldo		Tomate Invernadero	Chacra Silvia, Culenar, Maule, VII	71/295997
Neira A.,Antonio				
Olmedo Pizarro, Siria del Carmen		Productor Tomate Invernadero	Villa de Yanquil S/N. Santa Cruz. VI Región	9/3257196
Ormeño C., Loreto			Servicio País	
Padilla Rojas, Andrea				
Palma Lara, Raúl		Hortalizas	Director, SAE, Talca	71-232045
Parraguez Pavez, Luis Marcial		Tomate invernadero	Santa Cruz, Sexta	8/5270897
Peña Lara, Alejandro		Tomate Invernadero	Parcela 44, Numpay, Maule, VII	
Peña Lara, Luciano		Tomate Invernadero	Parcela N°44, Numpay, Maule, VII	9/3242375
Poblete Castro, Luís		Productor Tomate Invernadero	Chacra Silvia, Culenar, Maule, VII	71-295988
Poblete Garrido, Servando		Productor Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	

Poblete Velásquez, Sergio		Tomate Invernadero	Sta Maria, Maule, VII	71/293464
Prieto Pino, Patricia Carmen		Tomate invernadero	Pasaje Quinahue Nº 468, Santa Cruz, VI	8/5270895
Quinteros Gonzalez, Bruno				
Ramirez Valenzuela, Francisco		Tomate Invernadero	Chacra Sta Maria Valenzuela, Culenar, Maule, VII	091920678
Rojas Acevedo, Blas				
Rojas B, Cesar				
Rojas Jaque, Cristian		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	9/6571129
Rojas Silva, Miguel		Tomate Invernadero	Numpay, Maule, VII	
Román Alcaino, Oscar		Tomate Invernadero	Parc. 33-A; Numpay, Maule, VII	09/9629020
Salas Salas, Carlos		Productor Tomate Invernadero	San Agustín, Colín, Maule, VII	09/5456635
Salas Yánez, German		Tomate Invernadero	Colin	
Sánchez Prado, Alejandro Andrés		Productor Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	091576485
Sánchez Villena, Sergio		Productor Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Sepúlveda, Sandro				
Silva Silva, Marcos		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	71-228961
Torres San Martín, Pedro Fernando		Tomate Invernadero	Los Castaños, Maule, VII	
Urra Maureira, Sergio		Ingeniero Agrónomo	Europlant Chile Agente regional	08-5281281
Valenzuela Montesino, Jose Anibal		Tomate Invernadero	Parcela Miraflores, Maule, VII	09/5678881
Vallejos Contreras, Antonio		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	091346610
Varas, Manuel				
Yánez Mandujano, Roberto		Tomate invernadero	Sexta Región	

Nombre y tipo de organizaciones relevantes que tuvieron representación: SAG e INDAP.

Se trato de una actividad limitada a lo que se refiere a las invitaciones.

Se utilizó para las exposiciones realizadas, un rotafolio impreso a color. En el Anexo 3 se incluye el material entregado a los asistentes en el día de campo.

Posterior a las exposiciones, se efectuó una visita a los almácigos producidos con desinfección de sustrato con vapor. Luego el grupo se traslado a un segundo sitio demostrativo, que se mantiene en el predio del Sr. Cesar Cáceres, donde se mostraron las plantas manejadas en bolsas con los distintos tratamientos. Finalmente se traslado a un tercer sitio demostrativo, que se mantiene en el predio del Sr. José Moya, donde se mostró y explicó las alternativas químicas al bromuro de metilo para almácigos a raíz desnuda.

4.3.12. Día de Campo Avances de resultado en alternativas de reemplazo al bromuro de metilo en plantación de tomates.

Tipo de actividad y objetivo principal: Día de campo avance de resultados en alternativas de reemplazo al bromuro de metilo en plantación de tomate. Dar a conocer los avances de resultados logrados en las unidades de validación del proyecto a los productores del área y la región.

Fecha y lugar de realización: Viernes 2 de diciembre 2005. Se inició en el predio de Cesar Cáceres, para luego continuar la visita a la unidad de validación de José Moya.

Temas tratados o exposiciones realizadas: La actividad se inició con el saludo del Director de INIA Raihuén Sr. Victor Kramm Muñoz.

Jorge Riquelme, investigador de INIA Raihuén Coordinador del proyecto. Efectuó una introducción del proyecto y de las alternativas que se mostraron en el día de campo.

Jorge Carrasco, investigador de INIA Rayentué, Coordinador Alterno del Proyecto, dio a conocer las técnicas de biofumigación, vaporización y el uso de alternativas químicas. Explicó las ventajas y desventajas de cada una de las técnicas.

Andrea Torres, investigador de INIA Raihuén, integrante del equipo técnico, dio a conocer las principales enfermedades detectadas en los diagnósticos de suelo efectuados en las unidades de validación.

Destinatarios de la actividad: Principalmente la actividad estaba orientada hacia los productores de tomate en invernaderos de Colín y de la región, participó también el equipo profesional del proyecto se adjunta el listado de los asistentes:

ASISTENTES DÍA DE CAMPO 2 DE DICIEMBRE DEL 2005

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT PERSONAL	3. RUBRO AL QUE SE VINCULA	4. DIRECCIÓN/COMUNA/REGION	5. FONO/FAX
Arellano J., Carlos		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	
Arenas Méndez, Luís Manuel		Productor Tomate Invernadero	San Jose Lote, Colin, Maule VII	09/2698397
Belmar Garrido, Gilberto		Productor Tomate Invernadero	Sitio lote B N° 54, Colin, Maule, VII	O99045941
Benavides Barrera, Rosa del Pilar		Productor Tomate Invernadero	Villa de Yanquil S/N. Santa Cruz. VI Región	72/933510
Bravo Reyes, Jose		Tomate, Invernadero	Numpay pte	
Cancino Luna, Tomas Armando		Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	
Carreño, Previsto		Tomate Invernadero	Fdo. Tres Montes/Maule/VII	
Diaz, Pamela		Arquitecto	Servicio País Pencahue Pame_arq@hotmail.com. Las Vertientes Casa 7 Pencahue	71-235800 08-2735481
Diaz Sanchez, Ignacio		Tomate Invernadero	Tres Montes/Maule/VII	
Domínguez, Samuel		Técnico Agrícola	Prodesal Pencahue	O90947087
Fuentes J. José Luis		Tecnico Agrícola	$7^{1/2}$Poniente B 01142, Talca.	
Garrido Letelier, José Miguel		Tomate Invernadero	Colín, Maule, VII	O91897989
Gonzalez Diaz, Bélgica		Ingeniero Agrónomo	Prodesal Pencahue. belgica74@hotmail.com. $7^{1/2}$Poniente B 01142, Talca.	O94795981
Gutierrez Espinosa, Luis Alejandro		Tomate, Invernadero	Miraflores, Maule, VII	09/6582180
Hernandez Muñoz, Luis Sofanor		Tomate, Invernadero	Santa Clara, Colín, Maule, VII	
Gonzalez Rojas, Isaias Abraham		Tomate Invernadero	Población El Esfuerzo, Colin, Maule, VII	
Ibarra Castro, Roberto Andrés		Ingeniero Agrónomo	Proyecto Santa Cruz. Universidad de Talca, Sexta Región.	8/9573017

			ribarra@utalca.cl. 12 1/2 Oriente D 3222, Talca.	
Lecaros, Carlos		Tomate Invernadero	Parcela el Castillo, Colín, Maule, VII	
Maldonado Martinez, Carlos Jorge		Tomate Invernadero	Fundo Tres Montes/Maule/VII	O92133451
Mendez Acevedo, Edinson Mauricio		Tomate Invernadero	Población El Esfuerzo, Colin, Maule, VII	9/3941999
Morales Aguirre, María Pía		Trabajadora Social	Villa Esperanza s/n, Servicio País Pencahue. piama@123mail.cl	O98874281
Moya Moya, José Desiderio		Productor Tomate Invernadero	Hijuela 3, San José de Colin, Maule, VII	71/238958
Moya Moya, Osvaldo		Tomate Invernadero	Chacra Silvia, Culenar, Maule, VII	71/295997
Orellana Berríos, Carlos Alfonso		Tomate Invernadero	Población el Esfuerzo, Colín, Maule, VII	09/6275116
Orostica Orostica, Sergio		Tomate, Invernadero	Loteo Parcela 36 Numpay, Maule, VII	9/0302362
Parraguez Pavez, Luis Marcial		Tomate invernadero	Santa Cruz, Sexta	8/5270897
Poblete Castro, Luís		Productor Tomate Invernadero	Chacra Silvia, Culenar, Maule, VII	71-295988
Poblete Letelier, Guillermo		Tomate Invernadero	Población el Esfuerzo, Colín, Maule, VII	09/7876921
Poblete Velásquez, Sergio		Tomate Invernadero	Población Villa Culenar, Maule, VII	71/293464
Prieto Pino, Patricia Carmen		Tomate invernadero	Pasaje Quinahue Nº 468, Santa Cruz, VI	8/5270895
Ramirez Valenzuela, Abelindo		Tomate Invernadero	Sta Maria, Culenar, Maule, VII	71-210118 9/8358859
Ramírez Valenzuela, Carlos		Tomate Invernadero	Parcela el Retiro Nº 2, San Agustin, Culenar, Maule, VII	O95680289
Ramirez Valenzuela, Francisco		Tomate Invernadero	Chacra Sta Maria Valenzuela, Culenar, Maule, VII	O91920678
Rodriguez Cespedes, Alejandro		Tomate, Invernadero	Sta Clara, Colin, Maule, VII	O99523138
Rodriguez Ramirez, Patricio		Tomate Invernadero	Santa Clara, Colín, Maule, VII	71-734385

Rojas, German		Tomate Invernadero	Fdo. Tres Montes/Maule/VII	
Salas Salas, Carlos		Productor Tomate Invernadero	San Agustín, Colín, Maule, VII	09/5456635
Salcedo Gutierrez, Ramiro		Tomate Invernadero	Parcela Numpay Nº 24, Colin, Maule, VII	
Sánchez Villena, Sergio		Productor Tomate Invernadero	Tres Montes, Maule, VII	
Sanchez Villena, Juan Manuel		Tomate Invernadero	Fundo Tres Montes, Maule, VII	
Silva Aldana, Juan		Tomate Invernadero	San Jose Lote, Maule VII	71/224397
Silva Silva, Marcos		Productor Tomate Invernadero	Colin, Maule, VII	71-228961
Torres San Martín, Pedro Fernando		Tomate Invernadero	Los Castaños, Culenar, Maule, VII	
Urrutia Fuenzalida, Gilberto Enrique		Tecnico Agrícola	Servicio de Asesorias a Empresas Limitada (SAE LTDA), 1 Poniente 1060 Oficina 46, Talca	937001412
Valdes Tapia, Dagoberto		Tomate Invernadero	Parc. 34, Colin, Maule, VII	
Valenzuela, José		Técnico Agrícola	Prodesal Pencahue	
Vallejos Contreras, Antonio		Tomate Invernadero	Culenar, Colin, Maule, VII	O91346610
Vasquez Lopez, Francisco Patricio		Tomate Invernadero	Sitio C,. Parcela 34, Numpay Pte., Maule, VII	09/9455784
Zuñiga Muñoz, Isidro		Tomate Invernadero	Población el Esfuerzo, Colin, Maule, VII	

Nombre y tipo de organizaciones relevantes que tuvieron representación:
SAG e INDAP.
Se trato de una actividad limitada a lo que se refiere a las invitaciones.

Se utilizó para las exposiciones realizadas, un rotafolio impreso a color. En el Anexo 3 se incluye el material entregado a los asistentes en el día de campo.

Posterior a las exposiciones, se efectuó una visita a los invernaderos para observar el efecto en el desarrollo de las plantas de los diferentes tratamientos. Luego el grupo se traslado a la unidad de validación Nº 2, que se mantiene en el predio del Sr. José Moya, donde tambien se visitaron los ensayos de plantación. tratamientos.

Finalmente se termino con un ágape en la misma unidad de validación. Se muestra a continuación algunas fotos del día de campo realizado.

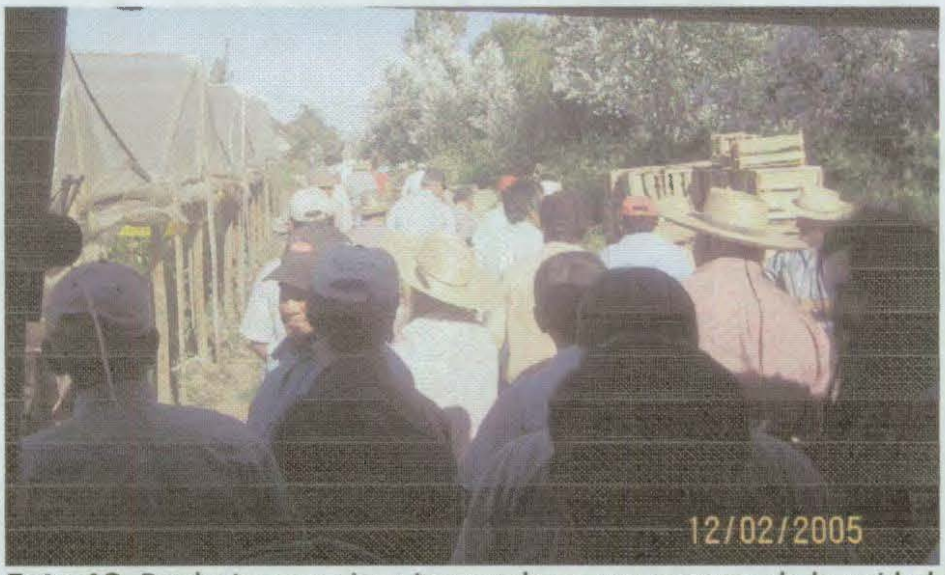


Foto 18. Productores revisan invernaderos con ensayos de la unidad de validación 1.



Foto 19. Productores observan la calidad de los tomates obtenidos con los diferentes tratamientos en la unidad de validación Nº 2.

4.4. Publicaciones Científicas.

Boletín Tecnico Nº 155

RIQUELME, S., JORGE, CARRASCO, J., JORGE; TORRES, P., ANDREA Y VARAS, B., EDMUNDO. 2006. Alternativas de desinfección de suelo en la producción de tomates en invernaderos de Colín. Villa Alegre, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
Boletín INIA Nº 155, 108p.

Tesis de Grado:

PABLO ALBERTO CASTILLO SEPULVEDA. 2005. Evaluación de Alternativas Sustentables de Reemplazo al Bromuro de Metilo como Fumigante de suelo, en la producción de almácigos de Tomate para invernaderos de la VII Región. Ingeniero Agrónomo. Talca. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias.

PAULA CAROLINA OLAVE DIAZ. 2006. Eficacia del fumigante Metam Sodio sobre los niveles poblacionales de nematodos fitoparasitos asociados al cultivo bajo invernadero de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en tres suelos de localidades de Colin y Unihue VII Región. Ingeniero Agrónomo. Talca. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias

4.5. Publicaciones divulgativas

4.5.1 Elaboración de cartilla sobre biofumigación:

Se elaboro una cartilla para explicar en forma didáctica a los agricultores en que consiste la técnica de biofumigación y como se debe efectuar. Se adjunta un ejemplar de la cartilla.

4.5.2. Elaboración de cartilla sobre Metam Sodio.

Se publico una cartilla sobre el uso del Metam Sodio como alternativa convencional de reemplazo al Bromuro de Metilo. Se adjunta en el Anexo 1.

4.5.3. Elaboración de cartilla sobre vaporización.

Se publico cartilla sobre vaporización de sustratos. Se ajunta en el Anexo 2.

4.6. Artículos en prensa.

Jueves 04 de Marzo 2004, Diario El Centro, Sección AgroCentro, Página 13, "Con Proyecto en el Sector Colín INIA busca eliminar bromuro de metilo en producción de tomates", Entrevista a Andrea Torres P.

Jueves 08 de Abril 2004, Diario El Centro, Sección AgroCentro, Página 12, "Comenzó proyecto que busca reemplazar bromuro de metilo en producción de tomates.", Entrevista de Andrea Torres P. y Jorge Riquelme S.

4.7. Otras actividades de difusión

Durante la FITAL en Talca desde el 26 de marzo al 4 de abril del 2004, se exhibió en el Pabellón del Agro, un Póster de 90 X 115 cm. El Póster entregaba información de las actividades que se están realizando en el Proyecto, como a su vez de los agricultores de los Sitios de Validación. Durante el transcurso de esta Feria, a aquellos agricultores que visitaron el Pabellón y requirieron mayores antecedentes del proyecto, les fue entregada por la Co Investigadora del Proyecto, Ingeniero Agrónomo Andrea Torres P. o la Ingeniero Agrónomo Carmen Gloria Morales A., Memorante de INIA – Raihuén. Actualmente, este Póster se encuentra exhibido en el hall de INIA – Raihuén. Se adjunta en Anexo 8 una copia reducida del Póster.

Se efectúo una charla didáctica en que consiste el proyecto a los estudiantes de 1ero a 4to medio del Liceo Técnico Agrícola de Colín María Auxiliadora. La Charla se realizó el jueves 1 de abril desde las 11:00 hrs a las 12:30 hrs. y la exposición estuvo a cargo del Coordinador del proyecto.

El jueves 12 de agosto del 2004 se efectuaron dos charlas, una por la mañana en el Liceo Agrícola de Pencahue y otra por la tarde en la Escuela Agrícola de San Clemente llamadas "Alternativas al Bromuro de Metilo en cultivos Hortícolas y Fruticolas", donde participo el Coordinador Del Proyecto Dr. Jorge Riquelme, dando a conocer a los futuros técnicos agrícolas las actividades que esta realizando el proyecto con los productores de tomates en invernaderos de Colín.

El 13 de agosto del 2004 la misma charla fue impartida en el Liceo Agrícola Sagrado Corazón de Villa Alegre y otra en el Liceo Agrícola de Duao. En esta oportunidad el Coordinador Alterno del Proyecto Dr. Jorge Carrasco dio a conocer las actividades que el Proyecto desarrolla en Colín.

El jueves 28 de octubre del 2004 en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Talca, se realizo una charla para estudiantes del Magister de Horticultura: "Biofumigación, una alternativa limpia para la desinfección de suelos ", a cargo de la investigadora de INIA Raihuén e integrante del equipo técnico del Proyecto, Ingeniero Agrónomo Andrea Torres.

Con motivo del Día abierto de INIA Raihuén se monto un stand, con la información generada por el proyecto. Se coloco un mostrario con cajones de tomates proveniente de los ensayos montados en las unidades de validación con las diferentes alternativas que se están evaluando. También se invito a los visitantes a degustar un "chancho en piedra" elaborando con tomate proveniente de los ensayos de biofumigación. Mediante un rotafolio se le enseño las diferentes alternativas a los asistentes. (Ver Foto 20).



Foto 20. Coordinador del proyecto muestra a los asistentes al día abierto INIA Raihuén las diferentes alternativas que se evalúan en Colín.

Durante la FITAL en Talca desde el 24 de marzo al 3 de abril de 2005, se dio a conocer el proyecto mediante un Poster y la entrega de cartillas a los productores, profesionales, técnicos y estudiantes que visitaron el Pabellón del Agro.

El 20 de junio del 2005 a petición del Director Regional del SAG y con la autorización de la supervisora del FIA, se efectuó una capacitación para 18 profesionales y técnicos del Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente del SAG, sobre las actividades del proyecto. La capacitación se inicio con una presentación técnica del proyecto a cargo del Coordinador Jorge Riquelme y la Profesional Andrea Torres, en el Salón de planificación del SAG, luego se visitaron tres unidades de validación en Colín (Figuras 11 y 12)



Foto 21. Funcionarios del SAG, visitan ensayos de desinfección de bandejas con vapor, en predio del Sr. Gustavo Miranda, Colín, Maule, VII Región.



Foto 22. Funcionarios del SAG conocen técnica de desinfección de suelo con Metam Sodio en predio del Sr. José Moya, Colín, Maule, VII Región.

Durante este periodo el proyecto ha tenido una alta demanda de los medios escritos como de televisión, dándose a conocer la importancia del proyecto a través de diferentes medios de comunicación regionales y nacionales. En el Anexo 2 se muestran impresiones de estas publicaciones.

Otras actividades de difusión han consistido en:

Charlas técnica a los estudiantes del Magíster en hortifruticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca.

Entrega de las cartillas de Biofumigación, Vaporización y Metam sodio en las actividades del "Móvil Informativo Silvoagropecuario (MISA) efectuados en las comunas de Maule, Molina Pencahue, Sagrada Familia, Romeral, Yerbas Buenas, Longavi y San Javier.

Envió de cartillas por correo tradicional a usuarios interesados en el tema.

Envió de las cartillas de Biofumigación, Vaporización y Metam sodio a las bibliotecas del INIA, como material de consulta para usuarios de otras regiones.

Envió de cartillas a la Biblioteca de ODEPA.

Envió a usuarios interesados en el tema, de las cartillas en versión pdf, a través del correo electrónico.

Entrega de las cartillas a la Biblioteca de la Universidad Católica del Maule.

Entre de un set de cartillas al Encargado Regional de Protección Vegetal del Servicio Agrícola y Ganadero.

Entrega periódica de cartillas a visitantes de INIA Raihuén, interesados en el tema.

Participación en Día de abierto de INIA Raihuén del Proyecto con un Stand.

El miércoles 16 de noviembre 2005 se monto un stand con una muestra de las actividades desarrolladas por el Proyecto, a través de póster y rotafolios. También se exhibieron tomates con los diferentes tratamientos y se ofreció una degustación. La muestra fue visitada por el Ministro de Agricultura y autoridades regionales, así mismo por productores de los diferentes GTT de Agricultura Familiar de la Región, profesionales y estudiantes de liceos agrícolas, un total de 150 visitantes tuvieron la ocasión de conocer las actividades del proyecto. Además se hicieron presentes medios de comunicación, como el diario el Centro y Televisión Nacional, que entrevistaron un productor participante del Proyecto: José Moya, quien también tuvo la oportunidad de dirigirse al Ministro y entregarle una carta de petición de ayuda para implementar una de las técnicas difundidas por el proyecto: Metam Sodio más Trichoderma, como desinfectante de suelo alternativo al Bromuro de Metilo. A continuación testimonio gráfico de la actividad.



Foto 23. Stand del proyecto en Día abierto INIA Raihuén.



Foto 24. Muestra de tomate cosechados de los diferentes tratamientos.



Foto 25. visita de productores al Stand INIA.



Foto 8 Entrevista del Productor José Moya de la Unidad de Validación Nº 2.



Foto 9. El agricultor, Sr. José Moya explica al Ministro de Agricultura La importancia que ha tenido el proyecto en su producción.



Foto 10. Ministro y SEREMI de Agricultura degustan tomates producidos con desinfección de suelo alternativa al Bromuro de metilo.

Visita de delegación de productores y profesionales argentinos al Proyecto.

El jueves 1 de diciembre a petición de la Seremi de agricultura se recepciono la visita de una delegación argentina de productores y profesionales (7), quienes visitaron las unidades de validación Nº 1 y Nº 2 del Proyecto. El Coordinador General del Proyecto Jorge Riquelme les dio a conocer las actividades del proyecto y los productores de las respectivas unidades les dieron a conocer las experiencias desarrolladas en sus predios. A continuación fotos que muestran parte de estas visitas:



Foto 11. Delegación argentina conoce la experiencia de Don José Moya.



Foto 12 Productores argentinos observan la producción de tomates de Don José Moya obtenida con los tratamientos alternativos al Bromuro de Metilo.

Día de campo para Prodesal N º I de Longaví.

El 20 de Diciembre se efectuó un día de campo especial para el Grupo PRODESAL I de Longaví y que se dedican a trabajar hortalizas principalmente al aire libre y en menor escala bajo plástico. Se recibió a 24 personas entre productores y técnicos, a los cuales se les mostraron las unidades de validación Nº 1 y Nº 2, en ambos sitios pudieron efectuar consultas a los propietarios de los predios. También el coordinador del Proyecto les dio una charla técnica acerca de las alternativas de reemplazo al Bromuro de Metilo que se aplicaron en los ensayos.

Se adjunta listado de los asistentes y algunas fotos de su visita.

Nº	Nombre	Rut	Rubro
1	Nelson Valdez		Chacra
2	Gloria Alarcón V.		Berries y Hortalizas
3	Narciso Rebolledo		Sandias
4	Luis Diaz		Hortalizas
5	Gerardo Campos		Tomates
6	German Aravena		Hortalizas
7	Freddy Vergara		Tomates
8	Benjamín Vergara		Sandias
9	Erasmo Mondaca		Sandias y Tomates
10	Heriberto Pincheira		Hortalizas
11	Carlos Parra		Tomates
12	Hugo Bravo		Tomate - Sandias
13	Robinsón Flores		Sandias

14	Héctor Pincheira	Tomate - Sandias
15	Jorge Troncoso	Hortalizas
16	Manuel Leiva	Sandias
17	Hugo Morales	Hortalizas
18	Oscar Ibáñez	Tomates
19	Victor Castillo	Tomates
20	Margarita Fernandez	Tomates
21	Guillermo Troncoso	Hortalizas
22	Rubén Araya	Tomates
23	Amelia Chávez B.	Asesor
24	Rubén Vidal	Asesor



Foto 13 Productores del Prodesal Longaví conversan con Don Miguel Garrido de la Unidad de validación Nº1.



Foto 14 Productores del Prodesal intercambian experiencias con la Sra Anita, Esposa de Don José Moya.



Foto 15. Productores del Prodesal visitan ensayos de la Unidad de validación N° 2.

Recepción Gira Captura Tecnológica Prodesal de Pencahue.

Tipo de actividad y objetivo principal: Recepción de productores en una gira de captura tecnológica. Dar a conocer resultados logrados en las unidades de validación del proyecto a productores agrícolas de la Comuna de Pencahue, de la VII Región.

Fecha y horas de inicio termino: Viernes 13 de enero de 9:30 a las 12 hrs.

Lugar de realización: Se inicio en el predio de Cesar Cáceres, que queda ubicado 100 metros al sur del Reten de Carabineros de Colín. La visita continuo en el predio de José Moya.

Identificación de los expositores: Andrea Torres, investigador de INIA Raihuén, integrante del equipo técnico, dio a conocer la importancia del Proyecto, las técnicas utilizadas y el comportamiento de las enfermedades frente a los distintos tratamientos.
Cesar Cáceres, Productor de Tomate en Invernadero de Colín, dio a conocer su experiencia en el Proyecto.
José Moya, Productor de Tomate en Invernaderos de Colín, dió a conocer su experiencia en el Proyecto.

Nombre de la persona que estuve a cargo de la organización: Andrea Torres, Investigadora INIA Raihuén, Fono: 73-381768/ 381769/ 381770. Email: andreatorres@inia.cl

Se trato de una actividad limitada solo para los productores de la Gira de captura Tecnológica.

Se utilizo un rotafolio para las presentaciones. Y se entregaran cartillas sobre las alternativas evaluadas.

A continuación una foto de los productores que efectuaron la gira:



Foto 16. Productores en su mayoría mujeres del Prodesal Pencahue.

Participación como expositores en Seminario de capacitación Unidad Nº 1 del PRODESAL de Maule.

El lunes 20 de marzo participaron como expositores el Coordinador del Proyecto y la Fitopatologa Andrea Torres Dando a conocer los principales resultados del proyecto a los productores del Prodesal de Maule. En el Anexo Nº 4 se adjunta el programa del evento. A continuación unas fotos del evento:

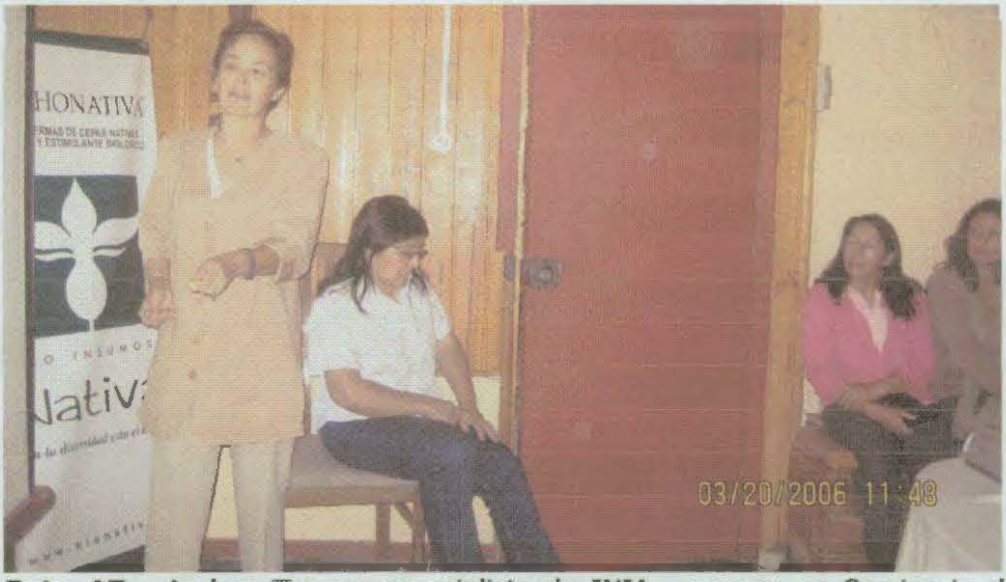


Foto 17. Andrea Torres, especialista de INIA, expone en Seminario de Prodesal Maule.



Foto 18. Asistentes al Seminario del Prodesal Maule.

Participación como expositores en Seminario de Alternativas al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos y substratos organizados por el INIA y el SAG con el auspicio del PNUD y La CONAMA.

El jueves 30 de marzo 2006, al equipo del proyecto, le correspondió participar como expositores invitados en el seminario efectuado en INIA Raihuén, el tema presentado fue: Alternativas al bromuro de Metilo en la producción de tomates de Colín. A cargo de Andrea Torres y Jorge Riquelme. Se adjunta listado de los asistentes y fotos del evento.

Listado de Asistencia Seminario INIA Raihuén.

Nº	Nombre Participante	Empresa	Actividad o Cargo	Teléfono	e-mail o Dirección
1	Abarzúa Arellano, Katherine	Soc. Agrícola Los Cipreses	Propietario	9-3285119	katherine.abarzua@gmail.com
2	Aguilar González, Francisco	Vivero Sur	Gerente de Producción	75-412008	faguilar@viverosur.com
3	Aliste Aliste, Yovana	Liceo Agrícola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
4	Alvarez Gómez, Luis	Vivero El Maitén	Técnico Agrícola	8-8293199	olivosycia@entelchile.net
5	Arancibia Inostroza, Ignacio	Vivero San Juan	Jefe	75-520921	Casilla N°10 - Sagrada Familia
6	Avendaño Lagos, María de Los Angeles	Prod. de Tomates y Frutas	Propietario	9-7878494	3 Sur 10 y 11 Poniente #137 - Talca
7	Barraza Bravo, Luis	Agrozzi	Asesor Técnico	9-9495081	
8	Basoalto Venegas, Esteban	Universidad de Talca	Ing. Agrónomo	9-6163725	ebasoalto@utalca.cl
9	Battaglia Aljaro, Martín	INIA - La Platina	Ing. Agrónomo		mbattagl@inia.cl
10	Bobadilla Ayala, Cristian	GTT Colín	Técnico Agrícola	9-2930757	saeltda@hotmail.com
11	Bonilla Rosales, Ricardo	Agrícola Frucol	Coordinador	8-4183474	rbonilla@frucol.cl
12	Caballero Valenzuela, José Manuel	Soproex Maule	Gerente	9-9096702	soproexmaule@terra.cl
13	Cabezas Riquelme, José	Universidad de Talca	Técnico Agrícola	71-200425	
14	Calderón Miza, Yolanda	Liceo Fco. Antonio Encina	Estudiante	8-3596193	Av. Fco. Antonio Encina S/N°, V. Alegre
15	Cameron Melero, Manuel	Servicios Forestales El Valle Ltda.	Viverista	9-5428481	manuelcameron@hotmail.com
16	Campos Jorquera, Hugo	Agrícola Viveros Río Claro	Viverista	9-9599296	Casilla 64 - Molina
17	Campos Jorquera, Nicodemus	Agrícola Viveros Río Claro	Gerente	75-492076	nicodemuscampos@hotmail.com
18	Cancino Iturriaga, Elizabeth	Vivero Erika	Encargada	9-2659681	
19	Carrasco Jiménez, Jorge	INIA - Rayentué	Ing. Agrónomo		jcarrasc@inia.cl
20	Castillo Inostroza, Roberto	Estudiante	Estudiante	8-9750719	
21	Castro Olivares, Hernán	Particular	Viverista	8-5711729	Casilla 224 - Curicó
22	Cid Lara, Jaime	Diga	Técnico Agrícola	9-7722777	diga@diga.cl
23	Cofré Canequeo, Raúl	Escuela Agrícola Salesianos	Profesor	73-212315	raulesteban@hotmail.com
24	Contreras Loyola, Cristian	Prodesal Maule	Jefe Técnico	9-9054697	prodesalmaule@gmail.com
25	Correa Mondaca, Pablo	Vivero Tradiciones Campesinas	Propietario	9-6706536	v2002pa70@hotmail.com
26	Correa Valenzuela, Luis	SAG - Linares	Técnico Agrícola	73-210094	agricola.linares@sag.gob.cl
27	Correa, Angélica	Particular	Ing. Agrónomo		
28	Cuevas, Fabiola	Liceo Fco.	Ing. Agrónomo	9-8700310	prodesal@tie.cl

		Antonio Encina			
29	Diaz Orellana, Cristian	Liceo Agricola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
30	Diaz S., Ignacio	Agricultores de Maule	Agricultor	-	Fundo 3 Montes - Maule
31	Droguett Iturra, Lilianette	Terramaster	Ing. Agrónomo	9-6448963	terramaster@123.cl
32	Espinoza Vásquez, Rodrigo	Colegio Agrícola Sagrado Corazón	Profesor	9-3735344	rodrigo.espinoza.v@gmail.com
33	Farías Abarca, Francisco	Vivero Sur	Jefe de Calidad	75-412008	franre44@yahoo.es
34	Farías Neira, Juan Luis	Vivero Sarmiento Centro	Propietario	9-8921682	Casilla #224 - Sarmiento - Curicó
35	Faúndez Figueroa, Alejandro	Conaf	Encargado de Vivero	9-5022512	Oficina Central de Talca
36	Fernández González, Misael	Soc. Agrícola Parque María Luisa	Viverista	75-421132	Casilla 5 - Longaví
37	Fernández Iglesias, Gastón	Maule Orgánico S.A.	Gerente	9-1295033	organic@123mail.cl
38	Fernández Riveros, Alfonso	Municipalidad San Javier	Ing. Agrónomo	9-0770903	alfevive@123mail.cl
39	Fuentealba Ramírez, Héctor	Vivero Pangal	Propietario	9-4298956	I. Fontana #3052 - San Javier
40	Fuentes Fuentes, Enrique	Terramaster	Operador	9-6448963	enriquefuentescalderas@hotmail.com
41	Fuentes Godoy, José	Conaf	Apoyo Técnico	9-1563306	
42	Gaete Espinoza, Mario	Gaete y Fisher	Gerente	73-215007	mariogaeteespinoza@gmail.com
43	Gajardo Castro, Esteban	Liceo Agrícola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
44	Gajardo Torres, Nelson	Agrícola Frucol	Coordinador	9-4195734	plantacolbun@frucol.cl
45	González Martincuax, Sergio	INIA - La Platina	Ing. Agrónomo	7575115	sgonzale@inia.cl
46	González Muñoz, Alfonso	Liceo Agrícola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
47	González Navarrete, Sandro	Liceo Agrícola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
48	Grandón Alvarado, Pedro	SAG - Cauquenes	Médico Veterinario	73-512124	sector.cauquenes@sag.gob.cl
49	Gutiérrez Andrés, Bladimir	Particular	Técnico Agropecuario	8-9693638	blaangut@chile.com
50	Guzmán Aravena, Nataly	Escuela Agrícola Salesianos	Estudiante	73-212315	
51	Guzmán Rosales, Carmen Gloria	Particular	Ing. Agrónomo	73-210118	
52	Hernández Salgado, Magdalena	Liceo Fco. Antonio Encina	Estudiante	8-9497599	Av. Fco. Antonio Encina S/Nº, V. Alegre
53	Herrera Briones, Cristian	SAG - Curicó	Ayudante	8-9616022	c.miguel@latinmail.com
54	Hettich Vorphal, Walter	Bioinsumos Nativa	Jefe Ventas	9-5373026	whettich@bionativa.cl
55	Hidalgo Alegría, Carlos	Esc. Agrícola Don Bosco	Jefe Técnico	73-212315	sedelin@cftsalesianos.cl
56	Hormazabal, Manuel	SAG- Talca	Profesional	71-226842	manuelhormazabal@sag.gob.cl
57	Irribarra Pastén, Virginia	SAG - Curicó	Ing. Agrónomo	75-310222	virginia.irribarra@sag.gob.cl
58	Jerez Bravo, Cristian	Liceo Agrícola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
59	Katny Concha, Eduardo	Prodesal Maule	Técnico Agrícola	71-715249	prodesalmaule@gmail.com
60	Labra Farías, Angel	Vivero Aguas Negras	Arrendatario	9-5467350	Villa Millaray Carahue 1832 - Curicó
61	Laiz Retamal, Claudio	Agrícola Canadá	Administrador	9-9185995	canadalinares@tie.cl
62	Lanza Olivares, Godofredo	SAG - Curicó	Ing. (E) Agrícola	75-310222	Peña 599 - Curicó
63	León Silva, Alejo	Vivero Cristo Rey	Propietario	9-0759230	Casilla #224 - Sarmiento - Curico
64	León Silva, Jaime	Particular	Viverista	9-5220723	Casilla 224 - Curicó
65	Letelier Fernández,	Emp. Sergio	Administrador	8-4038504	cletelier7@hotmail.com

	Cristian	Verdugo			
66	Luci Urete, Oreste	Asoc. Agric. Maule	Presidente	71-631500	lucioreste@yahoo.com
67	Lundstedt Lagos, Jorge	ASP Chile	Ing. Agrónomo	9-3194279	jlundstedt@asp-la.com
68	Manriquez Valenzuela, Katherine	Escuela Agrícola Salesianos	Estudiante	73-212315	
69	Martínez Leiva, Juan Carlos	SAG - Talca	Ing. Agrónomo	71-226842	agronomos.talca@sag.gob.cl
70	Matamala Morales, Tulio	Particular	Viverista	8-4494878	tmatamala75@hotmail.com
71	Mejías Ramos, Pedro	Liceo Agrícola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
72	Merdado Neira, Albina	Jardín Florencia	Propietario	71-631500	Casilla #46 - Correo Maule
73	Messina del Campo, Blanca	Asesora Técnica	Ing. Agrónomo	9-2194612	blanca_messina@hotmail.com
74	Morales Pereira, Gina	Inversiones Hortisur	Ing. Agrónomo	51-211570	gmorales@hortifrut.cl
75	Moya León, Boris	SAG - Cauquenes	Ing. Forestal	73-512124	boris.moya@sag.gob.cl
76	Navarrete, Jorge	SEREMI de Economía	Profesional	71-225893	jnavarrete@minecom.cl
77	Navarro Torres, Genaro	Particular	Agricultor	75-530044	Fundo Lumaco, El Llano - Curicó
78	Neira Riffo, Manuel	Particular	Agricultor	73-212655	Pje. Los Andes 1504, Villa Sta. Sara - Longaví
79	Nuñez Campos, Daniel	Vivero Sonia	Propietario	73-520792	Correo de Sagrada Familia
80	Nuñez Silva, Mauricio	INIA - Rayentué	Técnico Agrícola		mnunez@inia.cl
81	Olivos Castro, Victor	Vivero El Maitén	Propietario	9-7425106	olivosycia@entelchile.net
82	Ossandón Daniels, Pablo	o Grande S.A.	Gerente General	9-4411572	Casilla 408 - Linares
83	Palacios Castro, Luciano	Liceo Agrícola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
84	Pantoja Montecinos, Ivonne	Universidad de Talca	Laboratorista	71-200468	ipantoja@utalca.cl
85	Parada Mora, Rodrigo	Escuela Agrícola Salesianos	Estudiante	73-212315	
86	Pereira Gajardo, Julio	Vivero La Ramada 2-Curicó	Propietario	9-6269190	Parcela N°6 - La Ramada - Romeral
87	Pinochet Pinochet, Luis	SAG - Cauquenes	Técnico Agrícola	73-512120	
88	Ramirez Cubillos, Jaime	Agrozzi	Asesor Técnico	9-9173557	jramirez@hotmail.com
89	Ramírez Lleve, Abelino	Vivero Aguas Negras	Propietario	9-5467350	Villa Millaray Carahue 1832 - Curicó
90	Ramos, Claudia	Particular	Viverista	8-4494878	
91	Reyes Valdés, Juan Carlos	Colegio Agrícola Sagrado Corazón	Estudiante	9-3735344	rodrigo.espinoza.v@gmail.com
92	Ríos Baltierra, Alex	Prodesal San Javier	Técnico Agrícola	8-2542084	alrioba@123.cl
93	Rioseco Vásquez, José	Sociedad Agrícola Pehuén	Encargado de Campo	9-9592334	Carretera 5 Sur, Km 174 - Teno
94	Riquelme Sanhueza, Jorge	INIA - Raihuén	o	73-381768	jriquelme@inia.cl
95	Rivera Véliz, Iván	Vivero Las Pitras	Administrador	75-441697	secretaria@pitras.cl
96	Rocha Ruiz, Oscar	Colegio Agrícola Sagrado Corazón	Estudiante	9-3735344	rodrigo.espinoza.v@gmail.com
97	Rodriguez Cayupe, Juan	Liceo Agrícola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
98	Rojas Canales, Pedro	Soc. Agrícola Villa El Carmen S.A.	Administrador	9-8321927	secretaria@pitras.cl
99	Ruiz Arancibia, Marcela	ASP Chile	Ing. Agrónomo	9-3194279	mruiz@asp-la.com
100	Salgado Incalada, Marco	Servicios Forestales El Valle Ltda.	Propietario	9-7424861	Km. 298, San Javier, Huaraculén
101	San Martín Salgado,	Servicios	Supervisor	9-4080703	neo_oen36@hotmail.com

	Victor	Forestales El Valle Ltda.			
102	Sáncez Villena, Sergio	Agricultores de Maule	Agricultor	-	Fundo 3 Montes - Maule
103	Sánchez Villena, José	Agricultores de Maule	Agricultor	-	Fundo 3 Montes - Maule
104	Sánchez Villena, Juan	Agricultores de Maule	Agricultor	-	Fundo 3 Montes - Maule
105	Sánchez Yáñez, Cristopher	Escuela Agrícola Salesianos	Estudiante	73-212315	
106	Santolaya Lazo, José	Particular	Ing. Agrónomo	73-215119	joserodrigosantolaya@yahoo.com
107	Sazo Ramírez, Giovanni	Particular	Estudiante		gsazo2005@gmail.com
108	Segovia Varas, Gabriel	SAG - Curicó	Técnico Agrícola	75-310222	Peña 599 - Curicó
109	Sepúlveda Retamal, Gabriel	Escuela Agrícola Salesianos	Jefe Hortalizas	9-8574693	gsepulveda@salesianoslinares.cl
110	Shulze, Karl-Heinz	Universidad de Talca	Profesional	71-224446	khschulze@utalca.cl
111	Silva Rubio, Luis	INIA - Rayentué	Técnico Agrícola		lsilva@inia.cl
112	Silva Silva, Marcos	GTT Colín	Agricultor	9-8676273	Colín s/nº - Colín
113	Silva Silva, Oscar	GTT Colín	Agricultor	8-5986610	
114	Silva Silva, René	GTT Colín	Agricultor	9-7201911	
115	Soto Alcoholado, Mónica	SAG - Curicó	Ing. Agrónomo	75-310222	agricola@adsl.tie.cl
116	Soto Muñoz, Adriana	SAG - Parral	Técnico Agrícola	73-461109	agricola.parral@sag.gob.cl
117	Suárez Contreras, Julio	Liceo Agrícola San Clemente	Profesor	71-216872	juliosuarezc@hotmail.com
118	Tapia Bustos, Gerardo	Escuela Agrícola Salesianos	Estudiante	73-212315	
119	Tapia Santos, Anvarh	Escuela Agrícola Salesianos	Estudiante	73-212315	sinbad0606@hotmail.com
120	Toledo Barrios, Luis	SAG - Curicó	Inspector	75-310222	Peña #599 - Curicó
121	Torres Garrido, Jorge	Esc. Agrícola Don Bosco	Profesor	8-6084504	jtorresg9@gmail.com
122	Torres Pino, Andrea	INIA - Raihuén	Ing. Agrónomo		atorres@inia.cl
123	Urzúa Peregrin, Iván	Universidad de Talca	Profesional	71-200376	iurzua@utalca.cl
124	Valdés Cáceres, Iván	Colegio Agrícola Sagrado Corazón	Estudiante	9-3735344	rodrigo.espinoza.v@gmail.com
125	Váldes Cerpa, Hernán	Seremi de Salud	Experto en Prevención	71-204044	hvaldes@ssmaule.cl
126	Valenzuela Calderón, Solano	Vivero Aguas Negras	Encargado	9-1514705	Parcela Nº40 - Los Cristales - Curicó
127	Vásquez López, Francisco	GTT Colín	Agricultor	9-2930757	
128	Vásquez Palma, Carolina	Universidad de Talca	Ing. Agrónomo	9-6755435	cavasquez@utalca.cl
129	Vega Opitz, Rodemil	Vivero El Dato	Propietario	73-215370	Avda. Pdte. Ibañez #660 - Linares
130	Vera Candia, Leonardo	Escuela Agrícola Salesianos	Estudiante	73-212315	canito_lvc@hotmail.com
131	Villalobos Ojeda, Marcos	SAG - Talca	Ing. Agrónomo	71-226053	marcos.villalobos@sag.gob.cl
132	Villena Hormazabal, Natalia	Bioinsumos Nativa	Laboratorista	8-2268606	nvillenaz@gmail.com
133	Yáñez Alegría, Alejandra	Escuela Agrícola Salesianos	Ing. Agrónomo	73-212315	alejandrayanez@salesianoslinares.cl
134	Yáñez Oyarce, Jorge	Liceo Agrícola San Clemente	Estudiante		juliosuarezc@hotmail.com
135	Zúñiga Flores, Andrés	Particular	Viverista	9-0223958	Correo Central Parral
136	Zuñiga Sanzana, Ana	CONAMA		2405600	azuniga@conama.cl



Foto 19. Asistentes seminario.



Foto 20. Exposición del Coordinador del Proyecto en Seminario.

Participación en Stand de INIA en la FITAL con presentación de Poster y entrega de información a los productores visitantes.

Durante los días 24 de marzo y 2 de abril del 2006 se participo en la exposición de la Feria Internacional de Talca (FITAL), en el stand que monto INIA en el pabellón de servicios del Agro. Durante los días de la feria se estuvo entregando información acerca del proyecto a los productores, profesionales, técnicos y estudiantes interesados en el proyecto. La difusión estuvo a cargo de la Ingeniero Agrónomo Andrea Torres. A continuación fotos del stand.



Foto 21. Visita del Ministro de Agricultura al stand de INIA.



Foto 22. Stand de INIA en la FITAL se destaca al centro Poster de Proyecto.

ASISTENCIA REUNIÓN TÉCNICA 20 DE JULIO 2006

1. NOMBRES Y APELLIDOS	2. RUT	3. Nombre y Rut de la organización o institución donde trabaja.	6. Dirección, Comuna, Región	7. Fono; Fax; Celular y correo electrónico
Jorge Gándara		SEREMI Agricultura VII Región	6 Norte 770, Talca, VII	Fono:71-236643; Fax: 71-236643; @minagri.gob.cl
Viviana Barahona		INIA Rayentue Directora	Avda. Salamanca s/n, Km 105 ruta 5 sur ,sector los Choapinos; Rengo; VI	Fono-Fax 72-522220. vbarahona@inia.cl
Victor Valencia		INIA Raihuén Director	Avda. Esperanza s/n; Estación Villa Alegre; VII	Fono: 73:381770; Fax: 73:381768 vvalencia@inia.cl
María Pia Alfaro		INDAP VII Región Jefa de Fomento	San Pablo 875, Talca, VII	Fono: 71-241962; Fax: 71-242409; palfaro@indap.cl
Astrid Tala		INDAP Talca Jefa de Area	2 Norte 660; Talca; VII	Fono: 226030 Fax:226092 atala@indap.cl
Raúl Muñoz		INDAP Talca Ejecutivo Integral Area de Talca	2 Norte 660; Talca; VII	Fono:71- 226030 Fax:71- 226092 Rmunoz@indap.cl
Julio Caceres		INDAP VII Región Programa de Fomento	San Pablo 875, Talca, VII	Fono: 71-241962; Fax: 71-242409; jcaceres@indap.cl
Claudia Fernandez		FIA Supervisora Proyectos	6 Norte 770, Talca, VII	Fono: 71-218408 An. 103 Fax: 71- 218408 An. 102 Celular: 09-8701340 cfernandez@fia.cl
Jorge Carrasco		INIA Rayentue Investigador	Avda. Salamanca s/n, Km 105 ruta 5 sur ,sector los Choapinos; Rengo; VI	Fono-Fax 072-522220; jcarrasc@inia.cl]
Jorge Riquelme		INIA Raihuén Investigador	Avda. Esperanza s/n; Estación Villa Alegre; VII	Fono: 73:381770; Fax: 73:381768 jriquelme@inia.cl
Raul Palma		SAE Ltda Director	1 Poniente 1060, Oficina 46; Talca; VII	Fono: 71-232045; Fax: 71-232045; Celular: 098848315 saeltda@gmail.com
Pablo Castillo		SAE Ltda Trnasferencista.	1 Poniente 1060, Oficina 46; Talca; VII	Fono: 71-232045; Fax: 71-232045; Celular: 098848315 saeltda@gmail.co

				m
Walter Hetich		Bionativa Ing. Agrónomo Jefe de Ventas	Casilla 16 D; San Javier, VII	Fono/Fax:73/324306 Celular: 095373026 whettich@bionativa.cl
Héctor P. Araya Meza		Productor Tomate de invernadero	San Miguel deColín, Parcela Nº 16, Maule, VII	09-8394939
José Miguel Garrido Letelier		Productor Tomate de invernadero	Colín, Maule, VII	91897989
Luis Gutiérrez Espinosa		Productor Tomate de invernadero	Miraflores, Maule, VII	97915249
Luis F. Loyola Rojas		Productor Tomate de invernadero	Tralhuen, Santa Clara, Maule, VII	092471692
Ricardo Miranda Pacheco		Productor Tomate de invernadero	Colín, Maule, VII	09/3455583
José Moya Moya		Productor Tomate de invernadero	Colín, Maule, VII	71-238958 O97776817
Carlos Salas Salas		Productor Tomate de invernadero	San Agustin, Colin, Maule, VII	O95456635
Marcos Silva Silva		Productor Tomate de invernadero	Colín, Maule, VII	71-228961
Gustavo Miranda		Productor Tomate de invernadero	Chacra San Agustín, Colín s/n, Maule, VII	097428549
Cesar Enrique Cáceres		Productor Tomate de invernadero	Miraflores, Colín, VII	091673372
Rene Silva		Productor Tomate de invernadero	Colin s/n, Maule, VII	97201911

ANEXOS

ANEXO 1: DIAGNOSTICO APLICADO

DIAGNOSTICO

1.NOMBRE DEL AGRICULTOR_____

2.NOMBRE DEL PREDIO: _____

_____

3.DIRECCION:_____

4.TELEFONO:_____

5.CORREO ELECTRONICO:_____

6. a. PROPIETARIO:_____ b. ARRENDATARIO:__ c. MEDIERO:_____

_____

7.UTILIZA BROMURO DE METILO. SI:_____ NO:_____

8.Nº DE BOMBONAS QUE UTILIZO LA ULTIMA TEMPORADA:_____

9.DOSIS DE APLICACIÓN 1 BOMBONA PARA CUANTOS M^2:_____

10.LO USA PARA:

a.TODO EL INVERNADERO:_____

b.SOLO EN ALMACIGO:____ c.CAMELLÓN:___ d.SUBSTRATO:_____

11.NUMERO DE NAVES:_____

12. ANCHO:_____METROS 13.LARGO:_____METROS

14. SUPERFICIE DE ALMACIGOS QUE REALIZO

LA ULTIMA TEMPORADA: _____M^2

15. NÙMERO DE PLANTAS QUE UTILIZO:_____

16. VARIEDAD DE SEMILLA UTILIZADA PARA INVERNADERO:_____

_____

17. VARIEDAD DE SEMILLA UTILIZADA PARA AIRE LIBRE:_____

_____

18. DONDE SE ABASTECE DE SEMILLAS O PLANTAS:_____

_____

19.PARA QUE UTILIZA EL BROMURO DE METILO:

a. MALEZAS:_____ b. INSECTOS:____ c. ENFERMEDADES:_____

d. NEMATODOS:_____ e. OTROS:_____

20.INDIQUE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE ENFRENTA EN LOS ALMACIGOS Y PLANTACIÓN:

_____

_____

_____

21.QUE CUIDADOS SE DEBEN TENER EN LA APLICACIÓN DEL BROMURO DE METILO: _____

_____

_____

22.HA SUFRIDO ALGUN EFECTO EN SU SALUD DURANTE O DESPUES DE LA APLICACIÓN DEL BROMURO DE METILO:_____

_____

_____

23.DONDE ALMACENA EL BROMURO DE METILO PREVIO A LA APLICACIÓN:

_____

24.HACE CUANTOS AÑOS QUE UTILIZA EL BROMURO DE METILO:_____

CONOCE EL DAÑO QUE PRODUCE EL BROMURO DE METILO EN EL PLANETA:

_____

25.SABE ACERCA DE LA PROXIMA ELIMINACION DEL USO DEL BROMURO DE METILO:_____

26.CONOCE ALGUNA ALTERNATIVA PARA REEMPLAZAR EL USO DEL BROMURO DE METILO:_____

_____

27.LE GUSTARIA PARTICIPAR EN UN GRUPO DE TRANSFERENCIA PARA CAPACITARSE EN USO DE ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO:
SI:_____ NO:_____

28.EN CASO DE NO PARTICIPAR PODRIA INDICAR EL MOTIVO:

_____

ANEXO 2. RESUMEN DE RESPUESTAS AL DIAGNOSTICO

DIAGNOSTICO

1.NOMBRE DEL AGRICULTOR **RESULTADO ENCUESTA**

2.NOMBRE DEL PREDIO:

3.DIRECCION: 71 de Colín; 36 de Numpay; 19 de Culenar; 8 de la Villa; 6 de Santa Herminia y 15 de otros lugares.

4.TELEFONO: 80 encuestados poseen teléfono o celular

5.CORREO ELECTRONICO: Ninguno posee correo electrónico

6. a. PROPIETARIO: 39 (De estos 6 también arriendan) b. ARRENDATARIO: 106

c. MEDIERO: 10

7.UTILIZA BROMURO DE METILO. SI: 155 **NO:**

8.Nº DE BOMBONAS QUE UTILIZO LA ULTIMA TEMPORADA:

1 – 5 = 62 6-10 = 52 11 – 15 = 13 16-20 = 12

> de 20 = 6 No contestan = 4

Total consumo al año 1219 bombonas equivalentes a 828,9 Kg, promedio de uso 9 bombonas

9.DOSIS DE APLICACIÓN 1 BOMBONA PARA CUANTOS M^2:

La recomendación de la aplicación es 1 bombona para 10 m^2

< de 10 m^2 = 11 10 m^2 = 24 > de 10 m^2 (entre 12 a 30 m^2) = 120

10.LO USA PARA:

a. TODO EL INVERNADERO: 2 b. SOLO EN ALMACIGO: 120 c. CAMELLÓN: 3 d. SUBSTRATO: 4

Almácigo y Camellón = 3
Almácigo sustrato = 15

11.NUMERO DE NAVES:

2 – 10 = 51 11-20 = 56 21 –30 = 14 > de 30 = 9

2082 naves con un promedio de 16 naves por agricultor.

12. ANCHO: 6 METROS

13.LARGO (MT): Es variable

30 – 40 = 15 42 –50 = 89 52 – 66 = 28

Con un largo promedio de 50 m

14. SUPERFICIE DE ALMACIGOS QUE REALIZO LA ULTIMA TEMPORADA ($M^{2)}$:

6 – 20 = 8 27 – 40 = 27 42 –60 = 33 70 – 90 = 30

> de 100 = 38 Promedio = 91 m^2

15. NÙMERO DE PLANTAS QUE UTILIZO:

900 – 5000 = 13 5000 – 10000 = 46 11000 – 15000 = 39

16000 – 20000 = 58 21000 – 25000 = 9 > de 25000 = 22

Promedio 20500

16. VARIEDAD DE SEMILLA UTILIZADA PARA INVERNADERO:_____

Agora = 67 Presto = 50 Fortaleza = 31 María Italia = 15

Alonso = 10 Otras (San José, BHN, Don José, Exocet y Romin) = 15

17. VARIEDAD DE SEMILLA UTILIZADA PARA AIRE LIBRE:

Solo 59 de los encuestados respondieron que utilizaban variedades para el aire libre.

De ellos 25 utilizan BHN; 18 Sanwrite; 10 Sunbean; 6 Athenas; 2 El Cid y 2 Exocet.

18. DONDE SE ABASTECE DE SEMILLAS O PLANTAS:

Alfredo Pérez = 119 Agroval = 13 Proterra = 12

Copeval = 6

Otros (Agronugue Quillota, Barbieri, Coama y Socopagro) = 4

19.PARA QUE UTILIZA EL BROMURO DE METILO:

a. MALEZAS =141 b. INSECTOS: 68 c. ENFERMEDADES: 52

d. NEMATODOS: 73 e. OTROS: 1

Solo malezas = 21 Solo insectos = 1 Solo enfermedades = 1 Solo nematodos = 4

Malezas e insectos = 26 Malezas y enfermedades = 22 Malezas y nematodos = 31

Insectos y nematodos = 4 Malezas, insectos y enfermedades = 7

Malezas, insectos y nematodos = 12 Malezas, enfermedades y nematodos = 4

Malezas, insectos, enfermedades y nematodos = 18

20.INDIQUE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE ENFRENTA EN LOS ALMACIGOS Y PLANTACIÓN:

93 Encuestados revelaron problemas de enfermedades y nemátodos

Tizón en almácigos 46; 24 Botritis; 16 Caída de plantas en almácigos; 11 nemátodos; 6 Fusarium; y 4 Cancro Bacteriano.

21.QUE CUIDADOS SE DEBEN TENER EN LA APLICACIÓN DEL BROMURO DE METILO:

Que no ocurran perdidas del gas: 77

No tener contacto con el gas: 62

Uso de guante y mascarilla: 6

22.HA SUFRIDO ALGUN EFECTO EN SU SALUD DURANTE O DESPUES DE LA APLICACIÓN DEL BROMURO DE METILO:

No = 139

SÍ = 8 (Dolor de cabeza, mareo y vómitos)

23.DONDE ALMACENA EL BROMURO DE METILO PREVIO A LA APLICACIÓN:

Bodega = 122

Compra y aplica de inmediato = 23
Cuarto de la casa = 4

24.HACE CUANTOS AÑOS QUE UTILIZA EL BROMURO DE METILO:

1 –10 años = 44 12 – 20 años = 94 > de 20 = 12

25.SABE ACERCA DE LA PROXIMA ELIMINACION DEL USO DEL BROMURO DE METILO:

Sí = 100

No = 52

26.CONOCE ALGUNA ALTERNATIVA PARA REEMPLAZAR EL USO DEL BROMURO DE METILO:

No = 147

Sí = 7

27.LE GUSTARIA PARTICIPAR EN UN GRUPO DE TRANSFERENCIA PARA CAPACITARSE EN USO DE ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO:
SI: 152 NO: (3 encuestados no dan su opinión al respecto)

28.EN CASO DE NO PARTICIPAR PODRIA INDICAR EL MOTIVO:
Los tres encuestados que no dieron su opinión en la pregunta 27 se abstuvieron de indicar el motivo.

GOBIERNO DE CHILE

GOBIERNO DE CHILE

INIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ALTERNATIVAS DE DESINFECCIÓN DE SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATES EN INVERNADEROS DE COLÍN



Jorge Riquelme S.
Jorge Carrasco J.
Andrea Torres P.
Edmundo Varas B.

ISSN 0717 - 4829

BOLETÍN INIA Nº 155

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Proyecto:
"Introducción de Alternativas Sustentables de Reemplazo
al Bromuro de Metilo en la Producción de
Tomates en Invernaderos de Colín".

ALTERNATIVAS DE DESINFECCIÓN DE SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATES EN INVERNADEROS DE COLÍN

Autores:
Jorge Riquelme S.
Jorge Carrasco J.
Andrea Torres P.
Edmundo Varas B.

ISSN 0717 - 4829

Villa Alegre, 2006

BOLETÍN INIA - Nº 155

ALTERNATIVAS DE DESINFECCIÓN DE SUELO,
EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATES EN INVERNADEROS DE COLÍN

Este Boletín fue editado por el Centro Regional de Investigación Raihuén,
Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Autores:
Jorge Riquelme S.
Dr. Ingeniero Agrónomo MgIA.
Recursos Naturales y Medio Ambiente, INIA - Raihuén.

Jorge Carrasco J.
Dr. Ingeniero Agrónomo
Recursos Naturales y Medio Ambiente, INIA - Rayentue.

Andrea Torres P.
Ingeniero Agrónomo
Fitopatología, INIA - Raihuén.

Edmundo Varas B.
Ingeniero Agrónomo
Recursos Naturales y Medio Ambiente, INIA - Raihuén.

Director Responsable:
Víctor Valencia Baier
Director Regional INIA-Raihuén.

Comité Editor:
Oscar Astudillo M.
Ernesto Labra L.
Sergio Molina H.
Fernando Fernandez E.

Boletín INIA Nº 155

Cita bibliográfica correcta:
Riquelme, S., Jorge, Carrasco, J., Jorge; Torres, P., Andrea y Varas, B., Edmundo. 2006. Alternativas de desinfección de suelo en la producción de tomates en invernaderos de Colín. Villa Alegre, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA Nº 155, 108p.

© 2006, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Raihuén. Avda. Esperanza s/n, Estación Villa Alegre. Casilla 34, Correo San Javier, VII Región. Teléfono 73 - 381768 - 381769.

ISSN 0717 – 4829

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y autores.

Diseño y Diagramación : Jorge Berríos Villablanca
Fotografías: Jorge Riquelme S., Andrea Torres P.
Impresión : Imprenta Salesianos S.A.

Cantidad de ejemplares: 500

Villa Alegre, 2006

Índice de Contenidos

Págs.

INTRODUCCIÓN ____ 13

1. DIAGNOSTICO INICIAL ____ 17

2. NEMATODOS: ____ 21

3. HONGOS ____ 31

4. BIOFUMIGACIÓN ____ 47

5. VAPORIZACIÓN DE SUSTRATOS ____ 55

6. METAM SODIO PARA ALMÁCIGO Y PLANTACIÓN ____ 61

7. ENSAYOS DE PRODUCCIÓN DE TOMATES BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE DESINFECCIÓN DE SUELO. ____ 75

8. ANÁLISIS ECONÓMICO ____ 91

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ____ 99

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ____ 105

Índice de Figuras

Págs.

Figura 1. Tenencia de la tierra de los productores de tomate en invernadero de Colín. 18

Figura 2. Rango de naves por productor. 18

Figura 3. Variedades de semillas de tomates utilizadas por los productores de tomate en invernadero. 19

Figura 4. Necesidad de control en el uso del Bromuro de Metilo. 19

Figura 5. Picado del residuo. 50

Figura 6. Apertura del surco. 50

Figura 7. Aplicación del residuo en el interior del surco. 51

Figura 8. Adición de la urea. 51

Figura 9. Tapado del surco con arado de vertedera de tracción animal. 52

Figura 10. Instalación de la cinta de riego 52

Figura 11. Tapado con plástico 52

Figura 12. Evolución de la temperatura de suelo (ºC) en los tratamientos biofumigación y Testigo, a 20 cm. de profundidad. Colín, Talca. 53

Figura 13. Puntos letales térmicos para diferentes agentes nocivos de las plantas (Mastalerz, 1977). 56

Figura 14. Ausencia de germinación y emergencia de lechugas. Inoportuno sembrar, y repetir prueba tres días después. 63

Figura 15. Emergencia evidente en la totalidad de las semillas. Momento oportuno de sembrar. 63

Figura 16. Resumen de recomendaciones para la aplicación de un fumigante de suelo. 73

Figura 17. Porcentaje de plantas emergidas con los diferentes tratamientos de desinfección de suelo. Colín, Maule, VII Región. (Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P£0,05). 76

Figura 18. Porcentaje de germinación de platines de tomate sembrados en bandejas. Efecto de dos tratamientos de desinfección de suelo. Temporada 2004. Colín, Maule, VII Región. 78

Figura 19. Porcentaje de plantas emergidas con los diferentes tratamientos de desinfección de suelo. Colín, Maule, VII Región. 79

Figura 20. Porcentaje de plantas emergidas con los diferentes tratamientos de desinfección de suelo. Unihue, Maule, VII Región. (Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05). 81

Figura 21: Producción de tomate de diferentes categorías en la unidad de validación de César Caceres, Colín, Maule, VII Región. ___ 81

Figura 22. Porcentaje de plantas emergidas con los diferentes tratamientos de desinfección de suelo. Colín, Maule, VII Región. (Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05). ___ 83

Figura 23. Porcentaje de germinación de platines de tomate sembrados en bandejas. Efecto de tres tratamientos de desinfección de suelo. Temporada 2005. Colín, Maule, VII Región. ___ 84

Figura 24. Crecimiento de plantas de Tomate-Invernadero bajo distintos tratamientos de desinfección de suelos. Predio César Cáceres. Colín, año 2005. ___ 86

Figura 25. Crecimiento de plantas de Tomate-Invernadero bajo distintos tratamientos de desinfección de suelos. Predio José Moya. Colín, año 2005. ___ 86

Figura 26: Producción de tomate de diferentes categorías en la unidad de validación de César Caceres, 2005, Colín, Maule, VII Región. ___ 87

Figura 27. Producción de tomate de diferentes categorías en la unidad de validación de José Moya, 2005, Colín, Maule, VII Región. ___ 87

Figura 28. Comparación de la producción obtenida entre tratamientos durante los meses de octubre a noviembre del 2005, para la categoría de cosecha primera. ____ 89

Figura 29. Comparación de la producción acumulada obtenida para los diferentes tratamientos desde el 21 de octubre al 25 de noviembre, para la categoría de cosecha primera. ____ 89

Índice de Fotos

Págs.

Foto 1. Sistema radicular afectado con *Meloidogyne* spp. ____ 21

Foto 2. Sintomatología provocada por *Botrytis cinerea* en hojas, tallos y frutos de tomate. ____ 32

Foto 3. Sintomatología provocada por *Alternaria* sp. en hojas de tomate. ____ 33

Foto 4. Sintomatología provocada por Phytophthora sp, en plantas de tomate. ____ 34

Foto 5. Sintomatología provocada por *Fusarium* sp., en plantas de tomate. ____ 35

Foto 6. Sintomatología producida por *Cladosporium fulvum*, en hojas de tomate. ____ 36

Foto 7. Fruto de tomate afectado con *Rhizoctonia solani*. ____ 37

Foto 8. Sintomatología provocada por *Verticillium* sp. en plantas de tomate. ____ 38

Foto 9. Equipo vaporizador "Siux" de 25 PSI, apropiado para la vaporización de sustratos. ____ 55

Foto 10. Sistema de desinfección de sustrato con aplicación de vapor activo. 1 Caldera, 2 Contenedor y 3 Extractor de vapor. ____ 58

Foto 11. Plantas de tomate en almáciguera sobre suelo desinfectado con Metam Sodio. Unidad de Validación Luis Cañete, Unihue, Maule, VII Región. 64

Foto 12. Aplicación del desinfectante de suelo con un pulverizador hidráulico de mochila. 65

Foto 13. La superficie aplicada debe quedar bien cubierta con un plástico 68

Foto 14. Equipo de aplicación de Metam Sodio mediante riego por cinta. 71

Foto 15 A la izquierda plantas biofumigadas y a la derecha plantas con suelo sin tratar. 77

Foto 16. Producción de plantas en bandejas en la unidad de validación de Gustavo Miranda. Temporada 2004. Colín, Maule VII Región. 78

Foto17. A la izquierda bandeja con plantas tratadas con vapor mas trichoderma y a la derecha el sustrato sin tratamiento. 85

Foto 18. Inicio de medición de altura de plantas en la Unidad de validación César Cáceres, 6 de agosto de 2005, Colín, Maule, VII Región. 85

Índice de Cuadros

Págs.

Cuadro 1. Porcentaje de control de nemátodos en los tratamientos de desinfección de suelo. Sitios 1, 2, 4 y 5. Región del Maule. 2004. 25

Cuadro 2. Porcentaje de control de nemátodos en los tratamientos al suelo. Sitio 1, 2, 4 y 5. Región del Maule. 2005. 28

Cuadro 3. Porcentaje de control de cinco hongos en los diferentes tratamientos. Región del Maule. 2004. 41

Cuadro 4. Porcentaje de control de hongos en suelo en los diferentes tratamientos. Sitio 1, 2, 3, 4 y 5. Región del Maule. 2005. 44

Cuadro 5. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de suelo para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2004). 75

Cuadro 6. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de sustrato para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2004). 77

Cuadro 7. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de suelo para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2004). 79

Cuadro 8. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de suelo para almácigos de tomate. Unihue, Maule, VII Región (2004). 80

Cuadro 9. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de suelo para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2005). 82

Cuadro 10. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de sustrato para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2005). 84

Cuadro 11. Precio promedio del cajón logrado para diferentes fechas de cosecha ($). Informante José Moya. (Cajón contiene en promedio 18 Kg. De Tomate). 88

Cuadro 12. Precio de Venta del Cajón de tomate, según época de venta y calidades. 95

Cuadro 13. Rendimiento de tomates (cajones/ha) de acuerdo a época de cosecha, tratamiento y calidad, temporada 2005-2006. 96

Cuadro 14. Análisis económico actualizado, abril 2006. 97

Cuadro 15. Comparación de parámetros de la evaluación económica inicial y actualizada (Abril 2006). 98

INTRODUCCIÓN

El presente Boletín técnico presenta los principales resultados obtenidos por el proyecto "Introducción de alternativas sustentables de reemplazo al Bromuro de Metilo en la producción de tomates en invernaderos de Colín", Financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA Raihuén) asociado con la Empresa Servicios de Asesoria a Empresas Limitadas (SAE Ltda.). El proyecto, se ejecutó en el sector Colín, comuna del Maule, VII Región, cumpliendo con el objetivo de incorporar sistemas de desinfección de suelos en almácigos de tomate, alternativos al Bromuro de Metilo (BrMe) para el control de hongos y nemátodos, y de desinfección de suelos en los camellones plantación, las actividades de terreno se desarrollaron en predios de agricultores que cultivan tomate en invernadero.

La Región del Maule, es la zona del país con mayor superficie dedicada a la producción de tomate (8.990 ha), alcanzado un 44,4% de la superficie del país, con una producción en la temporada 1999/2000, de 659.625 ton, correspondiendo al 62,2 % de la producción nacional. La producción de tomate en invernadero de la Región del Maule es la tercera en superficie, y el mayor porcentaje de productores se concentra en el sector de Colín comuna de Maule, con alrededor de 300 productores, los que abastecen durante noviembre y diciembre prácticamente el 100% de la demanda desde Talca al Sur.

El bromuro de metilo, por década ha sido un fumigante de amplio espectro, por su alto potencial biocida, relativamente bajo costo, baja persistencia y fácil aplicación. que se ha utilizado ampliamente para desinfectar suelos y substratos en cultivos agrícola. Sin embargo, por tratarse de una sustancia que está afectando la capa de ozono, filtro natural de la tierra a la radiación ultravioleta, se hace necesario su reemplazo y eliminación total como insumo agrícola.

La existencia del bromuro de metilo se está viendo restringida por los acuerdos tomados por 160 países firmantes del Protocolo de Montreal, entre los cuales se encuentra Chile. Existe el compromiso de no uso, por parte de los países desarrollados, a contar del 01 de Enero del 2005, y reducción sostenida desde mediados de los años 90 para los países en vías de desarrollo, como subdesarrollados.

En la actualidad existen una serie de productos alternativos al bromuro de metilo para la desinfección de suelos y sustratos. Sin embargo, estos tienen pocas probabilidades de sustentarse en el largo plazo, debido fundamentalmente a que no han mostrado los mismos atributos que el bromuro para el control de poblaciones de organismos fitófagos, fitopatógenos y malezas.

Es posible identificar una serie de productos que, aplicados a suelo o sustratos, son eficientes en la esterilización de ellos. Sin embargo, no todos tienen los atributos del bromuro de metilo, diferenciándose en cuánto a mayores períodos de espera, residualidad en el suelo, riesgo de contaminación de las napas o aguas subterráneas, y dificultad

para su aplicación (equipamiento especial, un determinado grado de humedad del suelo/substrato, entre otros). Lo anterior, refleja que, no obstante algunos casos particulares, lo más frecuente será que el reemplazo definitivo del bromuro de metilo como fumigante de suelos y substratos, se produzca por una aplicación coordinada de productos y/o estrategias tecnológicas de control de plagas, enfermedades y malezas.

Se presentan a continuación los resultados de un diagnostico realizado a 155 productores de Colín y otras localidades productivas de la comuna de Maule, que muestra la situación inicial de los productores en el año 2004 y los principales problema relacionados con el reemplazo del Bromuro de Metilo.

En los capítulos 2 y 3 se dan a conocer las principales enfermedades detectadas en la producción de tomates de invernaderos, tanto aquellas provocadas por nematodos y hongos, esto mediante muestreo de suelo realizado a 30 productores así como los resultados de las evaluaciones efectuadas en cinco unidades de validación. Se presentan también los resultados de las mediciones de efectividad lograda con los diferentes tratamientos aplicados.

Los capítulos 4, 5 y 6 presentan la metodología de aplicación de los diferentes tratamientos de desinfección de suelo recomendados a partir de las evaluaciones realizadas en las diferentes unidades de validación establecidas en Colín: Biomufigación, Vaporización de sustratos y uso de Metam sodio.

El Capitulo 7 muestra los resultados de las evaluaciones efectuadas en los ensayos tanto para la producción de almácigos a raíz desnuda o en bandejas mediante sustrato. Así como los resultados de las mediciones efectuadas en la producción de tomates con las diferentes alternativas de desinfección de suelo.

El Capitulo 8 muestra un análisis económico que demuestra la rentatibilidad del uso de unas de las alternativas de mayor difusión con el proyecto.

Finalmente en el ultimo capitulo los lectores encontraran las principales conclusiones y recomendaciones que se desprenden de este trabajo.

Jorge Riquelme S. y Jorge Carrasco J.

CAPÍTULO 1

Diagnóstico Inicial

Jorge Riquelme S.

Con el objetivo de conocer el consumo inicial de Bromuro de Metilo en la producción de tomates bajo invernadero, tanto en almácigo como en las mesas de producción y a su vez, disponer de la información de los principales problemas fitosanitarios que los afectan. Se aplico un diagnostico a 155 productores de Colín y otras localidades productivas de la comuna de Maule, considerando una cantidad cercana a 300 productores en la comuna fueron encuestados más del 50% de los productores.

Los resultados del diagnostico destacaron que todos los productores encuestados utilizaban bromuro de metilo, en su mayoría para desinfectar el suelo que utilizan para efectuar sus almácigos, con un promedio de 9 bombonas cada uno, con un consumo anual de 1219 bombonas, en base a esta información se pudo estimar un consumo anual en el área de 1658 Kg. de bromuro de metilo.

En cuanto años de utilización la mayoría lo utilizaba desde hace 15 años, esto lo hacia ser una práctica tradicional, la cual es difícil de modificar sino se entrega una alternativa tan económica como efectiva de reemplazo al Bromuro de Metilo. El 66% ya conocía de la próxima eliminación del uso del Br de Me y el 95 % no conocía alguna alternativa para reemplazar el Bromuro de Metilo, este último dato confirmaba la necesidad de efectuar este Proyecto para poder capacitar y enseñar las alternativas que actualmente existen de reemplazo al Bromuro de Metilo.

Con respecto a la tenencia de la tierra, la **Figura 1,** muestra un mayor porcentaje de arrendatarios (68%), seguidos por un 25% de propietarios y solo un 7% de mediero. Estos resultados son bastante coincidentes con los obtenidos por la Corporación FPP

Sur en al año 2002, con un 77% de arrendatarios y solo un 20,8% de propietarios (COLINTOM A.G., 1992).

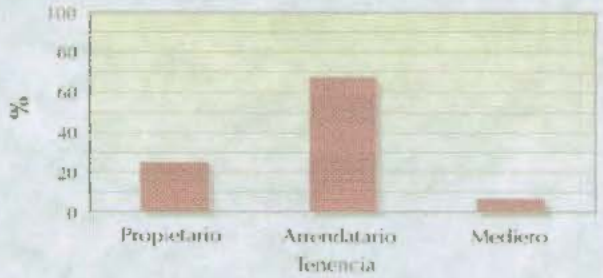


Figura 1. Tenencia de la tierra de los productores de tomate en invernadero de Colín.

En cuanto al número de naves por productor estas variaron desde 2 hasta 90 naves por productor, variabilidad también coincidente con la obtenida por la Corporación FPP Sur. En la **Figura 2,** se muestra el resultado por rangos de nave. En esta figura se destaca el alto porcentaje de productores con número de naves inferiores a 20 (82%), indicando que en su mayoría se trata de pequeños productores.

El ancho de las naves reportados por todos fue de 6 m con largos variables entre 30 y 66 metros, en su mayoría de 50 m de largo. El 87% de los productores efectuaban sus propios almácigos. En la **Figura 3,** se muestra el porcentaje de productores que utilizaba una determinada variedad de semilla de tomates en sus invernaderos.

La variedad con un mayor porcentaje de uso resulto ser Agora (52%), la que ya presentaba un pequeño descenso en comparación a los resultados obtenidos por la Corporación FPP Sur (67%), la variedad Presto



Figura 2. Rango de naves por productor.



Figura 3. Variedades de semillas de tomates utilizadas por los productores de tomate en invernadero.

(38%) presentaba un descenso mucho mayor que en la encuesta anterior (68%). La variedad Fortaleza (24%) había incrementado su porcentaje con respecto a la encuesta efectuada en el año 2002 (3,1%) y aparecía una nueva variedad, María Italia (12%), no reportada anteriormente.

La **Figura 4**, muestra la necesidad de utilizar el Bromuro de Metilo en la desinfección del suelo para la producción de almacigo. De todos los controles se destaca el de eliminar las malezas (93%), seguido por el control de nematodos (48%). Atributos importantes que deberían contar en las nuevas alternativas a emplear.

Finalmente, con relación al interés por capacitarse en las nuevas alternativas de reemplazo al Bromuro de Metilo el 98% manifestó su interés por participar.

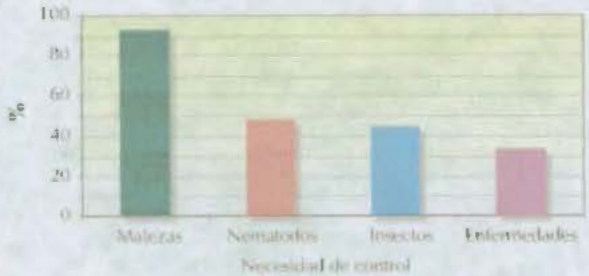


Figura 4. Necesidad de control en el uso del Bromuro de Metilo.

CAPÍTULO 2

NEMATODOS

Andrea Torres[1]; Mauricio Lolas[2]; Cristian Muñoz[2]

Debido tanto al método de desinfección de suelos o a la no realización de este, a la falta de un diagnostico acertado del agente causal y al monocultivo de tomates en el Sector de Colín y Unihue, Provincia de Talca, Región del Maule, existía un descontento por parte de los agricultores con la disminución en sus producciones. De esta forma se planteó el incorporar la realización de análisis nematológicos a suelos provenientes de predios de treinta agricultores de esta zona geográfica. Cabe señalar que algunos nematodos parásitos de plantas se alimentan de los tallos, yemas u hojas, pero la gran mayoría se alimenta de las raíces. De los parásitos radiculares, existen los que se alimentan de la parte exterior de la raíz (ectoparásitos o parásitos externos), mientras que los que se introducen y se alimentan de la parte interior de la raíz (endoparásitos o parásitos interiores). Una vez aislados e identificados los nematodos fitoparásitos se obtuvo que el genero con mayor numero de ejemplares por muestra (1 a 38) correspondió a *Heliocotylenchus* spp, a su vez fue detectado en el 36,67% de los suelos, otros géneros de nematodos identificados, corresponden a *Meloidogyne* spp (46,67%) (**Foto 1**), siendo este último el genero más frecuente en los suelos, *Pratylenchus* spp. (36,67%), *Hemicycliophora* spp. (20%), *Paratylenchus* spp. (10%) y *Trichodorus* spp.; (6,67%). Adicionalmente, en el 30% de los suelos proveniente del diagnostico, se determinó nematodos saprófitos.



Foto 1. Sistema radicular afectado con *Meloidogyne* spp.

[1] *INIA Raihuén.*
[2] *Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias.*

Meloidogyne spp.: que es un nematodo que dentro de los hospederos reportados se encuentra en hortalizas, cereales, ornamentales, praderas, árboles, arbustos, remolacha, tabaco, algodón, papas, etc. La especie *M. incognita* esta involucrada en muchas interacciones con enfermedades, tales como *Phytophthora parasitica var nicotianae*, *Pseudomonas solanacearum*, además se ha reportado que plantas infectadas con este nematodo al cabo de cuatro semanas son más susceptibles a la infección y decaimiento por *Pythium* sp. y *Rhizoctonia* sp, enfermedades propias del cultivo del tomate. *M. incognita*, se le denomina o conoce como nematodo agallador, de los nódulos, "de la papilla", al producir los típicos abultamientos en las raíces. Penetra desde el suelo a las raíces, las hembras al ser fecundadas, se llena de huevos tomando el aspecto globoso dentro de las raíces. Los huevos eclosionan en el suelo o hibernan hasta que las temperaturas son más cálidas (favorables), pudiéndose completar el ciclo vital en menos de treinta días.

En el cultivo produce obstrucción de los vasos e impide la normal absorción por las raíces, lo que induce a un menor crecimiento de la planta y aparecen síntomas de marchitez y clorosis.

Helicotylenchus spp: que es un nematodo ecto y semi-endoparásito en corteza de raíces y tiene altas densidades de poblaciones, causa pequeñas lesiones marrón en las raíces. Las paredes de las células infectadas y aquellas adyacentes están lignificadas, pero esto no ha sido indicación de proliferación nuclear, formación de células gigantes o abultadas. De acuerdo a las referencias es un nematodo que se reproduce por partenogénesis, no hay indicación de espermios en la espermateca.

Pratylenchus spp.: (Nematodo de la Lesión) que es un nematodo con un amplio rango de hospederos, más de 350 hospederos han sido reportados, tales como manzano, cerezo, otros papa, maíz, remolacha, y muchas otras plantas son parasitadas por este nematodo. Endoparásito migratorio, que al movilizarse por el interior del tejido radicular provoca heridas, de aquí que se le conoce como nematodo lesionador. Al alimentarse dentro de raíces, libera compuestos polifenólicos que oxidan provocando las lesiones y necrosis de las raíces y toman un aspec-

to de alambre, en condiciones de campo este daño puede ser imperceptible. A su vez, disminuye drásticamente la cantidad de raíces secundarias y terciarias. Es bastante destructivo. El parasitismo migratorio de este nematodo abre secundarias invasiones para otros microorganismos del suelo tanto hongos (*Verticillium* spp, *Rhizoctonia* spp.) como bacterias, provocando por si solo o con la posterior colonización de enfermedades, plantas con escaso crecimiento.

Altas poblaciones del nematodo, puede causar la presencia de sectores dentro del cultivo con crecimiento pobre, menos vigoroso, amarillentas, se quedan enanas. Este nematodo, es fácilmente diseminado por movimiento de suelo, en zapatos de trabajadores, maquinaria o por el agua del riego. Generalmente sobrevive la estación sin hospedero como juveniles dentro de las raíces o en el suelo. El ciclo de vida se completa normalmente en tres o cuatro semanas, dependiendo de la temperatura del suelo, por lo que puede producir varias generaciones por temporada.

Paratylenchus spp: que es un nematodo común en suelos naturales y cultivados, especialmente alrededor de raíces de plantas leñosas y arbustivas, ectoparásito, pero a veces puede ser sedentario por periodos de tiempo. Prefiere partes maduras de las raíces sobre células epidermales y corticales externas, también sobre áreas heridas y sitios de emergencia de raíces laterales. Tiene un amplio rango de hospederos. El ciclo de vida se completa en aproximadamente treinta días.

Hemicycliophora spp: que es un nematodo común en suelos arenosos, ectoparásito y usualmente se localiza cerca del ápice de las raíces, dentro de los hospederos descritos están las curcubitáceas, leguminosas, rutáceas, umbelíferas y solanáceas, dentro de estas últimas se clasifica el tomate y en mínima cantidad. En ocasiones aparece como intolerante a la baja aireación asociado principalmente a suelo húmedos. En otros casos, ellos se encuentran en suelos muy mojados, y rango anaeróbico, suelos arenosos a lo largo de bancos de río.

Trichodorus **spp.** (Nematodo de la atrofia radicular), Tiene un rango amplio de hospederos en las regiones templadas y puede ser transmisor de virus en varias especies de plantas. Provoca enanismo, la alimenta-

ción del nematodo se realiza en la región meristemática de la punta de la raíz, la cual detiene su desarrollo, provocando presencia de numerosas raíces atrofiadas (raíz atoconada). Las raíces presentan poca o ninguna necrosis, cambio de color o síntomas adicionales.

Posterior a esta breve reseña de los géneros de nematodos fitoparásitos determinados en suelos de diferentes productores de tomate, se debe destacar que las plantas muestran síntomas de reducción de la función radicular en diferentes rangos, debido a que cuando el sistema radicular ha sido afectado por nematodos, su capacidad para absorber agua y nutrientes disminuye. Las plantas tienden a marchitarse con gran facilidad, aunque hayan sido regadas adecuadamente. Pueden presentar deficiencias de nutrientes a pesar de una fertilidad de suelo dentro de los rangos normales. Algunas veces las plantas pierden sus hojas más viejas. Dentro de un mismo potrero, las poblaciones de nematodos en numero y géneros pueden variar de un sector a otro, de modo que el daño a las plantas puede ser bien localizado. Por lo cual, si algunos síntomas en la parte aérea le hacen pensar que las plantas están sufriendo alguna lesión por nematodos fitoparásitos, el siguiente paso deberá ser verificar si existen raíces dañadas, crecimiento de la raíz disminuido en relación con plantas sin sintomatología externa visible, se presentan abultamientos, existen zonas muertas de la raíz, y por supuesto optar por la realización de análisis nematológicos de plantas y suelo. Y por supuesto, recordar que los nematodos pueden esparcirse de un área a otra en raíces de plantas infectadas, en el suelo o en herramientas o maquinarias o implementos agrícolas. Al transplantar con un cubo de suelo, asegúrese que las plántulas que está introduciendo estén libres de nematodos.

Los resultados obtenidos en desinfección de suelo en los Sitios de Validación, se han expresado en el porcentaje de control obtenido por los diferentes tratamientos sobre los distintos géneros de nematodos inicialmente presentes. Durante el primer año (**Cuadro 1**), en el Sitio de Validación 1 la disminución obtenida por el tratamiento 1 (biofumigación), fue 94,9% para *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp. y *Paratylenchus* spp. no así en *Helicotylenchus* spp., que existió un alza notable en el número de ejemplares El tratamiento 2 (vaporización), controló *Helicotylenchus* spp y no controló *Pratylenchus* spp. Incluso,

CUADRO 1. Porcentaje de control de nematodos en los tratamientos de desinfección de suelo. Sitios 1, 2, 4 y 5. Región del Maule. 2004.

	Meloidogyne spp	*Helicotylenchus* spp	*Pratylenchus* spp	*Paratylenchus* spp	*Hemicycliophora* spp	*Xiphinema* spp
SITIO 1 (Colín)						
BIOFUMIGACIÓN	94,9	0,0	100,0	100,0	s/i	s/i
VAPORIZACIÓN	s/i	54,4	0,0	s/i	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	100,0	24,7	57,5	0,0	100,0	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	60,8	100,0	s/i	0,0	s/i	s/i
SITIO 2 (Colín)						
METAM SODIO	61,1	s/i	100,0	s/i	100,0	s/i
TRICHONATIVA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
BROMURO DE METILO	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	100,0	100,0	66,7	s/i	s/i	100,0
SITIO 4 (Unihue)						
METAM SODIO	33,3	100,0	0,0	100,0	s/i	s/i
BASAMID	s/i	100,0	100,0	s/i	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	0,0	23,5	0,0	0,0	s/i	s/i
SITIO 5 (Colín)						
BIOFUMIGACIÓN	90,9	86,7	0,0	100,0	100,0	s/i
VAPORIZACIÓN	100,0	100,0	100,0	s/i	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	100,0	100,0	100,0	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	96,3	84,0	0,0	11,1	s/i	s/i

el tratamiento 3 (bromuro de metilo), no fue eficiente para todos los tipos de nematodos presentes en esta unidad de validación. Por los resultados obtenidos en el tratamiento testigo (sin aplicación), se puede inferir que existe una disminución natural de la población de *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp.

En el Sitio de Validación 2, al analizar el tratamiento testigo (sin aplicación), nos indica que se produjo una disminución natural de la población, asociado seguramente al tipo de suelo que cuenta esta unidad de validación y la época en que fueron tomadas las muestras. Con respecto a los resultados obtenidos en el Sitio 3, que se analizó el

substrato utilizado por el agricultor para la producción de plántulas (almácigo) en bandejas, previo a someterlo a vaporización, post vaporización y posterior a la aplicación de bromuro de metilo por parte del mismo agricultor. En el substrato pre aplicación sólo se detectó presencia de nematodos saprófitos, post vaporización se mantuvo la presencia de algunos nematodos saprófitos, no así en el substrato sometido a bromuro de metilo por parte del agricultor, que se detectó 1 ejemplar de *Meloidogyne spp* y 1 ejemplar de *Pratylenchus spp*, por cada 50 gramos de substrato (promedio de tres repeticiones). La presencia de estos nematodos fitopatógenos, se puede "deber" a una contaminación con los implementos utilizados para remover y ventilar el substrato post aplicación.

En Sitio de Validación 4 la disminución obtenida por el tratamiento 2 (Dazomet) fue 100% para *Helicotylenchus* spp.,y *Pratylenchus* spp. En el tratamiento 1 (Metam sodio), se produjo una disminución de la carga inicial de *Meloidogyne* spp. y 100% de control de *Helicotylenchus* spp y *Paratylenchus* spp, comparable con el control obtenido con el tratamiento 3 (bromuro de metilo). Por los resultados obtenidos en el tratamiento testigo (sin aplicación), se puede inferir que existe una disminución natural de la población de *Helicotylenchus* spp.

En el Sitio de Validación 5 la disminución obtenida por el tratamiento 2 (vaporización) y el tratamiento 3 (bromuro de metilo), fue 100% para *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., y *Pratylenchus* spp. En el tratamiento 1 (biofumigación), se produjo una disminución de la carga inicial de *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp, y no así en *Pratylenchus* spp., que existió un alza en el número de ejemplares sp. A su vez, controló 100% *Paratylenchus* spp y *Hemicycliophora* spp. Por los resultados obtenidos en el tratamiento testigo (sin aplicación), se puede inferir que existe una disminución natural de la población de *Meloidogyne* spp. y *Helicotylenchus* spp y *Paratylenchus* spp.

Durante la segunda temporada que se implementaron técnicas de desinfección de suelos, los resultados obtenidos fue que en muestras de suelo pre tratamiento el 47,76% de éstas, sólo presentó nematodos saprófitos y existió un 28,36% de las muestras analizadas, que no pre-

sentó ningún tipo de nematodo, ni saprófito ni fitopatógeno. Esto representa que sólo en el 28,36% de las muestras de suelo, se detectó nematodos fitopatógenos.

En el Sitio 1 el nematodo de mayor presencia correspondió a *Hemicycliophora spp*, y no se presentó *Paratylenchus* spp, por su parte en el Sitio 2, sólo se presentó *Pratylenchus* spp. Con respecto al Sitio 4, el nematodo de mayor incidencia fue *Helicotylenchus spp*, y no presentó *Meloidogyne spp; Paratylenchus* spp y *Hemicycliophora spp*. En el Sitio 5, el nematodo que se presento con la mayor frecuencia en las muestras de suelo, correspondió a *Meloidogyne spp*.

En las muestras de suelo extraídas post tratamiento, se obtuvo 34,33% de ellas, sólo con nematodos saprófitos y 40,30%, sin nematodos, que significa que el porcentaje de muestras con nematodos fitopatógenos fue de 25,37%. De acuerdo a las determinaciones, se encontró, *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y *Hemicycliophora* spp., manteniéndose la condición sin presencia de *Paratylenchus* sp y *Hemicycliophora sp*, En el Sitio 1 el nematodo de mayor presencia correspondió a *Meloidogyne spp*, por su parte en el Sitio 2, no presentó ningún tipo de nematodos. Con respecto al Sitio 4, el único tipo de nematodo que se obtuvo fue *Meloidogyne spp*. En el Sitio 5, el nematodo que se presento con la mayor incidencia en las muestras de suelo, correspondió a *Pratylenchus* spp.

El porcentaje de control obtenido por los diferentes tratamientos de desinfección de suelos, en cuatro de los Sitios de Validación, se muestra en el **Cuadro 2**.

En Sitio de Validación 1, la disminución obtenida por el tratamiento 1 (biofumigación), fue 100% para *Hemicycliophora* spp., 33% para *Pratylenchus* spp. no así en *Meloidogyne spp.*, que existió un alza en el número de ejemplares El tratamiento 3 (bromuro de metilo), no fue eficiente para *Meloidogyne spp*. Por los resultados obtenidos en el tratamiento testigo (sin aplicación), se puede inferir que existe una disminución natural de la población de *Hemicycliophora* spp y *Pratylenchus* spp.

Cuadro 2. Porcentaje de control de nematodos en los tratamientos al suelo. Sitio 1, 2, 4 y 5. Región del Maule. 2005.

	Meloidogyne spp	*Heliotylenchus* spp	*Pratylenchus* spp	*Paratylenchus* spp	*Hemicycliophora* spp
SITIO 1 (Colín)					
BIOFUMIGACIÓN	0	s/i	33	s/i	100
METAM SODIO	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	0	s/i	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	0	0	100	s/i	100
SITIO 2 (Colín)					
METAM SODIO (I)	0	0	0	s/i	s/i
METAM SODIO (II)	s/i	s/i	100	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	s/i	0	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
SITIO 4 (Unihue)					
METAM SODIO (I)	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
METAM SODIO (II)	0	s/i	100	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	0	s/i	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	0	100	100	s/i	s/i
SITIO 5 (Colín)					
BIOFUMIGACIÓN	100,0	100,0	100,0	100,0	s/i
METAM SODIO	s/i	s/i	0	s/i	s/i
BROMURO DE METILO	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
TESTIGO (SIN APLICACIÓN)	88,9	s/i	100,0	100,0	100,0

(II) En post plantación consideró aplicación de TRICHONATIVA®

En el Sitio 2, la disminución obtenida por el tratamiento 2 (Metam Sodio II), fue 100% para *Pratylenchus* sp. no así en tratamiento 1 (Metam Sodio I), donde se produjo un alza en el numero de ejemplares de *Meloidogyne spp.*, *Heliocotylenchus* spp y *Pratylenchus* spp .El tratamiento 3 (bromuro de metilo), no fue eficiente para *Pratylenchus spp.*

Con respecto a los resultados obtenidos en el Sitio 3, que se analizó el substrato utilizado por el agricultor para la producción de plántulas (almácigo) en bandejas, previo a someterlo a vaporización, post vapo-

rización y posterior a la aplicación de bromuro de metilo por parte del mismo agricultor. En el substrato pre aplicación sólo se detectó presencia de nematodos saprófitos, post vaporización se mantuvo la presencia de algunos nematodos saprófitos, no así en el substrato sometido a bromuro de metilo por parte del agricultor, que se detectó *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp.*; por segunda temporada consecutiva, se asume esta alza a una contaminación con los implementos utilizados para remover y ventilar el substrato post aplicación

En Sitio de Validación 4, la disminución obtenida por el tratamiento 2 (Metam sodio II) fue 100% para *Pratylenchus* spp, así como se produjo un aumento de los ejemplares de *Meloidogyne spp,* pero inferior a lo que sucedió en el tratamiento 3 (Bromuro de metilo). En el tratamiento testigo (sin aplicación), se produjo disminución de ejemplares de *Helicotylenchus* spp., y *Paratylenchus* spp y aumento de Meloidogyne spp.

En Sitio de Validación 5, la disminución obtenida por el tratamiento 1 (biofumigación) fue 100% para *Meloidogyne spp, Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y *Paratylenchus* spp En el tratamiento 2 (Metam sodio), se produjo un alza en el numero de ejemplares de *Pratylenchus spp.* En el tratamiento testigo (sin aplicación), se produjo disminución de ejemplares de nematodos y sólo aumentó. *Meloidogyne* spp.

CAPÍTULO 3

HONGOS

Andrea Torres[1]; Rossana Rodríguez[1]

Durante el transcurso del Proyecto se efectuó un diagnostico de los hongos presentes en suelo proveniente de treinta agricultores que tradicionalmente se dedican al monocultivo de tomate bajo invernadero de los sectores de Colín, Unihue, Provincia de Talca, Región del Maule. El hongo con mayor presencia en cantidad y frecuencia en estos suelos correspondió a *Altemaria* sp. (100 %), seguido por *Botrytis* sp.(86,67%), *Phytophthora* sp. (73,33%) y *Fusarium* sp, (76,67%) Adicionalmente, se detectó *Cladosporium* sp., en 46% de los agricultores, *Trichoderma* sp., en el 40%, *Penicillium* sp., en un 30%.y *Pyrenochaeta* sp., en un 10% de los suelos analizados..

***Botrytis* sp.**, Hongo que provoca la podredumbre gris, parásito de amplio numero de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas y puede comportarse como parásito y saprófito. En plántulas produce Damping-off, provocando en almácigos daños graves. Penetra a través de heridas producto de cicatrices florales, picaduras de insectos, de pájaros, mordeduras de caracol, etc.. En hojas y flores se producen lesiones pardo grisáceas, provocando necrosis y atizonamiento de brotes, flores y cuaja deficiente. En frutos se produce un pudrición blanda y acuosa, que comienza normalmente por el extremo calicinal, en los que se observa abundante micelio gris del hongo en los frutos podridos. Las principales fuentes de inoculo las constituyen las conidias en restos vegetales que son dispersados por el viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en plástico y agua de riego. Sobrevive como esclerocio y micelio en restos vegetales infectados de tomate, como en otras especies y malezas, en ocasiones en restos de tejido adheridos a la semilla. Normalmente, se disemina de un lugar a otro por semilla contaminada y herramientas La temperatura, la humedad relativa y fenología influyen en la enfermedad de forma separada o conjunta. Adicionalmente, luz abundante y excesos de nitrógeno en

[1] *INIA Raihuén.*

las plantas, se desarrolla rápidamente la enfermedad, inicialmente en órganos senescentes o muertos (partes de hojas o flores desecadas, cicatrices florales) (**Foto 2**).



Foto 2. Sintomatología provocada por *Botrytis cinerea* en hojas, tallos y frutos de tomate.

***Alternaria* spp.** Esta enfermedad conocida como cancro del tallo, tizón temprano o alternariosis, se ve favorecida en zonas donde hay periodos alternados de lluvia y calor. Afecta principalmente a solanáceas y especialmente a tomate y papas. En plántulas produce un cancro negro en el tallo a nivel del suelo. En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y peciolos. En hoja se producen manchas irregulares pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. Las lesiones al existir en mayor número, se pueden unir, tornándose las hojas amarillas, se secan y caen. En ataques severos puede provocar la defoliación de la planta. En tallo y peciolo se producen lesiones negras alargadas, en las que se puede observar a veces

anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuras ligeramente deprimidas, estas pueden extenderse y cubrir el fruto completamente y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Fuentes de dispersión lo constituyen solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas, restos de plantas enfermas y frutos afectados. Las conidias pueden ser dispersadas por salpicaduras de agua, lluvia, o el viento. Heridas o lesiones ocasionadas por implementos o herramientas o insectos favorecen la penetración del hongo. La esporulación está favorecida por noches húmedas seguidas de días soleados y con temperaturas elevadas (**Foto 3**).



Foto 3. Sintomatología provocada por *Alternaria* sp. en hojas de tomate.

***Phytophthora* spp.**, Pudrición o Cancro del Cuello o Mildiu Terrestre, producida por *Phytophthora nicotianae var. parasitica*, este hongo puede afectan muchas hortalizas, cítricos, especies tropicales y ornamentales. Esta enfermedad se encuentra muy difundida especialmente en regiones o ambientes húmedos y suelos pesados, húmedos y fríos con abundante materia orgánica. El hongo permanece en el suelo por un largo tiempo en forma de clamidosporas o estructuras de resistencia, además por tener un amplio número de hospederos pueden sobrevivir en éstos. La diseminación es por zoosporas, que se ven favorecidas bajo condiciones de exceso de agua en el suelo, otra forma es el sustrato y las salpicaduras de agua, siendo muy importante la infestación por aguas de riego contaminadas. Nemátodos y lombrices lo trasladan en el suelo y permiten colonizar nuevas áreas o re infectar suelos que con anterioridad fueron desinfectados (**Foto 4**). Produce graves daños en plántulas en almácigos o hasta quince días post plantación. En etapas avanzadas del cultivo, los frutos que quedan sobre o cercanos al suelo pueden ser afectados.



Foto 4.
Sintomatología provocada por *Phytophthora* sp, en plantas de tomate.

***Fusarium* sp.**, Fusariosis o Marchitez, esta enfermedad es causada por *Fusarium oxysporum f.sp lycopersici*, este hongo es específico para tomate cultivado o algunas especies de tomate silvestre. Su sobrevivencia en el suelo casi indefinida, a través clamidosporas, a su vez la diseminación se realiza mediante semillas contaminadas externamente, plántulas infectadas, restos vegetales, suelo a través de labores culturales, o herramientas infectadas. Los primeros síntomas visibles, son caída de peciolos en hojas superiores, por su parte, las hojas inferiores sufren amarillamiento que avanza hacia el ápice y termina por secarse. A nivel radicular produce necrosis y podredumbre y desde allí compromete los vasos conductores (xilema), si efectúa un corte transversal o longitudinal en el tallo, se observa oscurecimiento de los vasos visualizándose amarillamiento, marchitez parcial o total de la planta. Puede producir daños muy graves, especialmente en invernaderos de zonas templadas y zonas cálidas, las temperaturas altas lo favorecen, la penetración del hongo se facilita por heridas en las raíces (**Foto 5**).



Foto 5. Sintomatología provocada por *Fusarium* sp., en plantas de tomate.

***Cladosporium* fulvum.**, enfermedad conocida como Fulvia o cladosporiosis, hongo bastante especifico, ya que afecta exclusivamente tomate. Los primeros síntomas aparecen como manchas circulares a angulares blancas, luego amarillas en la cara superior de las hojas más viejas de la planta (**Foto 6**). Coincidiendo con el desarrollo de masas de conidias del hongo, color verde oliva, en la cara inferior de las mismas hojas. Si bien puede desarrollarse al aire libre, fundamentalmente se presenta en cultivo de tomate bajo invernadero. El hongo es capaz de sobrevivir hasta un año en residuos vegetales secos sobre el suelo, en las estructuras del invernadero, principalmente a través de conidias. Se disemina por viento y la lluvia, además de las herramientas, la ropa de trabajadores, siendo crítico esto ultimo en las labores de poda, e incluso se puede propagar a través de insectos.

De acuerdo a antecedentes recabados en invernaderos históricamente dedicados a tomates del sector de Colín, durante la temporada 2003/2004, el ataque severo de esta enfermedad significó una reducción en el rendimiento del orden de 43 toneladas/ha.



Foto 6. Sintomatología producida por *Cladosporium fulvum*, en hojas de tomate.

***Trichoderma* spp** Este género está compuesto por hongos que se encuentran presentes en forma natural, en casi todos los suelos y hábitat, es dominante en los suelos, debido a su naturaleza agresiva y capacidad de competir con otros microorganismos presentes en el suelo, ya que dentro de sus características se encuentra que se desarrolla rápidamente y emite gran cantidad de esporas. Este hongo parasita en forma directa a otros hongos, además secreta enzimas que ayudan a disolver la pared celular de las hifas del huésped, facilitando la inserción de estructuras y el micelio, absorbiendo los nutrientes del hongo huésped.

Adicionalmente, produce antibióticos que le permiten inhibir el desarrollo de otros hongos o bacterias que compiten por espacio y nutrientes. Sin embargo, para lograr una competencia efectiva, es necesario que Trichoderma spp colonice el substrato primero, o al mismo tiempo que el patógeno.

Este hongo tiene también una serie de efectos secundarios en el suelo. Emite vitaminas que absorbe la raíz, con lo cual la planta crece más

rápido y emite adicionalmente gran cantidad de enzimas, que hace que la raíz se alimente mejor. Trichoderma spp, se alimenta de nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos, en caso de que no tenga ningún hongo para alimentarse, y mejora también la estructura del suelo. Cabe destacar que este hongo no es sistémico, es decir no entra en ningún momento dentro de la planta, frecuentemente se observa sobre tejido vegetal en descomposición y en algunas muestras

***Rhizoctonia* spp** , Damping off o Caída de Almácigo, que es provocada por un complejo fúngico, donde destacan los hongos del genero *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Phytium*, estos hongos son de amplia distribución en nuestros suelos y atacan un gran numero de hortalizas, frutales, praderas y forestales. Tal como lo indica su nombre, se produce una caída de las plantas pre emergencia, pudrición de la semilla al germinar o las plántulas previo a la emergencia sobre el suelo. La caída puede ser post emergencia, aquí los hongos afectan los tejidos del cuello y de las raíces, causando un estrangulamiento en el tallo a nivel del suelo y la posterior caída de las plántulas y su muerte. Los hongos que constituyen este complejo, se diseminan principalmente por el agua de riego y las labores culturales (**Foto 7**).



Foto 7. Fruto de tomate afectado con *Rhizoctonia solani*.

***Verticillium* sp.** Verticilosis, ocasionada por *Verticillium albo-atrum* y *Verticillium dahliae*, en éste último se conocen dos razas, raza 1 de amplia distribución en el mundo y la raza 2, descrita para Estados Unidos y de reciente identificación en Chile, El modo de sobrevivencia en el suelo, es a través de microesclerocios y una fuente de inoculo son restos de plantas infectadas, numerosas plantas hospederas, ya sea cultivadas como malezas. Su diseminación ocurre por el viento, el agua de riego, por movimiento de suelo infestado en herramientas de trabajo o maquinaria agrícola y por la llegada de material enfermo al terreno de cultivo. La severidad del ataque está directamente relacionada a la concentración de inoculo en el suelo y se requiere varios cultivos susceptibles para incrementar suficientemente el inoculo del suelo, asunto que es factible por el gran numero de hospederos susceptibles y en este caso, por el monocultivo de tomate en el mismo terreno y zona. La penetración del hongo se realiza en el suelo, favorecida por heridas en las raíces. En ataques severos provoca disminución importante de rendimientos totales y disminución del tamaño de los frutos (**Foto 8**).

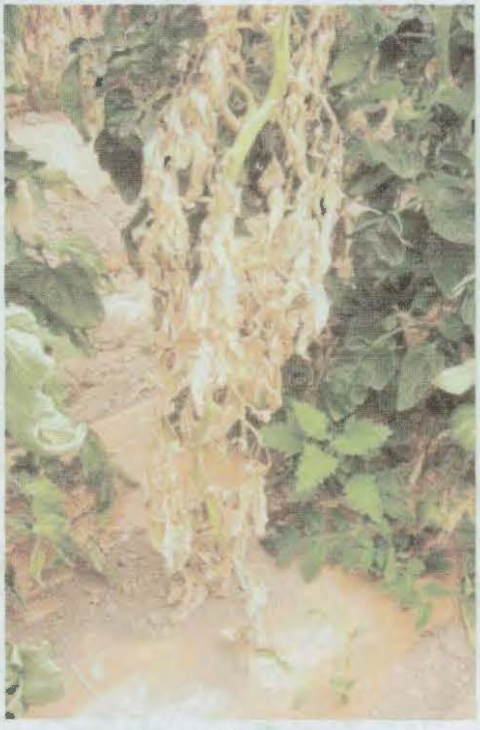


Foto 8. Sintomatología provocada por *Verticillium* sp. en plantas de tomate.

Ante buenas condiciones de humedad y nutrición, los primeros síntomas son parches amarillos en las hojas inferiores, venas color marrón y por ultimo manchas secas color marrón, las hojas pueden marchitarse y desprenderse. La enfermedad progresa hacia los tallos, con lo que sólo las hojas superiores permanecen verdes. Los frutos permanecen pequeños, desarrollan hombros amarillos y pueden sufrir golpe de

sol, por la falta de follaje. Al penetrar por las raíces, crece rápidamente hacia el xilema, interviniendo con la distribución del agua y nutrientes en la planta, produce una toxina que contribuye a la marchitez y manchado de las hojas. A través de un corte vertical en el tallo principal a ras de suelo se puede observar color marrón en los tejidos conductores bajo la corteza. Esta decoloración puede observarse hacia arriba y hacia las raíces, pero más allá de 25 – 30 cm. sobre el suelo.

***Pyrenochaeta* spp.** Pudrición Parda de la Raíz, Raíz Corchosa, es causada por *Pyrenochaeta lycopersici*, presente también en otras hortalizas.. Sobrevive en el suelo en forma de microesclerocios y en raíces del tomate o de otros hospederos. Su forma de diseminación, es por almácigos infectados, labores de manejo y por el agua de riego. Los síntomas característicos son raíces poco abundantes, especialmente raicillas. Manchas grandes acorchadas, marrón a negro en raíces principales. En hojas se visualiza marchitez desde las del ápice hacia la base, que inicialmente se recuperan durante la noche. Luego marchitez permanente y muerte de plantas. Los daños están relacionados directamente con el nivel de inoculo en el suelo, donde habita hasta profundidades. El uso intensivo del suelo en invernadero, permite que se convierta en ocasiones un problema grave.

Si bien existen diferentes alternativas de control químico para algunas de las enfermedades antes expuestas, se debe considerar las estrategias de prevención, como son:

- Desinfección de almacigueras y mesas o platabandas de plantación.
- Fechas de siembra y trasplante, favorables para el desarrollo del tomate y menos favorable para el desarrollo de enfermedades.
- Selección de semillas, si bien la elección de la variedad va ligada a un asunto comercial, se debe optar por aquellas variedades menos susceptibles o más tolerantes a las enfermedades.
- Densidad de siembra, afecta directamente el microclima del suelo, al favorecer una buena o mala aireación, manteniendo o no una adecuada humedad relativa entre plántulas y/o plantas. Además,

en altas densidades se favorece el contacto entre plantas, que puede provocar facilidad en la diseminación de la enfermedad de una planta a otra.

- Rotación de cultivo, la siembra o plantación de un mismo cultivo favorece la permanencia de una enfermedad, por lo que es conveniente realizar una secuencia con diferentes especies, para romper o alterar los ciclos de las enfermedades.
- Evitar cultivos intercalados, durante la permanencia en el sector de Colín – Unihue, se observó la practica de algunos productores de tomate, que en las mesas de plantación para obtener mayor rentabilidad por unidad de superficie, colocaban en forma central las plantas de tomate y en forma paralela, dos hileras de plantas de lechuga, no es recomendable porque se incrementa principalmente el inoculo de *Botrytis cinerea*, que puede significar un aumento de aplicaciones durante la temporada enfocados al control de esta enfermedad, entre otras que son común entre ambos cultivos.
- Eliminación de residuos de cosecha de las cercanías del lugar de siembra y/o plantación.
- Aplicación de nutrientes en forma balanceada, evitando excesos de vigor o plántulas y/o plantas débiles.
- Poda sanitaria para eliminar plantas, hojas, frutos dañados y sacarlos fuera del área de cultivo.
- Evitar el uso de herramientas o implementos que hallan sido utilizados en terrenos contaminados, sin haber sido previamente desinfectados.
- Manejo adecuado del riego

El porcentaje de control obtenido durante la primera temporada, para los hongos determinados previamente en las muestras de suelo, se detalla en el **Cuadro 3**.

En cuanto a *Botrytis* sp., en el Sitio de Validación 1, se obtuvo un control del 83,9 y 83,1 % en el tratamiento 2 (vaporización) y tramiento1 (biofumigación), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 97,6%. En el control de *Alternaria* sp. ambos tratamientos no tuvieron efecto. Con respecto a *Phytophthora* sp. el control fue 76,6% y 64,5%, respectivamente. El control de *Fusarium* sp., obtuvo valores similares, del orden

CUADRO 3. Porcentaje de control de cinco hongos en los diferentes tratamientos. Región del Maule. 2004.

	BIOFUMIGACIÓN	VAPORIZACIÓN	BASAMID	TRICHONATIVA	METAM SODIO	BROMURO DE METILO	TESTIGO
			Botrytis sp				
SITIO 1	83,1	33,9	NC	NC	NC	97,6	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	96,6	97,7	96,9	0,0
SITIO 4	NC	NC	99,8	NC	99,1	93,6	0,0
SITIO 5	85,5	39,9	NC	NC	NC	87,0	0,0
			Alternaria sp				
SITIO 1	0,0	0,0	NC	NC	NC	85,3	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	97,4	79,0	C,0	0,0
SITIO 4	NC	NC	100,0	NC	99,9	99,9	0,0
SITIO 5	0,0	79,5	NC	NC	NC	9,8	0,0
			Phytophthora sp				
SITIO 1	64,5	76,6	NC	NC	NC	98,9	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	46,7	97,0	94,0	0,0
SITIO 4	NC	NC	98,8	NC	87,5	86,7	0,0
SITIO 5	98,7	38,9	NC	NC	NC	98,7	0,0
			Fusarium sp				
SITIO 1	62,3	76,7	NC	NC	NC	98,9	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	99,8	99,4	99,9	0,0
SITIO 4	NC	NC	96,4	NC	100,0	96,1	0,0
SITIO 5	45,0	57,6	NC	NC	NC	100,0	0,0
			Cladosporium sp				
SITIO 1	89,8	7,6	NC	NC	NC	98,7	0,0
SITIO 2	NC	NC	NC	69,2	97,9	99,5	0,0
SITIO 4	NC	NC	98,9	NC	49,5	98,5	0,0
SITIO 5	79,2	45,0	NC	NC	NC	98,0	0,0

NC: No Corresponde

del 76,7 y 62,3%. Cabe destacar, que ambos tratamientos favorecieron la aparición de *Trichoderma* sp. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 89,8% por la biofumigación (tratamiento 1), no así por la vaporización(tratamiento 2), donde se alcanzó un efecto sólo del 7,6% de control.

En Sitio de Validación 2, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 96,6 y 97,7 % en el tratamiento 2 (Trichonativa) y tramiento1 (Metam sodio), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 96,9%. En el control de *Alternaria* sp. ambos tratamientos tuvieron mejor efecto, que la aplicación de bromuro de metilo, con porcentajes de control de 97,4 y 79%, respectivamente. En relación a *Phytophthora* sp. el control ejercido por el tratamiento 1 (metam sodio) fue el mayor a cualquiera de los tratamientos. El control de *Fusarium* sp., fue bueno, si lo analizamos desde el punto que la carga inicial era baja. Ambos tratamientos tuvieron efecto sobre *Trichoderma* sp, para el caso especifico del tratamiento 2, que el producto es una mezcla de cepas de *Trichoderma* spp, por un asunto de competencia, provocó la disminución. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 97,9% por el metam sodio (tratamiento 1), no así por el tratamiento 2 (Trichonativa), que alcanzó su control al 69,2%.

En Sitio de Validación 3, las muestras del substrato tanto pre tratamiento como post tratamiento, no se detectó presencia de agentes fitopatógenos, sólo se encontró hongos saprófitos.

En Sitio de Validación 4, lo referente a *Pyrenochaeta* sp y *Verticillium* sp. aparecieron en pocas muestras pre tratamiento. En cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 99,8 y 99,1 % en el tratamiento 2 (Dazomet) y tramiento1 (Metam sodio), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 93,6%. En el control de *Alternaria* sp. ambos tratamientos tuvieron un 100%, al igual que la aplicación de bromuro de metilo. En relación a *Phytophthora* sp. el control ejercido por el tratamiento 1 (Metam sodio) fue superior al del tratamiento 3 (bromuro de metilo) e inferior al tratamiento 2 (Dazomet), que ejerció un control del 98,8%. El control de *Fusarium* sp., fue bueno, si lo analizamos desde el punto que la carga inicial era baja, en dos de los tratamientos. Ambos tratamientos tuvie-

ron efecto sobre *Trichoderma* sp., con un comportamiento igual al tratamiento 3 (bromuro de metilo). *Cladosporium* sp., fue controlado en un 49,5% por el Metam sodio (tratamiento 1), obteniéndose con el tratamiento 2 (Dazomet) un porcentaje similar al del bromuro de metilo.

En el Sitio de Validación 5, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 99,9% y 85,5 % en el tratamiento 2 (vaporización) y tratamiento 1 (biofumigación), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 87%. En el control de *Alternaria* sp. el tratamiento 1 (biofumigación) no tuvo efecto, el caso del tratamiento 2 (vaporización) se visualiza con un muy buen efecto, pero la carga inicial de inoculo en las parcelas donde se ubicó, fue baja con respecto a los otros tratamientos. Con respecto a *Phytophthora* sp. el control fue 98,7% y 88,9%, para el tratamiento 1 y 2, respectivamente, control similar al tratamiento 3 (bromuro de metilo). El control de *Fusarium* sp., obtuvo valores del 45 y 67,6%, donde el bromuro de metilo obtuvo un 100% de eficiencia. Ambos tratamientos favorecieron la aparición de Trichoderma sp. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 79,2% por la biofumigación (tratamiento 1), no así por la vaporización(tratamiento 2), donde se alcanzó un efecto sólo del 45% de control.

Los resultados de control de hongos durante la segunda temporada se muestran en el **Cuadro 4**.

En Sitio de Validación 1, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 99,8 y 96,9 % en el tramiento1 (biofumigación) y tratamiento 2 (Metam Sodio), respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 91,7%. En el control de *Alternaria* sp. el porcentaje de control obtenido fue 94 y 99,6, para el tratamiento 1 y 2, respectivamente. Con respecto a *Phytophthora* sp. el control en ambos fue 100 y 99,6%, respectivamente haciendo una gran diferencia con el tratamiento a base de bromuro de metilo (tratamiento 3). El control de *Fusarium* sp., obtuvo valores similares, del orden del 98,7 y 100%. Cabe destacar, que ambos tratamientos favorecieron la aparición de Trichoderma sp, a diferencia del suelo tratado con bromuro de metilo. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 89,2% por la biofumigación (tratamiento 1), no así por la aplicación de Metam

CUADRO 4. Porcentaje de control de hongos en suelo en los diferentes tratamientos. Sitio 1, 2, 3, 4 y 5. Región del Maule. 2005.

	BIOFUMIGACIÓN	METAM SODIO	BROMURO DE METILO	TESTIGO
		Botrytis sp		
SITIO 1	99,8	96,9	91,7	0,0
SITIO 2	NC	90,9	0,0	0,0
SITIO 4	NC	96,0	86,6	99,6
SITIO 5	84,5	0,0	97,1	0,0
		Alternaria sp		
SITIO 1	94,0	99,5	8,5	98,7
SITIO 2	NC	59,5	21,8	0,0
SITIO 4	NC	0,0	98,5	0,0
SITIO 5	99,3	0,0	0,0	99,7
		Phytophthora sp		
SITIO 1	100,0	99,5	0,0	0
SITIO 2	NC	100,0	99,1	51
SITIO 4	NC	0,0	6,9	52
SITIO 5	0,0	100,0	100,0	0
		Fusarium sp		
SITIO 1	99,1	100,0	100,0	6,4
SITIO 2	NC	100,0	100,0	89,8
SITIO 4	NC	99,0	97,0	0,0
SITIO 5	99,8	99,9	100,0	0,0
		Cladosporium sp		
SITIO 1	99,2	40,8	50,0	91,8
SITIO 2	NC	74,9	100,0	0,0
SITIO 4	NC	0,0	99,7	98,2
SITIO 5	81,5	90,8	100,0	0,0

Sodio (tratamiento 2), donde se alcanzó un efecto sólo del 49,8% de control, equivalente a lo obtenido en el tratamiento 3 (Bromuro de Metilo).

En Sitio de Validación 2, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 96,9 con Metam Sodio, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), en el cual se produjo un aumento de este hongo. En el control de *Alternaria* sp. el tratamiento con Metam Sodio fue el que obtuvo el mejor control, con un 59,5%. El tratamiento con aplicación de bromuro lograron control de 21,8 %. En relación a *Phytophthora* sp. el control ejercido por Metam Sodio fue de 100% y el tratamiento 3 de un 99,1%. El control de *Fusarium* sp., fue bueno, en todos los tratamientos. El tratamiento 3 (Bromuro de Metilo), controló en 100% *Trichoderma* sp., en los tratamientos 1 y 2 se produjo un alza, lo que es bastante positivo, ya que este hongo es un excelente controlador biológico de varios hongos fitopatógenos de suelo. El control ejercido en el tratamiento 4 (testigo), que al no haber estado sometido a ningún

tipo de control químico favoreció el desarrollo de cepas de *Trichoderma* u otro hongo controlador biológico y se pudiera explicar que por un asunto de competencia, provocó su disminución. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 74,9, en los tratamientos con Metam Sodio. El tratamiento con aplicación de bromuro de metilo (tratamiento 3), controló en 100% este hongo.

En Sitio de Validación 3, las muestras del substrato pre tratamiento, Se detectó *Botrytis* sp.; *Alternaria* sp.; *Rhizopus* sp.; *Trichoderma* sp.; *Fusarium* sp.; *Cladosporium* sp. En cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 99 y 90 % en el tratamiento con bromuro de metilo y tratamiento sometido a vaporización, respectivamente. En cuanto a *Alternaria* sp. la aplicación de vapor no controló este hongo. *Rhizopus* sp, fue controlado en 100% por ambos tratamientos. *Trichoderma sp.* se vio menos afectada por la aplicación de vaporización, que de bromuro de metilo. El control de *Fusarium* sp., fue el mismo que el obtenido para *Botrytis* sp. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 100% por la vaporización, no así por la aplicación de Bromuro de Metilo, que controló en 80%.

En Sitio de Validación 4, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control de 96 en los tratamientos con Metam sodio, respectivamente, en comparación con el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 86,6%. En el control de *Alternaria* sp. sólo uno de los tratamientos con Metam Sodio, no ejercieron control (100%) y la aplicación de bromuro de metilo, fue 98,5%. En relación a *Phytophthora* sp. el control ejercido por el tratamiento 2 (Metam Sodio II) fue 81 %, el tratamiento 3 (bromuro de metilo) sólo lo controló en un 6,9% y en el tratamiento 1, se produjo un incremento de los valores iniciales. El control de *Fusarium* sp., fue bueno, si lo analizamos desde el punto que la carga inicial era baja, en dos de los tratamientos. El tratamiento 2, fue el único que tuvo efecto sobre *Trichoderma* sp., que se asume que se podría atribuir a competencia entre tipos de *Trichoderma* spp. *Cladosporium* sp., fue controlado sólo por el tratamiento 3 (Bromuro de Metilo)

En Sitio de Validación 5, en cuanto a *Botrytis* sp. se obtuvo un control del 84,5 % en el tratamiento 1 (biofumigación), en comparación con

el tratamiento 3 (bromuro de metilo), quien alcanzó un control del 97,1%. En el control de *Alternaria* sp. el tratamiento 1 (biofumigación) tuvo un efecto del 99,3%, el caso del tratamiento 2 (Metam Sodio) aumentó la carga inicial de inoculo en las parcelas al igual que aquellas tratadas con bromuro de metilo. Con respecto a *Phytophthora* sp. el control fue 100% para los tratamientos 2 (Metam Sodio) y 3 (Bromuro de Metilo). El control de *Fusarium* sp., obtuvo valores del 100% de eficiencia en todos los tratamientos. Sólo el tratamiento 1 (Biofumigación) favoreció la aparición de *Trichoderma* sp. *Cladosporium* sp., fue controlado en un 81,5% por la biofumigación (tratamiento 1), 90,6 % por Metam Sodio (tratamiento 2) y 100% por el tratamiento 3 (Bromuro de Metilo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien los resultados de desinfección de suelo, el control de nemátodos y hongos fue variable entre Sitios y entre temporadas, BIOFUMIGACIÓN resulta una buena alternativa de reemplazo al Bromuro de Metilo, si se dispone de residuos agrícolas, como materia prima, para establecer esta técnica o se desea optar por una agricultura orgánica. A su vez, Metam Sodio, resultó una alternativa química, con eficiencia similar al Bromuro de Metilo.

Los substratos para almácigos y/o bolsas (etapa intermedia entre almácigo y plantación), deben ser necesariamente desinfectados, por no existir la seguridad de la carga inicial de hongos y nemátodos fitoparásitos, ya que no es un producto estándar el que utiliza principalmente el pequeño y/o mediano agricultor, que garantice la ausencia de nemátodos y/o hongos en éste. La alternativas que asegurará un buen control y permite adicionalmente desinfectar herramientas para manipularlo posteriormente y los sacos donde se almacenará el substrato hasta el momento de establecer los almácigos.

CAPÍTULO 4

BIOFUMIGACIÓN

Jorge Carrasco y Jorge Riquelme

La biofumigación del suelo es una técnica que permite utilizar la materia orgánica (residuos agrícolas y guanos), así como los productos de su descomposición, en el control de los patógenos presentes en el suelo. Se ha encontrado que, por lo general, cualquier materia orgánica puede actuar como biofumigante, dependiendo su eficacia principalmente de la dosis y del método de aplicación. En España existen buenos ejemplos de su aplicación en cultivos de fresón en Andalucía y Valencia, pimiento en Murcia y Castilla-La Mancha, cucurbitáceas en Valencia, Castilla-La Mancha y Madrid, tomate en Valencia y Canarias, brasicas en Valencia, platanera en Canarias, cítricos y frutales en Valencia, viñedos en Castilla-La Mancha y flor cortada en Valencia (Bello *et al.* 1997, Bello y Melo 1998, Bello y Miguel 1998a,b, Bello *et al.* 1998,Cebolla *et al.* 1999, García *et al.* 1999, Bello *et al.* 2000).

Esta técnica incluye el uso de material vegetal como las crucíferas, cuya descomposición libera substancias tóxicas volátiles cómo el Alli isometiltiocianato que ejerce acción de control sobre hongos y nemátodos. Adicionalmente, la incorporación de materia orgánica mejora la estructura física y propiedades químicas del suelo. Se puede utiliza urea en dosis controladas, o estiércol de pollo o pavo, para balancear la relación carbono/nitrógeno en la descomposición de la materia orgánica, y aprovechar el amonio que libera, tanto la úrea como el estiércol en el suelo, como complemento al control de patógenos.

La efectividad de la biofumigación, se mejora con el uso de cubiertas plásticas, o en combinación con la solarización. La solarización es eficaz cuando se combina con biofumigación, durante dos meses, a una temperatura ambiental superior a 40 ºC (Lacasa *et al.* 1999). Las mayores desventajas de esta alternativa son la oportunidad de disponer de material vegetal, y la heterogeneidad de su eficiencia en suelos con baja actividad biológica que facilite la descomposición del material.

Es de un costo relativamente bajo y de fácil aplicación, lo que puede ser de gran interés en cultivos de bajo retorno económico, particularmente en producciones hortícola de pequeños agricultores. Además, puede resultar una técnica interesante para aquellos productores que se dedican a la producción orgánica. Es recomendable que el agricultor tenga incorporada la producción de especies crucíferas al aire libre, como repollo y brócoli en su sistema de producción, las cuales le proporcionarán el material vegetal necesario para la realización de la biofumigación en la próxima temporada.

Modo de acción

La biofumigación es una alternativa basada en principios similares a los que ocurren con el bromuro de metilo, con la diferencia de que en este caso los gases liberados provienen de la descomposición de materia orgánica. La alta temperatura que se origina del proceso de descomposición, potencia su efecto sobre los microorganismos del suelo.

Cuando se aplica materia orgánica al suelo, se produce una secuencia de cambios microbiológicos. Al principio, se produce una proliferación de microorganismos que se nutren y obtienen energía de la materia orgánica, iniciando la descomposición de ésta. Durante la descomposición, se estimula el desarrollo de otros organismos, tanto benéficos como perjudiciales (hongos nematófagos, nemátodos predatores, lombrices, hongos, protozoos, algas y otros organismos), los cuales originan una gran cantidad de productos químicos que participan en el control de los patógenos del suelo. Amonio, nitratos, ácido sulfhídrico, otras sustancias volátiles y ácidos orgánicos, derivados de la descomposición de la materia orgánica, producen un efecto nematicida directo sobre la incubación de los huevos o sobre la movilidad de los estados juveniles.

La adición de urea, junto con la materia orgánica, además de aumentar los niveles de nitrógeno del sustrato orgánico, incrementa la cantidad de amonio, y por lo tanto existe un efecto nematicida. Sin embargo, se debe tener cuidado en la cantidad de urea que se agregue, puesto que un exceso puede desbalancear la relación nitrógeno/carbono.

La metabolización del nitrógeno, en su transformación a proteínas y otros compuestos, depende del carbono y de los microorganismos. El carbono es el componente principal de la materia orgánica y si se agrega mucho nitrógeno amoniacal, el carbono podría no ser suficiente para la metabolización del nitrógeno. En esas condiciones se acumularía amonio y nitratos en exceso, causando toxicidad a las plantas.

Guano de vacuno, estiércol de pavo, residuos de plantas crucíferas, son algunos tipos de materia orgánica evaluados en la biofumigación, para el control de nemátodos del suelo, hongos fitoparásitos y malezas, con buenos resultados, especialmente en el control de nematodos.

Recomendaciones

Para que los tratamientos de biofumigación sean eficaces, se requiere añadir entre 5 a 10 Kg. de residuos orgánicos por cada m^2 de suelo, condición que limita su uso a la disponibilidad de materia prima suficiente y al costo de transporte.

La cantidad de urea a aplicar depende del material vegetal que se utilice, y puede variar entre 0,5 a 1 Kg. de urea por cada 10 a 20 Kg. de material vegetal fresco trozado. La incorporación de materia orgánica en el suelo debe complementarse con un riego inicial para mantener húmedo el material incorporado, y de cubiertas plásticas, con el propósito de captar energía solar, mantener la humedad y retener los gases en el interior del suelo durante el proceso. Posteriormente, se debe repetir el riego cada 10 días.

Para evitar problemas de toxicidad que pueden presentarse por el uso de esta técnica, se recomienda usar diferentes especies hortícolas indicadoras como lechugas, previo al establecimiento del cultivo.
La biofumigación no tiene efectos negativos en el medio ambiente o en la salud de los consumidores. No tiene limitación en su uso en producción integrada o agricultura ecológica. Sin embargo, existen antecedentes, al igual que para la solarización, que indicarían que se trata de una técnica que no logra igualar el efecto del bromuro de metilo.

Pasos a seguir para lograr una adecuada Biofumigación.

Para iniciar la biofumigación de los suelos donde serán plantados los tomate u otra hortaliza, se debe picar el rastrojo verde de repollo, brócoli o ensilaje de maíz, también se puede agregar cascarilla de arroz. Para picar los residuos se puede utilizar un pequeño motocultor, o una picadora de residuos (**Figura 5**).



Figura 5, Picado del residuo.

En forma paralela al picado de residuos vegetales o rastrojos de cultivos, se debe abrir un surco con un arado de vertedera de tracción animal, sobre la hilera de plantación del tomate bajo invernadero o al aire libre. Este surco debe tener una profundidad de 15 a 20 centímetros (**Figura 6**).



Figura 6. Apertura del surco.

Una vez abierto el surco se aplica en el interior de este, el residuo picado, teniendo la precaución de que se distribuya uniformemente, en dosis de 20 a 40 kilos por cada 10 metros a lo largo del surco (**Figura 7**)



Figura 7. Aplicación del residuo en el interior del surco.

Durante la temporada del 2004 en el proyecto se utilizo la siguiente mezcla en un camellón de 10 metros de largo.

Cascarilla de arroz .. 12,0 Kg
Ensilaje de maíz ..... 24,0 Kg
Urea ..... 1,5 Kg
Total ..... 37,5 Kg
Para 5 m² equivalente a 7,5 Kg./m².

Durante la temporada del 2005 se utilizo la siguiente mezcla:

Restos de Coliflor picada ..... 74,0 Kg de materia verde
Urea ..... 1,15 Kg
Total ..... 75,15 Kg
Para 5 m² equivalente a 15 Kg/m²

Para mejorar la relación carbono/nitrógeno, se debe adicionar además 1,5 a 3 kilos de urea en el interior del surco. La urea facilita la descomposición del residuo, además que libera amoníaco, lo que favorece el control de patógenos y nemátodos (**Figura 8**).



Figura 8.
Adición de la urea.

Una vez aplicado el residuo o rastrojo y la dosis de urea en el interior del surco, se debe tapar el surco, utilizando para ello nuevamente el arado de vertedera, con lo que también se termina de construir la mesa definitiva (**Figura 9**).



Figura 9. Tapado del surco con arado de vertedera de tracción animal.

Inmediatamente de tapado el surco, se instala la cinta de riego junto con la cubierta de plástico, afirmando los bordes con el suelo para evitar la deshidratación, pérdidas de gases y temperatura. Luego se da el primer riego (**figuras 10** y **11**).



Figura 10. Instalación de la cinta de riego.

Figura 11. Tapado con plástico.



Aproximadamente 40 o 50 días después de aplicado el residuo vegetal más la urea, se toma una muestra de suelo (suelo mezclado con los restos de residuos descompuestos) desde una profundidad de 15 centímetros y se ubica en el interior de un envase de vidrio y se siembran 10 a 12 semillas de lechuga.

Si la semilla, al cabo de 5 días, no germina, significa que el terreno no está apto para ser plantado.

Si las semillas han germinado, quiere decir que es el momento de plantar, sin riesgo de caída de plantas.

Durante la temporada de cultivo en el 2004, se efectuó un seguimiento de la temperatura del suelo comparando el tratamiento de biofumigación con un testigo sin tratamiento mediante un microcaptador de temperatura COX-Trader, con tensor externo tipo termocupla. El tensor se ubicó a 20 cm. de profundidad en ambas mesas, el equipo registró datos cada hora desde el 20 de enero al 30 de abril. En la **Figura 12,** se muestra la evolución de la temperatura del suelo en el tratamiento con biofumigación (línea roja) y en el testigo (línea verde), en las primeras 48 horas de la aplicación del tratamiento no se distinguen diferencias entre ambos tratamiento, pero después de ese tiempo se comienza a notar una diferenciación de la temperatura, la que puede atribuirse al tratamiento de biofumigación, estas diferencia se hace más notoria al final del periodo donde en abril ya existe una tendencia a que la temperatura del suelo disminuya, en cambio la biofumigación se eleva 10°C sobre la temperatura del testigo.

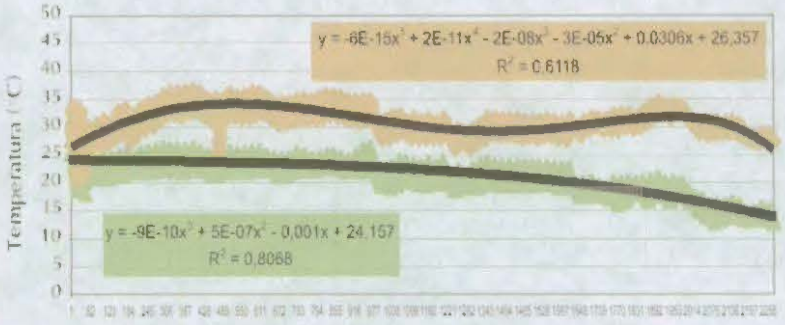


Figura 12. Evolución de la temperatura de suelo (°C) en los tratamientos biofumigación y Testigo, a 20 cm de profundidad. Colin, Talca.

CAPÍTULO 5

VAPORIZACIÓN DE SUSTRATOS

Jorge Carrasco y Jorge Riquelme

La vaporización es un método de esterilización del sustrato, donde crecen las raíces de las plantas, basado en el calor que transfiere el vapor de agua, aplicado con un equipo especial que consta básicamente de una caldera y de un contenedor metálico. La importancia que se le atribuye a esta tecnología es el bajo impacto ambiental que representa, y que puede ser considerada una técnica aceptada bajo las normas de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Equipos vaporizadores.

La operación de los equipos vaporizadores de sustratos disponibles en Chile de fabricación nacional y extranjera (**Foto 9**), logran una temperatura de aplicación que oscila entre los 70 y 90°C, por un tiempo de proceso que va de 30 a 50 minutos (Carrasco, 2002b), dependiendo de la densidad y grado de humedad del sustrato, a mayor contenido de humedad del sustrato mayor tiempo se requerirá en el proceso de aplicación de vapor.



Foto 9. Equipo vaporizador "Siux" de 25 PSI, apropiado para la vaporización de sustratos.

Antes de adquirir un equipo es necesario hacer un estudio de factibilidad de uso de este procedimiento en el predio, considerando la facilidad de traslado, suministro de agua, electricidad y combustible. Las temperaturas obtenidas con este procedimiento (sobre 70°C) destruyen insectos, ácaros, nemátodos, hongos y semillas de malezas (ver **figura 13**).

Jorge Riquelme, los textos en rojo están ilegibles en la imagen que me entregaste, por favor mándame las correcciones de esta imágen, lo antes posible.

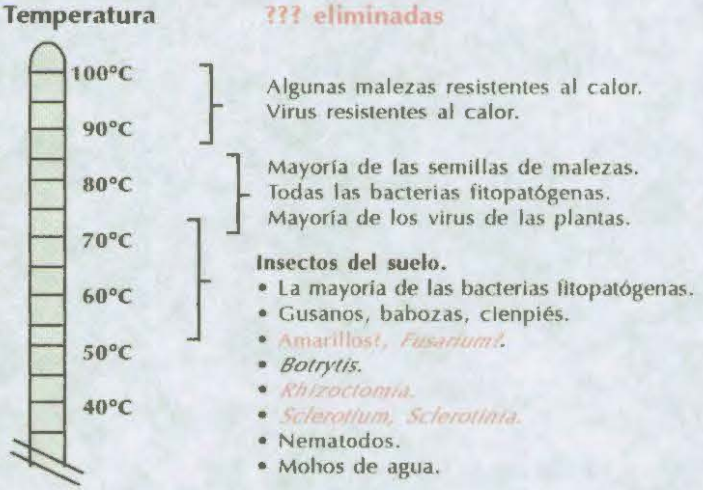


Figura 13. Puntos letales térmicos para diferentes agentes nocivos de las plantas (Mastalerz, 1977).

En la elección del equipo es importante considerar la capacidad de generación de vapor, la que determina el volumen de sustrato que se puede tratar en cada proceso de esterilización. Además, se debe obtener información sobre el rendimiento del equipo y la dotación y la dotación de mano de obra que requiere en su operación, de modo de lograr aplicaciones oportunas.

¿Qué es un sustrato?

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el "anclaje" del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la plan-

ta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

En el mercado existen una amplia oferta de sustratos, tanto de fabricación nacional como importados, además de los sustratos preparados por los propios viveros para su autoabastecimiento. En general estos materiales pueden o no presentar en su composición diferentes porcentajes de compost (de diversos materiales, como restos de basuras orgánicas, guanos y estiércol, sub productos agrícolas, entre otros), elementos inertes (lana de roca, perlita o vermiculita), turba (rubia o negra), arena (de diferentes granulometrías), aserrín, corteza de pino, y tierra de hoja.

Un buen sustrato depende de numerosos factores, como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), la especie vegetal, las condiciones climáticas, los sistemas y programas de riego y fertilización, y los aspectos económicos, etc. Cualquier actividad biológica presente en los sustratos es perjudicial para el establecimiento y desarrollo de plantas. Los microorganismos presentes compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida, como granulometría, porosidad y densidad aparente. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se deben eliminar aquellos cuyo proceso de degradación sea demasiado rápido. De ahí la importancia de incorporar mezclas de materiales orgánicos e inertes, en la composición de un sustrato.

Formas de acción

Vaporización pasiva

El proceso normal de aplicación de vapor, que ha sido utilizado tradicionalmente en Chile, en contenedores cerrados se denomina vaporización pasiva (aplicación pasiva de vapor), es decir, el vapor se mueve lentamente y penetra en el sustrato lentamente forzado por su propia presión de entrada.

Con este tipo de vaporización, las temperaturas alcanzadas al interior del sustrato, son muy fluctuante, pudiendo llegar en algunos puntos a los 90°C, como en otros no superar los 30°C. esto afecta la eficiencia de control de los patógenos, porque es necesario alcanzar temperaturas sobre 70°C, para controlar la mayoría de los organismos que pueden afectar el establecimiento y desarrollo posterior de las plantas en sustrato.

Vaporización activa

La vaporización a presión negativa es una alternativa prometedora más rápida y eficiente desde el punto de vista energético (Braga et al, 2003). El vapor de agua aplicado bajo el sistema de vaporización activa, se aplica en un contenedor en el que se encuentra el sustrato (**Foto 10**). Los equipos, normalmente, pueden llegar a alcanzar una temperatura máxima de aplicación, en el volumen del sustrato, de entre 90 y 100°C., la cual tiene una distribución homogénea en el interior de él. Con un tiempo de proceso que varía de 40 a 50 minutos por metro cúbico de sustrato., No es aconsejable sobrepasar los 90°C, ya que sobre esta temperatura se destruyen organismos benéficos para el suelo, lo que podría originar una rápida proliferación de los microorganismos perjudiciales, posteriormente a la esterilización.



Foto 10. Sistema de desinfección de sustrato con aplicación de vapor activo. 1 Caldera, 2 Contenedor y 3 Extractor de vapor.

La aplicación de vapor activa, llamada también aplicación a presión negativa, se hace con equipos de proceso pasivo a los cuales se les adiciona un extractor de aire. El extractor fuerza el paso del vapor a través del sustrato, logrando una disminución en los tiempos de desinfección de entre un 20% y 30%. Con este sistema activo el vapor se distribuye en forma más homogénea y se reduce el costo de desinfección, al requerir menor tiempo de uso de energía (petróleo y electricidad), es más eficiente. Con esta forma de vaporización, a los 30 minutos de estar funcionando el equipo, las temperaturas son más homogéneas, en cada punto del sustrato, fluctuando entre los 80 y 90°C. Esta condición de temperatura, hace más eficiente el control de patógenos.

Los equipos vaporizadores de sustratos, nacionales e importados, disponibles en el comercio, no cuentan con la implementación necesaria para trabajar el sistema de vapor activo. En todo caso es fácil adaptarlos, adicionándoles un extractor que se puede construir en maestranzas locales.

Recomendaciones para la vaporización de sustrato

La aplicación de vapor, se realiza con el sustrato con un contenido de humedad entre un 15 a un 20% base peso seco. Una forma práctica de establecer el contenido adecuado de humedad, es tomando y apretando con la mano una muestra del sustrato, si de él se desprende agua, no tiene el contenido de humedad adecuado para la operación, por el contrario, si en la palma de la mano se percibe una leve humedad, es un buen indicador para vaporizar. Aplicaciones de vapor en sustratos saturados, son ineficientes porque el agua llena los macroporos de éste, impidiendo una adecuada difusión del vapor en su interior, además de favorecer la condensación de éste. Esto último es importante, porque al programar el volumen de sustrato a vaporizar, este debe estar protegido de las lluvias, antes de la labor de vaporización.

Para mantener el sustrato limpio y evitar que se contamine luego de haber sido esterilizado, se requiere de un espacio protegido de trabajo del equipo y almacenamiento del sustrato. El lugar asignado debe contar con un espacio adecuado para que los operadores puedan trabajar sin peligro de accidentes.

Trabajos realizados por INIA, recomiendan no hacer uso del sustrato vaporizado, para siembra o plantación, hasta 24 a 48 horas después de aplicado el tratamiento y posterior ventilación, ya que, se produce una acumulación de nitrógeno amoniacal, por descomposición de la materia orgánica, el que en exceso puede ser tóxico para las semillas o plantas (Pizarro, 2001).

La adquisición de un equipo vaporizador de sustrato, requiere primero un análisis, que permita estimar la conveniencia de incorporar este procedimiento al sistema productivo. Previo a la compra, se debe considerar la cantidad y tipo de sustrato utilizado anualmente, los meses de mayor demanda, la disponibilidad de un lugar físico, techado, para la ejecución del trabajo y almacenamiento del sustrato, suministro de agua electricidad monofásica y combustible (petróleo). Existen en Chile, equipos vaporizadores que cuentan con una caldera y contenedor, diseñados para aplicar vapor en 1 m^3 de sustrato. Si se considera que tratar ese volumen, toma un tiempo de 40 a 50 minutos, en 8 horas de trabajo se pueden tratar 9,5 a 12 m^3de sustrato.

Respecto al equipo que se va a adquirir, un aspecto importante a considerar es su capacidad de generar vapor, la cual debe concordar con el volumen de sustrato que se maneja en el predio. Se necesitan 15 a 20 kilos de vapor por metro cúbico de sustrato.

CAPÍTULO 6

METAM SODIO
PARA ALMÁCIGO Y PLANTACIÓN

Jorge Carrasco J; Jorge Riquelme S; y Edmundo Varas B.

Introducción

Antecedentes bibliográficos, demuestran que por más de 30 años, el Metam Sodio se ha empleado con mucho éxito en el mundo como desinfectante de suelo, reduciendo substancialmente las poblaciones de nemátodos y hongos. También permite controlar las malezas y sus semillas en proceso de germinación, ya sean gramíneas o de hojas ancha, anuales o perennes (Melgarejo *et al*, 2001).

El nombre Metam Sodio, corresponde al ingrediente activo. Actualmente se comercializa en Chile como RAISAN-50. Este agroquímico al diluirse en el agua del suelo se descompone y da origen al gas metil isotiocianato (MIT), que es el que actúa sobre los organismos que controla (Braga *et al*, 2003).

Cualquier producto químico que se desee aplicar como fumigante o desinfectante de suelo, requiere de ciertas condiciones, generales o específicas, de suelo y manejo para lograr el máximo control de hongos, nemátodos, insectos y malezas. La literatura señala que la temperatura, humedad, textura y preparación de suelos son factores que están íntimamente ligados al comportamiento de los fumigantes de suelo, por lo que para lograr un óptimo resultado, es necesario saber cuales son las condiciones más adecuadas de aplicación de cada alternativa.

En el momento de la aplicación, el suelo debe tener una humedad media, equivalente a la considerada optima para la siembra o plantación. El suelo debe ser humedecido por lo menos una semana antes de la aplicación, para estimular la germinación de las semillas de malezas y activar el crecimiento de nemátodos y hongos y poder así lograr un mejor control. En suelos secos, la gasificación es muy rápida, sobre todo en la superficie, y no se consiguen concentraciones letales del

fumigante. En contraposición, en condiciones de alta humedad, una gran parte de los poros están saturados de agua, por lo que el gas difunde con dificultad y en forma desigual a través del suelo, provocando una fumigación deficiente.

En cuanto a la temperatura, un suelo cuando tiene entre 10 y 25°C ofrece las mejores condiciones para lograr un adecuado efecto fumigante. Los microorganismos, semillas e insectos se activan a temperaturas superiores a 10°C, luego, sobre esa temperatura tienen la sensibilidad necesaria a los fumigantes, que garantizan una rápida efectividad. Si la temperatura es inferior a 10°C el proceso de acción es más largo y se prolonga el tiempo de espera para el trasplante del cultivo.

Con relación a la textura y el laboreo; en suelos arenosos y sueltos la difusión del fumigante es más rápida y efectiva, mientras que en aquellos pesados o arcillosos es más lenta, ya que el tamaño de los poros es menor, por lo que se requiere más tiempo para que el gas difunda en todo el perfil del suelo considerado. Para lograr una buena desinfección, el suelo debe estar bien mullido (a una profundidad de 25 a 35 cm), de modo que aumente la superficie de contacto entre el gas y los organismos que se quieren controlar, es importante retirar los restos del cultivo anterior. De acuerdo a las experiencias realizadas por INIA, bajo las condiciones de clima y suelos de Chile, para alcanzar una buena efectividad en el control hongos, nemátodos y semillas de malezas, lo recomendable es aplicar el Metam Sodio entre septiembre y abril, que corresponde a los meses donde se tiene la certeza de alcanzar temperaturas de suelo sobre los 10°C. En este periodo se puede tener la seguridad, que el producto aplicado en forma líquida, por acción de la temperatura gasificará, lo cual permitirá que este se distribuya en el suelo, eliminando los patógenos que afectarán al cultivo posterior.

Para lograr un buen control, después que el suelo ha sido fumigado, es necesario sellarlo por varios días, con una cubierta de polietileno. Posteriormente, antes de establecer el cultivo, el suelo debe ventilarse por algún tiempo para prevenir daños a las plantas por eventuales residuos de los fumigantes utilizados (Carrasco, J. *et al.*, 2002). Para veri-

ficar que no queden residuos fitotóxicos en el suelo se pueden colocar algunas plantas de cultivos sensibles como plantines de lechuga, o sencillamente tomar una muestra de suelo en el área de aplicación, cuando se considere que se ha cumplido el tiempo de carencia del producto en el suelo, para lo cual se introduce en un frasco de vidrio transparente, sembrando algunas semillas de lechuga (**Figuras 14** y **15**).



Figura 14. Ausencia de germinación y emergencia de lechugas. Inoportuno sembrar, y repetir prueba tres días después.



Figura 15. Emergencia evidente en la totalidad de las semillas. Momento oportuno de sembrar.

Si el producto todavía está activo, las semillas no germinarán, y en caso contrario, es un indicador que el suelo está apto para sembrar o plantar.

La efectividad del Metam Sodio como desinfectante se relaciona con la velocidad de descomposición y de difusión de éste en el suelo, que además de las condiciones generales mencionadas anteriormente, se ve afectada por la temperatura, el pH y el contenido de materia orgánica. El pH afecta de manera considerable la descomposición del Metam Sodio; en la gran mayoría de los suelos agrícolas de pH neutro o ligeramente alcalinos, se obtiene mayor cantidad de MIT que en aquellos de pH ácido, en los que la eficiencia del producto es menor. En suelos ricos en materia orgánica el MIT se difunde con dificultad porque es absorbido por las partículas de ésta. El Metam Sodio no debe aplicarse sobre cultivos establecidos. Si existe algún cultivo o plantas cercanas al área a fumigar, se debe dejar una distancia mínima de seguridad de diez metros, en especial cuando se trata de plantines en almaciguera o en bandeja, puesto que los gases pueden afectar a las plantas establecidas.

Desinfección de suelos para almácigos



Foto 11.
Plantas de tomate en almáciguera sobre suelo desinfectado con Metam Sodio. Unidad de Validación Luis Cañete, Unihue, Maule, VII Región.

Para la producción de almácigos, se debe cultivar el suelo varios días antes del tratamiento y mantenerlo húmedo (no saturado) antes de la aplicación y cubierto con mulch de polietileno.

Se aplica el Metam Sodio con un pulverizador hidráulico de mochila (**Foto 12**), utilizando una boquilla de abanico para aplicaciones en banda, preferentemente cubierta por una pantalla, para evitar la deriva y localizar adecuadamente el producto a fin de lograr el máximo rendimiento económico y la mínima contaminación del medio. La dosis de ingrediente activo (Metam Sodio) varía entre los 100 a 120 cc/ m^2 de suelo efectivamente a sembrar.



Foto 12. Aplicación del desinfectante de suelo con un pulverizador hidráulico de mochila.

Para determinar la superficie que efectivamente será fumigada, es necesario determinar el largo de la mesa de siembra y multiplicarlo por el ancho de esta, Por ejemplo si el largo de la mesa de siembra es de 10 m y el ancho de la misma es de 0,6 m, la superficie total será:

Superficie total (m^2) = Largo de la mesa (m) * Ancho de la mesa (m).

Para el ejemplo anterior sería:
Superficie total (m^2) = 10 (m) * 0,6 (m) = 6 m^2

La dosis de fumigante a utilizar se determina multiplicando la superficie total por la dosis recomendada. De esta manera si la dosis recomendada es de 120 cm^3/m^2 la dosis a utilizar será:

Dosis fumigante (cm^3) = Superficie total (m^2) * Dosis recomendada (cm^3/m^2)

Así: Dosis fumigante = 6 (m^2) * 120 (cm^3/m^2) = 720 (cm^3)

La aplicación del producto debe realizarse diluyéndolo en agua, de manera que la solución aplicada posea una concentración de 2 a un 3%. Para determinar el volumen total de la mezcla fumigante más agua se aplica la siguiente relación:

$$\text{Volumen de la mezcla total (L)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L)} * 100}{\text{Porcentaje de concentración (\%)}}$$

De esta manera si la concentración recomendada es de 2,5% tenemos:

$$\text{Volumen de la mezcla total (L)} = \frac{0{,}72\ (L) * 100}{2{,}5\ (\%)} = 28{,}8\ (L)$$

Si la capacidad medible del estanque del pulverizador de mochila es de 15 (L) calculamos la dosis de fumigante a aplicar mediante la siguiente relación:

$$\text{Dosis fumigante (L)} = \frac{\text{Capacidad estanque (L)} * \text{Porcentaje concentración (\%)}}{100}$$

$$\text{Así: Dosis fumigante (L)} = \frac{15\ (L) * 2{,}5\ (\%)}{100} = 0{,}375\ (L) = 375\ (cm^3)$$

La manera correcta de llenar el estanque es cargarlo con agua a 1/3 de su capacidad, posteriormente se agrega la dosis calculada de fumigante para el estanque (375 cm^3) y luego agregar agua hasta completar los 15 (L). Una vez completada la aplicación del primer estanque se efectúa el llenado con el resto del producto (345 cm^3 del fumigante mezclado con agua hasta completar un volumen de 13,8 L). Se agita varias veces el estanque para favorecer la mezcla del fumigante con el agua.

Si se desea saber en cuantos metros lineales de platabanda se debe aplicar los 15 litros de capacidad del estanque de la bomba, se puede hacer la siguiente relación:

$$\text{Metros de platabanda} = \frac{\text{Capacidad de la bomba (L)} \times \text{Largo de la platabanda (m) a fumigar}}{\text{Volumen de la mezcla total (L)}}$$

Para los datos que se han puesto de ejemplo, con una bomba de 15 litros de capacidad se debería fumigar:

$$\text{Metros de Platabanda a Fumigar} = \frac{15\ (L) \times 10\ (m)}{28{,}8\ (L)} = 5{,}02\ m$$

De acuerdo al cálculo, considerando que la platabanda tiene 0,6 m de ancho los 15 litros de mezcla se deben distribuir en un largo total de 5 metros y 2 centímetros de platabanda.

La aplicación de la mezcla debe efectuarse distribuyendo la solución lo más homogéneamente posible sobre la superficie de suelo destinada al almácigo. Para ello es necesario que el aplicador, previamente, simule una aplicación con agua pura, para establecer el tiempo que se requiere, en función del paso del operador, en aplicar todo el volumen de agua en la superficie a desinfectar.

Al finalizar la aplicación se debe volver a aplicar un volumen similar de agua en la superficie tratada, de esta manera el producto será desplazado desde la superficie hacia una profundidad donde se facilite el proceso de gasificación de éste. Además, quedará bajo una película de agua, que reducirá pérdidas por gasificación prematura, y al mismo tiempo que la circulación de agua limpia permite limpiar el estanque y sistemas de conducción del equipo utilizado. Una vez terminada esta operación se cubre la superficie con plástico (**Foto 13**) y se mantiene cubierta por un periodo de 14 a 25 días según la época del año. En verano, por las altas temperaturas de suelo, el metam sodio gasifica más fácilmente, requiriendo de 12 a 18 días para actuar como desinfectante de suelos. En primavera y otoño, cuando las temperaturas del suelo son menores, el metam sodio requiere de 18 a 25 días para controlar en forma efectiva a los patógenos del suelo.



Foto 13. La superficie aplicada debe quedar bien cubierta con un plástico.

Durante la aplicación se recomienda considerar todas las medidas de seguridad pertinentes a la aplicación de pesticidas, tanto en la preparación de la formulación como en su aplicación. Utilizar un traje de seguridad apropiado, guantes de vinilo, máscara con filtros, antiparras y botas. El operador debería estar debidamente capacitado, y preferentemente contar con el carné de aplicador validado por el SAG.

Es conveniente que este tipo de aplicaciones sean supervisadas por un profesional a cargo de la aplicación, quien deberá recomendar el tiempo que deberá durar el tratamiento, el que basará su recomendación en las condiciones de temperatura, humedad, y textura del suelo. Se estima que en un suelo de textura liviana, con buen drenaje y con temperaturas superiores a 10°C, se deberá esperar entre 14 a 18 días, para la plantación. Si el suelo es pesado, con un alto contenido de materia orgánica o si permanece húmedo y frío después de la aplicación del producto, se deberá dejar pasar un plazo de 24 a 28 días antes de la siembra. El tiempo de ventilación debe ser igual a la mitad del tiempo señalado para el tratamiento.

Luego de aireado el suelo se puede sembrar con tranquilidad. Para mayor seguridad se puede realizar el test de germinación, indicado anteriormente.

La literatura señala que Metan Sodio es muy usado en sistemas de manejo integrado de plagas, técnicas desarrolladas de sanidad, agentes de control biológico y métodos de pasteurización de suelo, como la solarización, agua caliente o vapor. Este producto no es compatible con soluciones ácidas y es corrosivo para el bronce y el cobre. Sin embargo, por sus características puede ser aplicado a través de riego por goteo en invernaderos, no provocando corrosión en las tuberías plásticas.

Desinfección de suelo para plantación de hortalizas

El suelo debe cultivarse varios días antes de efectuar el tratamiento. Deberá mantenerse antes de la aplicación húmedo (no saturado), libre de terrones, como así también se deberán instalar las cintas de riego y cubrir con el mulch de plantación.

El Metam Sodio se puede aplicar a través del sistema de inyección de fertilizante, para determinar la superficie que efectivamente será fumigada, será necesario determinar el largo de la mesa de plantación y multiplicarlo por el ancho de esta, y el resultado deberá ser multiplicado por el número de mesas del sector de riego.

De esta manera:
Superficie a fumigar (m^2) = Largo mesas (m) * Ancho mesas (m) * Nº de mesas

Por ejemplo si el largo de las mesas es de 45 m el ancho de las mesas es de 0,6 m y el sector de riego tiene 16 mesas, entonces:

Superficie a fumigar (m^2) = 45 (m) * 0,6 (m) * 16 = 432 m^2

Las recomendaciones de dosis de producto para la desinfección de suelo para plantación varían entre 0,1 a 0,12 L/m^2 (equivalente a 100 a 120 cm^3/m^2) de suelo cultivado. Para obtener la dosis de fumigante a utilizar en el tratamiento se multiplica la superficie a fumigar por la dosis recomendada, de esta manera:

Dosis de fumigante (L) = Superficie a fumigar (m^2) * Dosis recomendada (L/m^2)

Así: Dosis de fumigante (L) = 432 (m^2) * 0,12 (L/m^2) = 51,84 (L)

Para obtener una correcta dosificación del producto en el sistema de riego se hace necesario determinar el caudal del sector de riego. Litros de agua que se aplican en una hora (L/hr). El que se obtiene mediante la siguiente relación:

Caudal sector	Nº de cintas	*	Largo	* Nº de	*	Caudal cinta
de riego (L/hr) =	por mesa		mesa (m)	mesas		(L/ m lineal * hr)

Por ejemplo: ¿Cuál es el Caudal de un sector de riego que posee 2 cintas por mesa?, el largo de las mesas es de 45 m, el numero de mesas es de 16 y el caudal de la cinta es de 4L (litros que entrega por cada metro lineal de cintas en una hora).

Así:
Caudal sector de riego (L/hr) = 2 * 45 (m) * 16 * 4 (L/ m lineal * hr) = 5 .760 (L/hr)

La aplicación del producto deberá ser realizada de acuerdo al caudal de agua total del sistema de riego, de manera que la solución inyectada posea una concentración entre un 2 y un 3%. Sobre esta base se determina el tiempo de aplicación del fumigante de acuerdo a la concentración (%) recomendada. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de aplicación estimado (min.)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L)} * 6.000\ \text{(min./hr)}}{\text{Porcentaje de concentración (\%)} * \text{Caudal sector de riego (L/hr)}}$$

De esta manera si la concentración del producto recomendado es de 2,5%, ¿cual será el tiempo de aplicación estimado para el ejemplo considerado?

Utilizando la fórmula tenemos:

$$\text{Tiempo de aplicación estimado (min)} = \frac{51,84\ \text{(L)} * 6.000\ \text{(min./hr)}}{2,5\ \text{(\%)} * 5.760\ \text{(L/hr)}} = 21,6\ \text{(min.)}$$

Sobre la base del tiempo estimado de aplicación podemos determinar el caudal requerido para el equipo inyector, ya sea un Dosatron (Vázquez, 2003), Venturi o una bomba inyectora auxiliar (Foto 14). De esta manera el caudal de inyección se obtiene mediante la siguiente relación:

$$\text{Caudal de inyección o aspiración del producto (L/min.)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L)}}{\text{Tiempo de aplicación estimado (min.)}}$$

Entonces para el ejemplo analizado el caudal de inyección requerido será:

$$\text{Caudal de inyección o aspiración del producto (L/min.)} = \frac{51{,}84\ (\text{L})}{21{,}6\ (\text{min.})} = 2{,}4\ (\text{L/min.})$$



Foto 14. Equipo de aplicación de Metam Sodio mediante riego por cinta.

Se deberá ajustar entonces el caudal de inyección o de aspiración para que en un minuto de riego, el equipo inyecte o permita aspirar 2,4 L del producto. En todos los casos la dosis, el tiempo de aplicación y la concentración del fumigante deben ser cuidadosamente calculados. Cuando la aplicación se realice a través del sistema inyector de fertilizante, ubicado entre el espejo de agua y la bomba será necesario contar con una válvula de retención para evitar contaminar el pozo en caso de corte de luz u ocurra una falla en el sistema de bombeo.

Otra manera de verificar que el trabajo se está haciendo en forma adecuada, es ubicar el tambor del producto sobre una balanza, por ejemplo si el tambor del producto tiene un peso neto de 240 Kg. y contiene 200 L debería descender proporcionalmente a medida que se le saca producto, de acuerdo al siguiente cálculo:

$$\text{Peso equivalente (Kg.)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L)} * \text{Peso neto tambor (Kg.)}}{\text{Volumen total producto (L)}}$$

$$\text{Peso equivalente (Kg.)} = \frac{51{,}84\ (L) * 240\ (Kg.) = 62{,}21\ (Kg)}{200\ (L)}$$

De esta manera cuando la balanza indique (240 – 62,21) = 177,79 Kg., deberá detenerse la inyección del producto porque se habrá extraído 51,84 L.

Si no se dispone de una balanza, se puede verificar el descenso del volumen en el tambor del Metam Sodio. Por ejemplo si el tambor lleno con el producto tiene una altura de 100 cm. y contiene un volumen de 200 L, también proporcionalmente debería descender a medida que se le saca producto, de acuerdo al siguiente cálculo:

$$\text{Altura equivalente (cm.)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L)} * \text{Altura tambor (cm)}}{\text{Volumen total producto (L)}}$$

$$\text{Altura equivalente (cm.)} = \frac{51{,}84\ (L) * 100\ (cm) = 25{,}9\ (cm)}{200\ (L)}$$

De esta manera cuando la altura del líquido en el interior de estanque descienda a (100 – 25,9) = 74,1 cm., deberá detenerse la inyección del producto porque se habrá extraído la cantidad requerida de 51,84 L.

Al finalizar la aplicación se debe continuar regando con agua limpia por un tiempo similar al de aplicación, de esta manera el producto sufre una carga de agua que lo incorpora en profundidad, además que esto permite dejar lavadas las tuberías y cintas de riego. Esto último es importante, porque una vez finalizada la aplicación de metam sodio, como de cualquier otro fumigante, permanecen residuos del producto adheridos interiormente en las tuberías y sistemas de conducción del riego por goteo. Cuando se produce posteriormente la plantación de la hortaliza que nos interese establecer, será necesario regar una vez plantada esta. Si no se ha lavado el sistema, haciendo circular agua limpia, esos residuos que queden en el interior de las cintas o tuberías, serán llevados por el riego hasta los puntos de plantación, afectando consecuentemente el establecimiento de las plantas, llegando a producir, en algunos casos, muerte de ellas.

Las recomendaciones sobre la duración del tratamiento, son similares a las señaladas para la desinfección de suelo para almácigos. El tiempo de ventilación corresponde a la mitad del tiempo total señalado.

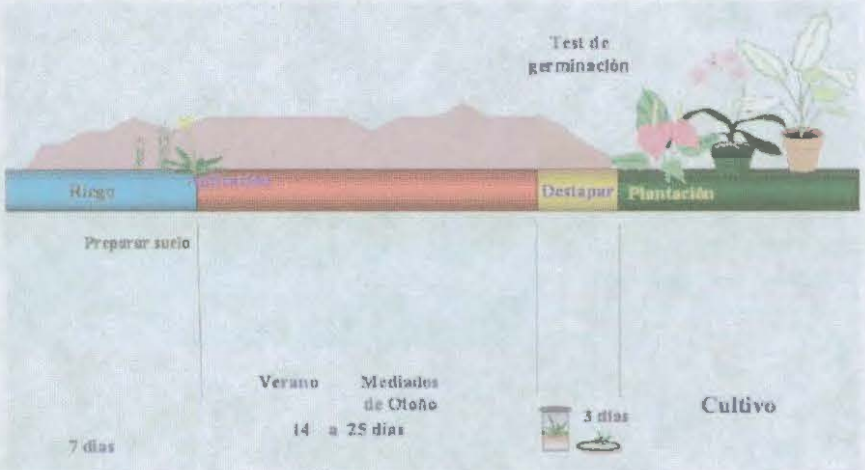


Figura 16. Resumen de recomendaciones para la aplicación de un fumigante de suelo.

Para ello simplemente se rompe el mulch, donde se ubicará la planta. Luego de aireado el suelo se efectúa la plantación. Para mayor seguridad se puede realizar el test de germinación con semillas de lechuga, indicado para almácigo.

1. Preparar el suelo a 30 cm. de profundidad con buen mullimiento. Terrones no mayor a 3 cm. de diámetro.
2. Regar para activar malezas y microorganismos
3. Siete días después aplicar el producto.
4. Cubrir con plástico polietileno.
5. Mantener el producto en el suelo por 12 a 18 días, si la aplicación ha sido en verano o inicios de otoño, y de 18 a 25 días si se ha hecho a inicios de primavera o mediados de otoño.
6. Levanta el plástico polietileno y ventilar.
7. Realizar la prueba de germinación
8. Si la prueba de germinación es positiva, sembrar o plantar. Si es negativa repetir la prueba tres días después hasta que sea positiva.

CAPÍTULO 7

ENSAYOS DE PRODUCCIÓN DE TOMATES BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE DESINFECCIÓN DE SUELO

Jorge Riquelme S; Jorge Carrasco J; y Andrea Torres

En predios de diferentes productores de la Comuna de Maule, se efectuaron ensayos de validación en dos temporadas del cultivo del tomate para evaluar el efecto de diferentes alternativas de desinfección de suelo tanto en la producción de almácigos como en la producción de tomates.

7.1. Almácigos de tomate temporada 2004

7. 1.1. Unidad de validación César Cáceres

Se destino una nave para el establecimiento de los distintos tratamientos, distribuyendo cuatro tratamientos en cuatro platabandas, en un diseño de bloques al azar, desinfectando 10 m de longitud en cada parcela, de este sector se escogió una superficie aproximada de 1 m² para la siembra de los almácigos. Se estableció la variedad de tomate María Italia según lo indicado en el **Cuadro 5**.

Cuadro 5. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de suelo para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2004).

Tratamiento	Sistema de aplicación	Fecha de aplicación	Fecha de siembra
T1. Biofumigación	Cascarilla de arroz 12 kg + Ensilaje de maíz 24 kg + Urea 1,5 Kg.	21 Enero	19 Mayo
T2. Vaporización	Aplicación de vapor al suelo, por un tiempo de 60 minutos	6 Mayo	19 Mayo
T3. Bromuro de Metilo	Uso de bombona en dosis de 68 gr./m²	20 Abril	19 Mayo
T4. Testigo	Sin aplicación	-	19 Mayo

En la **Figura 17,** se observa que el tratamiento con biofumigación presento en el menor porcentaje de germinación con respecto al resto de los tratamientos, indicando con esto que aún existía un efecto biofumigante del tratamiento, a pesar de que habían transcurrido 112 días desde que se aplico el residuo vegetal y con una ventilación de 8 días. No se descarta que también se halla producido un efecto alelopatico de las malezas que se desarrollaron bajo el mulch plástico transparente, principalmente Verdolaga. En el caso del tratamiento de vaporización presento un porcentaje promedio menor de germinación que el tratamiento con bromuro de metilo pero no difirió significativamente con este ni con el tratamiento testigo. El tratamiento testigo presento un promedio menor de plantas que el tratamiento con bromuro de metilo, y en el general presento un menor desarrollo de planta principalmente afectado por la alta competencia con las malezas.

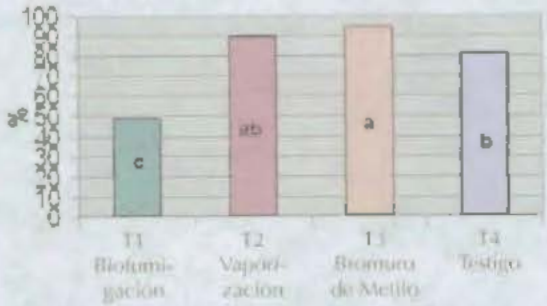


Figura 17. Porcentaje de plantas emergidas con los diferentes tratamientos de desinfección de suelo. Colín, Maule, VII Región.
(Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P ≤ 0,05).

En las evaluaciones realizadas posteriormente en bolsas solo se produjo la perdida de una planta en el tratamiento Testigo (T4R2) y otra en el tratamiento con Bromuro de Metilo (T3R3). En general los productores hicieron notar que las plantas del tratamiento con biofumigación presentaban un color más verde y con mayor desarrollo que el resto de los tratamientos. Los testigos presentaron el menor tamaño de planta y con abundante maleza (**Foto 15**).

7. 1. 2. Unidad de validación Gustavo Miranda

En esta unidad de validación ubicada en el predio de Gustavo Miranda, Colín, comuna de Maule, se desinfecto sustrato con vapor y se comparo con sustrato sin tratar y sustrato tratado con bromuro de metilo según se indica en el **Cuadro 6**, se sembró en bandejas la variedad de tomate María Italia.

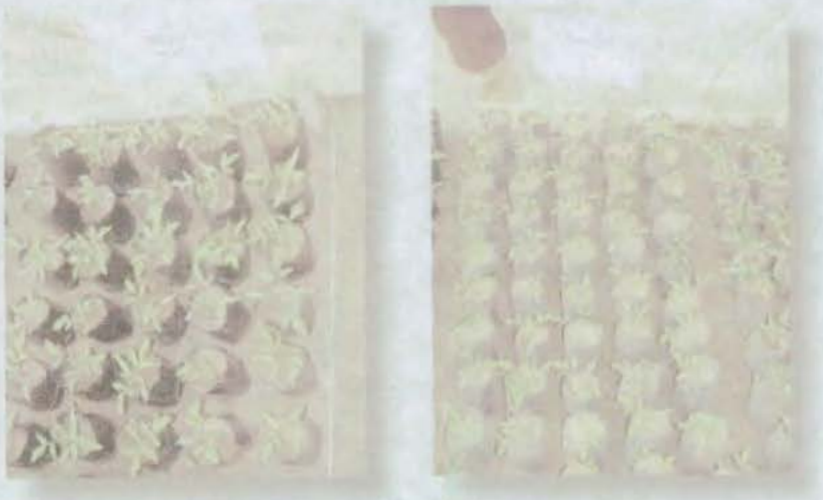


Foto 15. A la izquierda, plantas biofumigadas y a la derecha, plantas con suelo sin tratar.

Cuadro 6. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de sustrato para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2004).

Tratamiento	Sistema de aplicación	Fecha de aplicación	Fecha de siembra
T1. Vapor	Sistema de aplicación negativa, aplicación de vapor por 60 minutos a una temperatura de 95°C.	6 Mayo	17 Mayo
T2. Sin tratar	-	-	17 Mayo
T3. Bromuro de Metilo	Uso de bombona en dosis de 680 gr por cada 1,5 m^3	2 Mayo	17 Mayo

La **Figura 18**, muestra la variación en el porcentaje de germinación cada dos semanas después de la siembra. En general solo se presentaron diferencias significativas en la segunda medición mostrado la tendencia que el sustrato que fue tratado con vapor, la emergencia demoró un poco más llegando al final a presentar un promedio mayor que el resto de los tratamientos pero sin diferencia significativa. El análisis del sustrato sin tratamiento no mostró presencia de nemátodos ni enfer-



Figura 18. Porcentaje de germinación de platines de tomate sembrados en bandejas. Efecto de dos tratamientos de desinfección de suelo. Temporada 2004. Colín, Maule, VII Región.

medades que pudieran afectar a las plantas, por lo que no se requería de un tratamiento para asegurar el establecimiento de las plantas. En general como lo apreciaron los productores en el día de campo efectuado el 8 de julio del 2004, las plantas de los distintos tratamientos no mostraron diferencias de desarrollo que pudieran indicar la procedencia de cada tratamiento (**Foto 16**).

Las plantas una vez completado su desarrollado fueron plantadas en los invernaderos correspondiente y no presentaron problemas en su desarrollo que pudieran ser atribuibles a los distintos tratamientos.



Foto 16. Producción de plantas en bandejas en la unidad de validación de Gustavo Miranda. Temporada 2004. Colín, Maule VII Región.

7.1.3. Unidad de validación José Moya

En esta unidad de validación se distribuyeron tres tratamientos en cuatro platabandas, en un diseño de bloques al azar, desinfectando 10 m de longitud en cada parcela, de este sector se escogió una superficie aproximada de 1 m^2 para la siembra de los almácigos. Se estableció la variedad de tomate María Italia según lo indicado en el **Cuadro 7**.

Cuadro 7. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de suelo para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2004).

Tratamiento	Sistema de aplicación	Fecha de aplicación	Fecha de siembra
T1. Metam Sodio	Mediante un pulverizador de mochila en dosis de 120 cc/m^2	6 de abril	20 de mayo
T2. Sin tratar	-	-	20 de mayo
T3. Bromuro de Metilo	Uso de bombona en dosis de 68 gr./m^2	14 de abril	20 de mayo

En la **Figura 19,** no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, corroborando de este modo que la alternativa al bromuro de metilo tiene al menos la misma efectividad del fumigante que se desea reemplazar. A pesar que el testigo no mostró un promedio significativamente inferior al resto de los tratamientos, si se observo un menor desarrollo de las plantas afectada principalmente por la alta presencia de malezas que obligaron a efectuar dos limpiezas en el periodo de almácigo.



Figura 19. Porcentaje de plantas emergidas con los diferentes tratamientos de desinfección de suelo. Colín, Maule, VII Región.

7. 1.4. Unidad de validación Luis Cañete.

Esta unidad estaba ubicada en la localidad de Unihue, se destino una nave para el establecimiento de los distintos tratamientos, distribuyendo cuatro tratamientos en cuatro platabandas, en un diseño de bloques al azar, desinfectando 10 m de longitud en cada parcela, de este sector se escogió una superficie aproximada de 1 m^2 para la siembra de los almácigos. Se estableció la variedad de tomate María Italia según lo indicado en el **Cuadro 8**.

Cuadro 8. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de suelo para almácigos de tomate. Unihue, Maule, VII Región (2004).

Tratamiento	Sistema de aplicación	Fecha de aplicación	Fecha de siembra
T1. Metam Sodio	Mediante un pulverizador de mochila en dosis de 120 cc/m^2.	7 de abril	2 de junio
T2. Dazomet	Se esparció en el suelo incorporándolo con un rastrillo, en dosis de 60 gr/m^2, inmediatamente se selló la platabanda con un plástico, para evitar el escape del gas.	7 de abril	2 de junio
T3. Bromuro de Metilo	Uso de bombona en dosis de 68 gr/m^2	20 Abril	2 de junio
T4. Testigo	Sin aplicación	-	2 de junio

En la **Figura 20,** lo primero que llamo la atención fue la falta de emergencia de plantas en el tratamiento efectuado con Dazomet, el que debido a las bajas temperatura del suelo (menos de 10°C) durante la época de siembra de los almácigos aún persistió el efecto fumigante del producto, de acuerdo con esto no es una alternativa apropiada para la producción de almácigos en la zona centro sur. De allí la importancia de haber podido efectuar esta evaluación para las futuras recomendaciones de los productores.

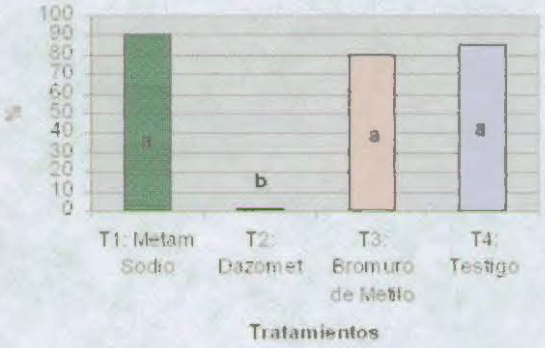


Figura 20. Porcentaje de plantas emergidas con los diferentes tratamientos de desinfección de suelo. Unihue, Maule, VII Región.
(Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05).

La aplicación de Bromuro de metilo también mostró efectos en la emergencia con lo que se obtuvo un promedio significativamente menor de plantas emergidas con respecto a la aplicación del Metam sodio. El testigo no mostró diferencia significativa en su emergencia con el Metam sodio, pero las plantas presentaron un menor desarrollo y alta competencia con las malezas.

En general el ensayo permitió verificar que el Metam sodio es el producto que presenta menos peligro de persistencia y que no afecta el establecimiento de las semillas en los almácigos.

7.2. Producción de tomates Temporada 2004

En la **Figura 21,** se muestran los resultados de la evaluación de cosecha efectuada en la nave de la unidad de validación de César Cáceres. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de biofumigación y vapor con respecto al tratamiento con bromuro de metilo y con el testigo. De toda manera la producción de tomate de primera y segunda se redujo en un 30% en el tratamiento testigo con respecto al promedio de los tratamientos con desinfección de suelo.

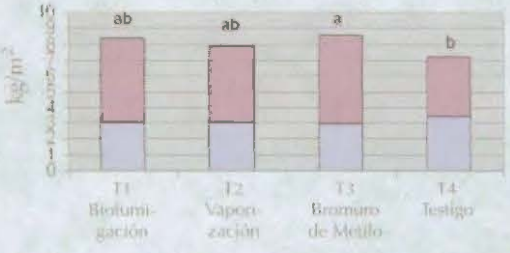


Figura 21. Producción de tomate de diferentes categorías en la unidad de validación de César Cáceres, Colín, Maule, VII Región.

La producción de tomate de primera + segunda que obtiene los mejores precios en la comercialización correspondió solo al 53% en el testigo en cambio en el tratamiento con biofumigación este porcentaje se incremento a un 64%.

7.3. Almácigos de tomate temporada 2005

7.3.1. Unidad de validación César Cáceres

En el **Cuadro 9,** se muestran los sistemas y fecha de aplicación de los diferentes tratamientos utilizados en esta temporada.

Cuadro 9. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de suelo para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2005).

Tratamiento	Sistema de aplicación	Fecha de aplicación	Fecha de siembra
T1. Biofumigación	Restos de Coliflor picada 74 kg de materia verde + Urea 1,15 kg.	27 Enero	13 Mayo
T2. Metam sodio + trichoderma	Metam Sodio en dosis de 120 cc/m², aplicado mediante un pulverizador de mochila. Antes de la siembra se asperjo con una regadera la primera dosis de *Trichoderma* cepa Queule en dosis de 10 ml por litro, regándose cada parcela con 3 litros de agua, la aplicación se efectuó el 13 de mayo. Se repitió la aplicación 15 días después de la siembra.	4 Abril	13 Mayo
T3. Bromuro de Metilo	Uso de bombona en dosis de 68 gr/m²	20 Abril	13 Mayo
T4. Testigo	Sin aplicación	-	13 Mayo

En la **Figura 22**, se observa que el tratamiento con biofumigación presento un menor porcentaje de germinación con respecto al resto de los tratamientos de desinfección de suelo. No existió diferencia significativa entre el tratamiento de Metamsodio + Trichoderma con la desinfección de suelo con Bromuro de Metilo. El tratamiento testigo presento un promedio menor de plantas que los dos tratamientos mencionados anteriormente y fue necesario efectuar limpias manuales para evitar la competencia de las malezas.

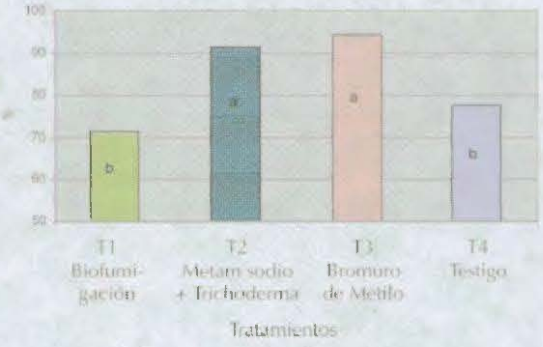


Figura 22. Porcentaje de plantas emergidas con los diferentes tratamientos de desinfección de suelo. Colín, Maule, VII Región.
(Valores seguidos de igual letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación múltiple de Duncan P≤0,05).

Después de dos temporada de evaluación se concluye que la desinfección de suelo mediante biofumigación para la producción de almacigo no es conveniente.

7.3.2. Unidad de validación Gustavo Miranda

En el **Cuadro 10**, se muestran los sistemas y fecha de aplicación de los diferentes tratamientos utilizados en esta temporada.

En la **Figura 23,** se observa que el tratamiento con vapor presento diferencias significativas con la aplicación de Bromuro de Metilo resultado con mejor porcentaje de germinación.

Aunque el testigo (sustrato sin desinfectar), no presento diferencias significativas en cuanto al porcentaje de germinación la calidad de las plantas fue notoriamente deficiente, y finalmente fueron desechadas por el productor por no asegurar el correcto establecimiento de las plantas en las mesas de los invernaderos.

Cuadro 10. Sistema y fecha de aplicación de tratamientos de desinfección de sustrato para almácigos de tomate. Colín, Maule, VII Región (2005).

Tratamiento	Sistema de aplicación	Fecha de aplicación	Fecha de siembra
T1. Vapor	Sistema de aplicación negativa, aplicación de vapor por 60 minutos a una temperatura de 95°C.	4 Mayo	17 Mayo
T2. Vapor + trichoderma	Sistema de aplicación negativa, aplicación de vapor por 60 minutos a una temperatura de 95°C. Aplicación de *Trichoderma*, cepa Queule, en dosis de 10 ml por litro. Se regó cada parcela con 1 litro de agua, efectuando la aplicación el día 16 de mayo. Posteriormente, se repitió la aplicación 15 días después de la siembra.	4 Mayo	17 Mayo
T3. Bromuro de Metilo	Uso de bombona en dosis de 680 gr por cada 1,5 m^3	2 Mayo	17 Mayo
T4. Testigo	Sin aplicación	-	17 Mayo

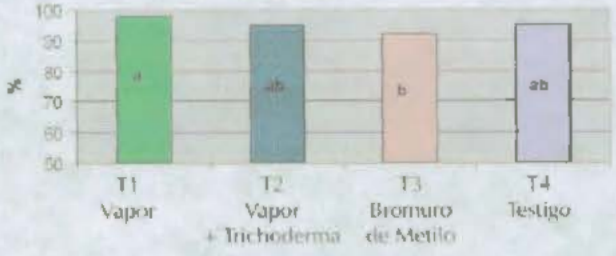


Figura 23. Porcentaje de germinación de platines de tomate sembrados en bandejas. Efecto de tres tratamientos de desinfección de suelo. Temporada 2005. Colín, Maule, VII Región.

La **Foto 17,** revela la diferencia en la calidad de las plantas de los respectivos tratamientos.

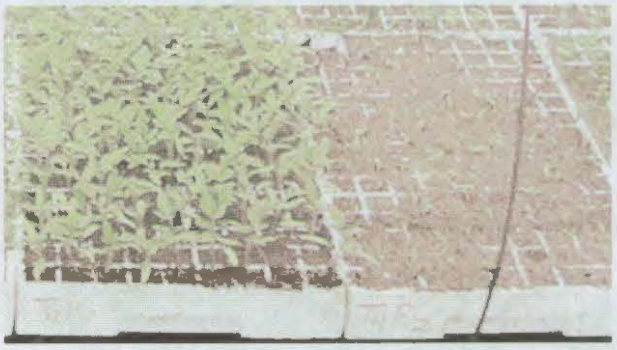


Foto17. A la izquierda bandeja con plantas tratadas con vapor mas trichoderma y a la derecha el sustrato sin tratamiento.

7.4. Producción de Tomate temporada 2005

7.4.1. Medición de altura de plantas

Con el objeto de comparar la respuesta de las plantas de tomate a los distintos tratamientos de desinfección de suelos, desde el periodo comprendido desde el 6 de agosto (**Foto 18**) al 18 de noviembre se efectuó un seguimiento del crecimiento de las plantas, efectuando mediciones de altura en 12 de ellas, en cada repetición de cada uno de los distintos tratamientos. La fecha del 6 de agosto corresponde a dos semanas después del momento del transplante de las plantas de tomate. El 18 de noviembre, al momento cuando el productor hace el desbrote del crecimiento apical, que coincide cuando la planta alcanza al alambrado del sistema de conducción.



Foto 18. Inicio de medición de altura de plantas en la Unidad de validación César Cáceres, 6 de agosto de 2005, Colín, Maule, VII Región.

La **Figura 24,** muestra el efecto en el crecimiento de las plantas de los distintos tratamientos utilizados en la unidad de validación César Cáceres. Se observa que los distintos tratamientos de desinfección de suelos alcanzaron, al 18 de noviembre una altura promedio superior a los 160 cm., en comparación al testigo que no superó los 150 cm. Los mejores tratamientos fueron bromuro de metilo, y trichoderma más metam sodio, con 174 y 169 cm. de altura promedio, respectivamente.

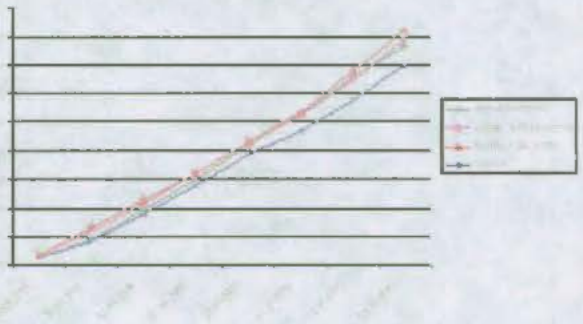


Figura 24. Crecimiento de plantas de Tomate-Invernadero bajo distintos tratamientos de desinfección de suelos. Predio César Cáceres. Colín, año 2005.

En la **Figura 25,** se muestran los resultados obtenidos en la Unidad de Validación José Moya. En este caso se aprecia desde un comienzo en las plantas una diferencia en altura, entre el testigo y los distintos tratamientos de desinfección de suelos.

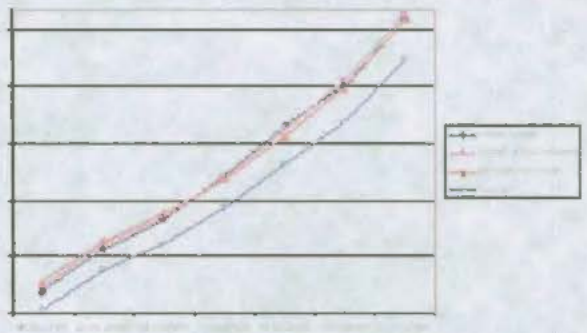


Figura 25. Crecimiento de plantas de Tomate-Invernadero bajo distintos tratamientos de desinfección de suelos. Predio José Moya, Colín, año 2005.

7.4.2 producción de tomate unidad de validación César Cáceres

En la **Figura 26,** de acuerdo a los análisis estadísticos realizados, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de biofumigación y metam sodio más trichodermas con respecto al tratamiento con bromuro de metilo. Si existieron diferencias significativas entre el testigo y los distintos tratamientos de desinfección de suelos. Llama la atención con respecto a la temporada anterior el alto porcentaje de categoría 1 y 2 alcanzada en esta temporada que supero el 70% en los tratamientos con desinfección de suelo.

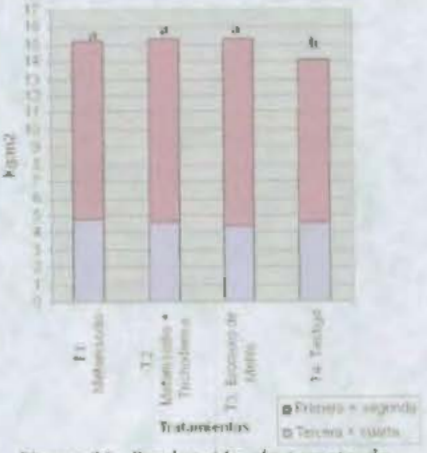


Figura 26. Producción de tomate de diferentes categorías en la unidad de validación de César Cáceres, 2005, Colín. Maule, VII Región.

7.4.3. Producción de tomate unidad de validación José Moya

En la **Figura 27,** se observa que la diferencia en producción acumulada entre el testigo y el tratamiento Metam sodio + trichoderma para la suma de la categoría 1 y 2 que se comercializan juntas fue de un 12%. Y en cuanto a la producción total de un 8,7%. Destacándose de este modo también un efecto en la calidad de lo cosechado ya que la relación primera + segunda versus la producción total para el tratamiento metam sodio + trichoderma fue de un 70%.

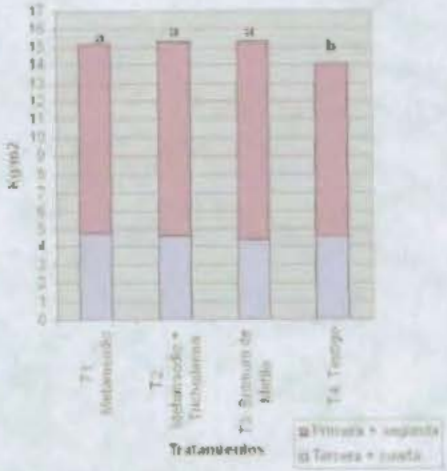


Figura 27. Producción de tomate de diferentes categorías en la unidad de validación de José Moya, 2005, Colín, Maule, VII Región.

En el **Cuadro 11,** se muestran los precios obtenidos para las diferentes categorías de tomate en las distintas fechas de cosecha. De acuerdo a esta información se puede observar que el precio del cajón vario desde $ 8.200 hasta $2.200 el 5 de enero.

Cuadro 11. Precio promedio del cajón logrado para diferentes fechas de cosecha ($). Informante José Moya. (Cajón contiene en promedio 18 Kg. de Tomate).

Fecha	Primera + Segunda	Tercera	Cuarta	Rosco
21-10-2005	8.200	7.300	5.000	4.500
25-10-2005	7.900	7.200	4.500	4.300
28-10-2005	7.900	7.000	4.500	4.200
31-10-2005	7.500	6.500	4.000	4.200
04-11-2005	8.500	7.900	4.900	4.200
08-11-2005	8.200	7.000	4.500	4.200
11-11-2005	8.200	7.000	4.500	4.500
14-11-2005	6.000	5.000	2.700	2.200
18-11-2005	4.500	4.000	2.000	1.500
21-11-2005	4.000	3.000	2.200	1.300
25-11-2005	4.000	3.000	1.900	1.300
01-12-2005	2.900	2.300	1.000	1.200
05-12-2005	4.000	3.700	2.000	1.700
08-12-2005	3.900	3.300	1.700	1.700
17-12-2005	4.800	4.200	2.100	2.000
21-12-2005	4.000	3.000	2.000	1.000
24-12-2005	3.500	2.700	nsv	nsv
27-12-2005	3.800	3.000	nsv	nsv
30-12-2005	3.000	2.300	1.200	1.000
05-01-2006	2.200	1.500	700	nsv

nsv = no se vendió tomate de la categoría respectiva

De esta manera el efecto del tratamiento es más relevante cuando se incluye en la comparación el efecto del precio con respecto a la producción.

En la **Figura 28,** se muestran los pesos promedio obtenidos en diferentes eventos de cosecha efectuadas entre el 21 de octubre y el 25 de noviembre del 2005, para la categoría primera. En ellos se puede observar que el tratamiento Metamsodio + trichoderma se mantuvo en la mayoría de las evaluaciones por encima de la producción obtenida con el testigo. Se muestra también una grafica de la variación del precio del cajón de tomate en las distintas fechas de evaluación.

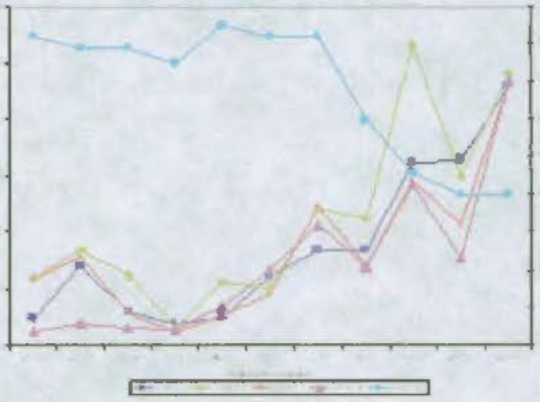


Figura 28. Comparación de la producción obtenida entre tratamientos durante los meses de octubre a noviembre del 2005, para la categoría de cosecha primera.

En la **Figura 29,** se muestra el efecto de los diferentes tratamientos en la producción acumulada de la categoría primera. En ellos se puede verificar que la diferencia entre el testigo y el tratamiento metam sodio + trichoderma, para el periodo considerado, alcanzo a un 35%. Si esto se relaciona con el ingreso bruto acumulado obtenido a esa misma fecha se llega a una diferencia de un 36%.

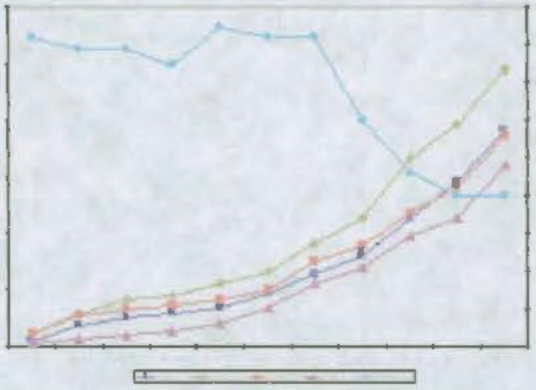


Figura 29. Comparación de la producción acumulada obtenida para los diferentes tratamientos desde el 21 de octubre al 25 de noviembre, para la categoría de cosecha primera.

CAPÍTULO 8

ANÁLISIS ECONÓMICO

Edmundo Varas, Raúl Palma y Pablo Castillo

8.1 Actualización de criterios y supuestos utilizados en la formulación del análisis económico.

Análisis de Mercado

Las condiciones de mercado, de los productores de Colín, no han variado en los últimos años, ya que los sistemas de comercialización continúan efectuándose en forma individual en la Macroferia de Talca, en algunas ocasiones los compradores llegan directamente a los predios, pero no es lo más frecuente.

Superficie Referencial de Cálculo.

De acuerdo a la información que maneja la Empresa SAE LTDA, y otras fuentes consultadas (Prof. Hernán Paillán, Universidad de Talca), en el área de Colín hay una superficie aproximada de 130 ha de tomate bajo plástico, por otro lado la encuesta realizada a los productores de Colín, en el año 2004, determinó que un 94% usa el Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos, si este porcentaje se aplica a la superficie de invernaderos del área, se puede deducir, que éste se utiliza en una superficie de 122 ha, para simplificar los cálculos y darse un margen de seguridad se considera que el proyecto llegará a un universo de 120 ha de tomate en invernadero.

Situación Sin Proyecto.

Al momento de formular el proyecto, los productores usaban el Bromuro de Metilo para desinfectar sólo el área donde confeccionan los almácigos, se producen 400 plantas/m², y se requieren aproximadamente 26.000 plantas por hectárea, dependiendo del marco de plantación y considerando las posibles pérdidas que se pueden producir en el proceso, por lo tanto se utilizan 65 m² /ha para la producción de

plantas; también se usan bolsas o bandejas, en cuyo caso se desinfecta el sustrato con Bromuro de Metilo.

Ingresos

Se determinaron sobre la base de los antecedentes recopilados por la Empresa Asociada SAE LTDA, considerando los porcentajes obtenidos en los distintos meses y calidades cosechadas. En la situación sin proyecto se considera una cosecha de 6.000 cajones por hectárea, con proyecto se mantiene la misma cantidad si sólo se desinfecta suelo para almácigo, y sube a 7.800 cajones/ha, cuando se desinfecta además el suelo (camellón) para la plantación.

Costos

Los costos de producción se han elaborado en base a los antecedentes recopilados por la Empresa SAE LTDA, la mano de obra a precio de mercado para la zona y los costos de las tecnologías del estudio de Carrasco et al. (2002), reajustando el valor del dólar.

Situación con Proyecto

El proyecto evaluará diferentes tecnologías de desinfección de suelos para confeccionar los almácigos, las cuales difieren entre otros aspectos en su costo y eficacia, dependiendo de las condiciones en que se apliquen y de las condiciones ambientales.

Los costos de algunas metodologías son los siguientes (Carrasco et al., 2002), expresados en moneda de agosto de 2003:

- Dazomet $ 2.800.891/ha
- Metam Sodio $ 2.458.151/ha
- Vaporización de suelo $ 2.277.587/ha (se requiere equipo especial para generar e inyectar el vapor en el suelo.
- Vaporización de sustrato: $ 2.948/m3 de sustrato (se requiere equipo especial, además adquirir el sustrato).
- Bromuro de Metilo inyectado: $ 1.571.117 (se necesita equipo especial para su aplicación).

- Bromuro de Metilo en bombonas: $ 2.936.633/ha.
- Biofumigación: $1.571.117/ha (se aprovechan residuos vegetales generados en el predio o adquiridos a bajo costo).

En la situación con proyecto se evalúan tres alternativas con los siguientes supuestos generales:

- El proyecto se iniciará el año 2003, y el año 2004 se establecerán los ensayos en las Unidades de Validación, por lo tanto sólo a partir del año 2005 se podrá aplicar las diferentes tecnologías a nivel de agricultores en forma comercial.
- Las tres alternativas contemplan dos tecnologías: Alternativa 1, sólo desinfección de suelos para almácigos y la segunda, incluye además la desinfección del suelo de los camellones de plantación.
- Se incentivará el uso de la biofumigación de suelos, tanto para almácigos y plantación, por ser uno de los sistema más limpios y que no requiere equipos especiales para su aplicación, y es la base para determinar los costos con proyecto.
- La evaluación se hace en un horizonte de 15 años, para poder incluir algunos años en que no habrá disponibilidad de Bromuro de Metilo.
- La tasa de descuento utilizada es del 12%.
- La superficie influenciada por el proyecto será como máximo 120 ha.

Alternativa A: se asume que no habrá limitaciones para el uso del Bromuro de Metilo hasta el año 2015, y se inicia la adopción con 1 ha el año 2005, para ir aumentando alrededor de 15 a 20 ha/año, llegando a 120 ha el año 11. Esta alternativa tiene un VAN de MM$ 736 y una TIR de 46,53%.

Alternativa B: se asume que a partir del año 2005 habrá una reducción del consumo de 38,5%, lo que proyectado a la superficie del proyecto, significa que a partir de ese año 47 ha deben obligatoriamente adoptar tecnologías de reemplazo al Bromuro de Metilo, La tasa de adopción proyectada permite llegar a las 120 ha el año 10. El VAN con proyecto es de MM$ 927 y la TIR de un 56,86%.

Alternativa C: se asume que a Chile se le impondrá la misma reglamentación de los países desarrollados, por lo que a partir del año 2005 no se dispondrá de Bromuro de Metilo, lo que obligaría al 100% de los productores a utilizar otros desinfectantes de suelo. En estas condiciones 120 ha deberían cambiar su sistema de desinfección de suelos, bajo este supuesto esta alternativa tiene un VAN de MM$ 4.203 y una TIR de 264,68%.

Al momento de formular el proyecto, se estimó que la alternativa con mayor probabilidad de ocurrencia era la B, es decir que hubiera una reducción de un 38,5% en la disponibilidad del Bromuro de Metilo a partir de año 1995, bajo estas condiciones se evaluó el proyecto.

8.2 Actualización de Supuestos y Criterios.

Superficie

En relación a la superficie destinada a tomates en invernadero en el sector de Colín no ha habido grandes cambios, ya que son en general los mismos productores, no hay grandes variaciones en la cantidad de agricultores que entran o salen de este sistema productivo, ya que requiere un cierto grado de especialización el cultivo bajo invernadero, por lo que se mantienen como potenciales las 120 hectáreas planteadas en la formulación original del proyecto.

Situación Sin Proyecto

Los productores que no han incorporado las tecnologías de desinfección de suelos validadas por el proyecto continúan usando Bromuro de Metilo como desinfectante de suelos para la producción de plantines, por el costo del producto no fumigan los camellones donde cultivan el tomate, lo que mantiene los patógenos del suelo, y causan bajos rendimientos, no superando en promedio 7.000 cajones/ha.

Situación Con Proyecto.

Entre los métodos evaluados en los diferentes módulos, el que ha demostrado ser más práctico, factible de utilizar y eficiente en la desinfección de suelos, es el uso del Metam Sodio con Trichoderma, y es la tecnología que se está recomendando, ya que permite no sólo la desinfección de sustrato o área donde se pueden producir plantines sino que es aplicable al camellón de plantación, además al incorporar trichoderma se contribuye a repoblar el suelo con microorganismos no patógenos. Si el productor decide no desinfectar el camellón de plantación, y sólo desinfectar suelo y/o sustrato para la confección de plantines, la alternativa menos contaminante y que se recomienda es la vaporización del sustrato, cuyo costo promedio es de M$ 12/m^3, y se requieren aproximadamente 17 m3 para 1 ha (bolsas plásticas de 8 cm. de diámetro por 10 cm. de alto).

Con relación a los precios de venta obtenidos por el productor José Moya de la Unidad de validación Nº 2, como es normal para este producto, fluctuaron de acuerdo a la época y a la calidad del tomate, como se indica en el **Cuadro 12**.

Cuadro Nº 12. Precio de Venta del Cajón de tomate, según época de venta y calidades.

Época de Venta	Primera + Segunda	Tercera	Cuarta	Rosco
Octubre	7.875	7.000	4.500	4.300
Noviembre, 1ª Quincena	7.725	6.725	4.150	3.775
Noviembre, 2ª Quincena	4.167	3.333	2.033	1.367
Diciembre, 1ª Quincena	3.650	3.100	1.550	1.525
Diciembre, 2ª Quincena	3.820	3.040	1.766	1.333
Enero	2.200	1.500	700	0

Obs: $/cajón de 18 c.u.

Para la evaluación económica y efectos de compensar posibles efectos de variación de precios de venta, se consideró un 75% del precio informado por el productor.

La distribución de la producción por período de cosecha y calidad se indica en el **Cuadro 13**, basado en los antecedentes logrados en la temporada 2005-2006 de un módulo, para el tratamiento recomendado y el testigo, con sólo desinfección de sustrato para producción de plantines.

Cuadro 13. Rendimiento de tomates (cajones/ha) de acuerdo a época de cosecha, tratamiento y calidad, temporada 2005-2006.

Tratamiento	Metam sodio y Trichoderma					Sin desinfección de suelo				
Período/ calidad	1ª y 2ª	3ª	4ª	Rosco	Total	1ª y 2ª	3ª	4ª	Rosco	Total
Octubre	313	235	143	170	861	131	33	12	10	186
Noviembre, 1ª Quincena	916	236	197	23	1.371	826	294	174	18	1.312
Noviembre, 2ª Quincena	1.582	256	156	54	2.048	1.155	308	194	62	1.718
Diciembre, 1ª Quincena	1.502	389	200	70	2.162	1.431	398	194	26	2.049
Diciembre, 2ª Quincena	1.556	350	326	0	2.232	1.598	440	311	7	2.355
Enero	100	33	36	0	169	184	78	79	0	341
Totales	5.969	1.499	1.058	317	8.842	5.324	1.551	963	122	7.961

La actualización de la evaluación económica se realiza en un horizonte de 5 años, tomando como base el año 2005, con 5 hectáreas iniciales, en las que se aplica la tecnología, la tasa de adopción en este caso debería ser rápida, ya que por disposición del SAG no se puede importar más Bromuro de Metilo en bombonas de 680 gr. y las existencias de éste se pueden vender hasta diciembre del año 2006, pese a esta restricción, se considera que se llega a la superficie objetivo del proyecto al quinto año.

Para el cálculo económico se consideró el costo total del proyecto, es decir el aporte FIA y de contraparte como Investigación Desarrollo el año 2005, el cual no se reajustó.

4.2.3. Análisis Económico Actualizado.

De acuerdo a los criterios expuestos anteriormente se presenta la actualización del análisis económico, en el **Cuadro 14**.

Cuadro 14. Análisis económico actualizado, abril 2006.

Año	2005	2006	2007	2008	2009
Superficie Total, Ha	12	30	60	90	120
Ingresos Sin Proyecto, M$	289.757	724.392	1.448.783	2.173.175	2.897.567
Costos sin Proyecto, M$	237.215	593.038	1.186.076	1.779.114	2.372.152
Ingresos Netos Sin Proyecto, M$	52.541	131.354	262.707	394.061	525.415
Ingresos Con Proyecto, M$	340.776	851.940	1.703.881	2.555.821	3.407.762
Costos Con Proyecto, M$	250.257	625.642	1.251.284	1.876.926	2.502.568
Ingreso Neto sin I&D, M$	90.519	226.298	452.597	678.895	905.194
I&D, M$	105.506				
Ingreso Neto Con Proyecto, M$	-14.987	226.298	452.597	678.895	905.194
Ingreso Incremental, M$	-67.528	94.945	189.889	284.834	379.779

VAN CON PROYECTO, M$	547.070
TIR	201,11%
TASA DE DESCUENTO	12,00%
VAN SIN PROYECTO, M$	887.184
VAN PROYECTO $	1.434.254
VAN INGRESOS CON PROYECTO, M$	5.754.141
VAN COSTOS CON PROYECTO, M$	4.225.685
RELACION B/C, CON PROYECTO	1,36

La TIR con proyecto no se puede calcular, ya que no se genera el primer año un flujo negativo de fondos, razón por la cual se evalúa con la relación Beneficio/Costo, para lo cual se actualizan a la tasa de descuento de un 12%.

En el **Cuadro 15,** se presenta una comparación entre los parámetros económicos evaluados en la formulación inicial del proyecto y la Actualización con datos provenientes de módulos demostrativos correspondientes a la temporada 2005-2006.

Cuadro 15. Comparación de parámetros de la evaluación económica inicial y actualizada (Abril 2006).

PARÁMETRO EVALUADO	EVALUACIÓN	
	Original	Actualizada
VAN CON PROYECTO, M$	845.267	547.070
TIR	50,1%	201,11%
TASA DE DESCUENTO	12,0%	12,00%
VAN SIN PROYECTO, M$	1.454.956	887.184
VAN PROYECTO $	2.300.223	1.434.254
TIR PROYECTO	94,8%	(a)
VAN INGRESOS CON PROYECTO, M$	4.153.985	5.754.141
VAN COSTOS CON PROYECTO, M$	1.774.958	4.225.685
RELACIÓN B/C, CON PROYECTO	2,34	1,36
HORIZONTE DE EVALUACIÓN, AÑOS	15	5

(a) No se puede calcular ya que no se produce flujo negativo al inicio del proyecto

Los indicadores económicos evaluados, aunque cambió la tecnología evaluada para desinfección de suelos, muestra que la inversión realizada es rentable, aún frente a los cambios de precios, costos y horizonte de evaluación. Por otro lado las nuevas normativas sobre importación y comercialización del Bromuro de Metilo deberían en el corto plazo influir en una mayor tasa de adopción de las tecnologías evaluadas.

CAPÍTULO 9

Conclusiones y Recomendaciones

A partir de la información presentada en este boletín se puede concluir lo siguiente:

1. El reemplazo del bromuro de metilo es posible, aconsejable y necesario, pero de la mano de una coordinación conjunta que permita realizar una combinación de distintos métodos, productos y tecnologías, que llevarán finalmente a un manejo integrado de plagas, insectos y malezas, en aquellos suelos y sustratos usados para el establecimiento y crecimiento de las plantas de importancia económica y comercial.

2. Los resultados y la experiencia obtenida con la biofumigación, nos permite establecer que el material vegetal de crucífera a incorporar, como posterior elemento desinfectante de suelos, debe ser permanentemente humedecido para facilitar su descomposición, y eficiente liberación en el suelo de sustancias tóxica para control de hongos y nematodos, a través del sistema de riego por cintas. De no cumplirse esta situación, el proceso de descomposición se puede detener y no completar, activándose nuevamente con el humedecimiento del suelo, cuando el cultivo de tomate está establecido. Esto afectaría el crecimiento del cultivo, y en casos extremos ocasionaría pérdida de plantas. Es difícil controlar su efectos fumigantes durante el periodo de almacigo, por lo que se recomienda su uso solo durante el periodo de plantación.

3. La experiencia del uso de la vaporización, para la desinfección de suelos y sustratos, nos lleva a concluir que esta técnica sólo es válida para la desinfección de sustratos, en la producción de plantines de hortalizas en bandejas o bolsas, siendo una técnica limpia e inocua, que puede ser incorporada como una práctica habitual trabajando bajo un sistema de Buena Prácticas Agrícolas.

4. El tiempo de desinfección de 1 m^3 de sustrato alcanza a 1 hora, y 24 horas después es posible comenzar a usarlo para el llenado de bandejas y siembra de semillas. Esto comparado con el uso de 1 bombona de bromuro de metilo en 2 m^3, toma un tiempo de 10 a 12 días entre la aplicación del bromuro, tiempo de acción, ventilado, aireación del sustrato y siembra de la semilla, por lo cual la técnica de vaporización presenta una mayor efectividad en términos del uso del tiempo y oportunidad de las labores de siembra de las bandejas de "speelding".

5. El uso de la vaporización, para la desinfección de suelos en la producción de hortalizas bajo invernadero, no es una técnica recomendable por ser lenta, ineficiente y de alto costo. Un cultivo de mayor rentabilidad, como rosas de exportación, es posible que pueda incorporar esta técnica por su alta rentabilidad, y en la eventualidad que tener exigencias de producción bajo normas de BPA, sin uso de pesticidas.

6. El uso del Dazomet (Basamid), bajo las condiciones climáticas de mediados y fines de otoño, como de invierno, no lo hacen recomendable para la desinfección de suelos en los invernaderos de Colín, VII Región. Las bajas temperaturas favorecen la persistencia del producto en el suelo. Sin embargo, su uso, como una alternativa al Bromuro de Metilo, puede ser óptimo si la desinfección de suelos se realiza a fines de verano o inicios de otoño.

7. Todos los parámetros determinados en la actualización de la evaluación económica muestran que la inversión realizada continúa siendo rentable, a pesar de haber modificado las tecnologías al momento de la formulación y la implementada en el transcurso del proyecto, los cambios de precios tanto del producto como de los insumos, y el horizonte de evaluación entre otros.

Recomendaciones de uso de metam sodio (Rayzan 50).

1. La experiencia de dos temporadas de uso de este producto en el proyecto, nos permite recomendarlo para la desinfección de suelos a ser plantados con tomate bajo invernadero u otra hortaliza como

lechuga. Sin embargo, su uso se restringe para aplicaciones en pre siembra o pre plantación, no debiendo utilizarse, por ningún motivo, en cultivos ya establecidos.

2. Bajo las condiciones de temperatura de la comuna de Maule, VI Región, este fumigante puede ser aplicado, en forma líquida, sólo en los meses de verano, primavera y otoño, antes de la plantación o siembra, en suelo mullido, con una buena preparación de suelos, con una temperatura superficial (10 a 20 cm.) de 12 a 24 ºC y una humedad similar a la existente en el suelo al momento de transplantar plántulas de tomate. Se debe evitar aplicaciones entre los meses de mayo y mediados de agosto, por las bajas temperaturas de suelo que se registran en ese período. El productor debe tener la certeza de que la temperatura del suelo sea superior a 12º C y se mantenga a lo menos por 8 días, para conseguir que el producto gasifique en el suelo. Esta condición es fácil de verificar con la ayuda de un termómetro.

3. Una vez aplicado metam sodio en el suelo, los gases desinfectantes de este fumigante, que se generan en el interior de él, pueden subir a la superficie y afectar cultivos vecinos, por lo cual en la eventualidad de existir plántulas en almácigo o bandejas, o algún cultivo establecido, en las proximidades del sitio a fumigar, se debe dejar, como mínimo, una distancia mínima de diez metros desde sus deslindes.

4. El riesgo de una aplicación en meses de bajas temperaturas, es que el producto no gasifique adecuadamente siendo lavado por las lluvias de invierno, por lo cual se perdería la aplicación. Otro riesgo de esta aplicación, en período de bajas temperaturas, es que el producto pudiera mantenerse en el suelo, gasificando posteriormente cuando las temperaturas sean favorables, lo que podría afectar la siembra o plantación ya efectuada.

5. Para obtener un buen resultado de control con metam sodio, producto debe permanecer activo por un período mínimo de 10 a 15 días, dependiendo de la época del año. Sin embargo, el momento de la plantación o siembre debe ser realizada 18 a 22 días después

de aplicado. Si la temperatura del suelo ha permanecido cercana a los 12°C, debe prolongarse el tiempo de acción por una semana más, con el fin de asegurar un adecuado control y eliminación del efecto biocida.

6. Antes de plantar o sembrar, es recomendable, siempre, evaluar la persistencia del producto metam sodio en el suelo, a través de prueba de germinación se semillas de lechuga. Para ello se toman tres a cuatro sub muestras de suelos, a una profundidad de 15 a 20 cm., las cuales pasan a constituir una muestra, que se deposita en el interior de un frasco conservero de 1 kilo, luego se siembran de 10 a 15 semillas de lechuga, las que deben germinar al cabo de 5 a 6 días, si no persiste el producto en el suelo. En caso contrario, se debe repetir la prueba hasta que se alcance una germinación cercana al 100%.

7. Las dosis de ingrediente activo recomendadas, oscilan entre 80 y 120 cc cm^{-2} (0,08 a 0,12 L m^{-2}) de suelo efectivamente cultivado. Con bajos niveles de infestación de hongos, nematodos o insectos, se pueden aplicar dosis bajas a medias (80 a 100 cc.m^{-2}). Por el contrario, con altos niveles de infestación, se requiere de dosis mayores (120 cc m^{-2} o más); éstas dosis altas son necesarias para un efectivo control de malezas.

8. En suelos livianos o arenosos, como los de Colín, se podría usar una dosis baja a media (80 a 100 cc m^2); en cambio, en suelos más pesados o arcillosos, como los del sector de Unihue, debiera ser media a alta (100 a 120 cc m^2).

9. Una recomendación muy importante, es que nunca se debe lavar los equipos utilizados en la aplicación de este producto, en cursos de agua, sean naturales o artificiales, dado que sus residuos son tóxicos para los peces, o animales que puedan beber de ella.

10. En invernaderos, las aplicaciones de metam sodio se deben realizar a través del riego por cintas. Previamente, en los camellones donde posteriormente se van a establecer las plántulas de tomate, se localiza la o las cintas de riego, y una vez hecho esto se cubre y sella el

camellón con plástico polietileno, para evitar pérdidas de producto en su proceso de gasificación.

11. Al momento de aplicar el producto en invernaderos, es necesario regar previamente por un tiempo aproximado de 1 hora, para crear un bulbo de riego en cada punto de goteo de la cinta y, posteriormente realizar la aplicación del producto, inyectándolo a través del sistema de riego.

CAPÍTULO 10

Referencias Bibliográficas

Bello, A.; Escuer, M.; Sanz, R.; López-Pérez, J. A.; Guirao, P. 1997. Biofumigación, nemátodos y bromuro de metilo en el cultivo del pimiento. *In:* Posibilidad de Alternativas Viables al Bromuro de Metilo en Pimiento de Invernadero. Consejería de Medioambiente, Agricultura y Agua, Murcia, España, p. 67-108.

Bello, A. y Melo M. 1998. Reducción de las poblaciones de nemátodos con técnicas alternativas al bromuro de metilo. In: Memoria de actividades 1998. Resultados de Ensayos Hortícolas, Generalitat Valenciana, Fundación Caja Rural de Valencia, 347-350.

Bello, A. y Miguel E. 1998a. Control nematodos por biofumigación. In: *Memoria de Actividades 1998, Resultados de Ensayos Hortícolas,* Generalitat Valenciana, Caja Rural de Valencia, 351-352.

Bello, A.; E. Miquel. 1998b. Control nematodos por biofumigación en cultivo de col china. In: *Memoria de Actividades 1998, Resultados de Ensayos Hortícolas,* Generalitat Valenciana, Caja Rural, Valencia, 353-352.

Bello, A.; López-Pérez, J.; Díaz-Viruliche, L.; Tello, J. 2000. Alternativas al bromuro de metilo como fumigante del suelo en España. In. Labrada (Ed.) Report on Validated Methyl Bromide Alternatives. FAO, Rome, 13 pp (in press).

Bello A., J.A. González, M. Arias, R. Rodríguez-Kábana. 1998. *Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries.* Phytoma-España, DG XI EU, CSIC, Valencia, Spain, 404 pp.

Braga, R.; Labrada, R.; Fornasari, L. y Fratini, N. 2003. Manual para la Capacitación de Trabajadores de Extensión y Agricultores - Alternativas al Bromuro de Metilo para la Fumigación de los Suelos. FAO y PNUMA. Disponible en la pagina WEB: http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1806S/y1806s00.htm#Contents.

Carrasco, J.; Riquelme, J.; Torres, A. y Pasten, J. 2005. Vaporización de sustratos para la producción de plántulas de especies hortícolas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA – Raihuén, Talca, Chile. Cartilla Divulgativa, 8p.

Carrasco, j. y Riquelme, J. 2004. Biofumigación de suelos para almácigos y plantación. Cartilla Divulgativa INIA-Raihuén. 8 pgs

Carrasco, J.; Pastén, J.; Olavarria, J.; y Rojas, E. 2002b. Alternativas Físicas. En: Alternativas al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos en tomate y Pimiento. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. San Fernando, Chile. Boletín INIA Nº 88. p. 69-78

Carrasco, J.; Pastén, F.; Droguette L.; y Olavaria, J. 2002. Alternativas Químicas. En : Alternativas al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos en tomate y pimiento. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. San Fernando, Chile. Boletín INIA Nº 88. p. 57-67.

Cebolla V.; R. Bartual; A. Giner; J. Busto; F. Pomares; S. Zaragoza; J.J. Tuset; P.Caballero; M. Mut; B. Cases; M.D. de Miguel; P. Fombuena; J.V. Maroto; A. Miguel; J.L. Porcuna. 1999. Chemical and non chemical alternatives to methyl bromide in the area of Valencia. *3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries.* 7-10 December, Creta (Greece), 141-145.

COLINTOM A.G. 2002. Diagnóstico. Informe interno de la Corporación FPP Sur, Talca. 40 pgs.

García, S.; F. Romero; J. J. Sáez; A. de Miguel; C. Monzó; V. Demófilo; M. Escuer; A. Bello. 1999. Problemática de la replantación de melocotoneros en terrenos arenosos en la comarca de La Rivera (I). Comunitat Valenciana Agraria 13, 43-49

Lacasa A., P. Guirao, M.M. Guerrero, C. Ros, J.A. López-Pérez, A. Bello, P. Bielza. 1999. Alternatives to methyl bromide for sweet pepper cultivation in plastic greenhouses in south east. 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for te Southern European Countries. 7-10 December, Creta (Greece), 133-135.

Mastalerz, J. 1977. The Greenhouse Enviromente. El effect of environmental factors on the growth and developmente of flower crops. John Wiley and Sons, New York, USA, 637 pp.

Melgarejo, P.; De Cal, A.; Salto, T.; Martínez-Beringola, M.L.; Martínez-Treceño, A.; Bardón, E.; Palacios, J.; Becerril, M.; Medina, J.J.; Clavero, I.; Gálvez, J. y López –Aranda, J.M. 2001. El problema de la Prohibición del Bromuro de Metilo Como Fumigante de Suelos Agrícolas Resultados sobre algunas alternativas para viveros de fresa en España. Terralia Año5 Número 20: 20-29.

Pizarro, Marta. 2001. Floricultura y Medio Ambiente Producción de Flores sin Bromuro de Metilo. Publicación de la Naciones Unidas. ISBN 92-807-2082-1. Disponible en la agina Web: http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/3546-s.pdf

Varas, E.; Riquelme, J. y Pasten; J. 2005. Desinfección de suelo con Metam Sodio para almácigo y plantación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA – Raihuén, Talca, Chile. Cartilla Divulgativa, 8p.

Vázquez Minguela, Jesús. 2003. Aplicación de Productos Fitosanitarios Técnicas y Equipos. Ediciones Aerotécnicas, S.L. Madrid. España. 391 pgs.

PROPUESTA
CONCURSO ESPECIAL
PDI - 2006

APLICACIÓN DE METAM SODIO Y *Trichoderma sp.* PARA REVERTIR EL "CANSANCIO O FATIGA DE SUELO" EN LA PRODUCCION DE TOMATE EN INVERNADERO DE COLIN, COMUNA DE MAULE, VII REGION.

INDAP
REGION DEL MAULE

1.- IDENTIFICACION DEL FORMULADOR

NOMBRE: SERVICIO DE ASESORÍA A EMPRESAS LIMITADA
RUT: 77.386.630-9
DIRECCIÒN: UNO PONIENTE 1060 OFICINA 46 TALCA
TELEFONO: 71-232045 FAX: 71-232045 E-MAIL: saeltda@gmail.com
EMPRESA OPERADORA SERVICIOS DE ASESORÍA TÉCNICA INDAP.

2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

2.1 Resumen ejecutivo

El sector de Colín, en la comuna de Maule, séptima región, desarrolla desde hace más de 30 años la producción de cultivos forzados, específicamente tomate en invernadero, en su mayoría en manos de pequeños productores.

Constituye a la fecha una de las principales zonas productoras del país en este rubro, y abastece de tomate los mercados del centro-sur y sur del país, durante el período que va desde la segunda quincena de octubre, hasta la primera quincena de enero.

Actualmente concentra una superficie bajo cultivo (invernaderos), cercana a las 200 ha., Este rubro productivo genera un notable impacto en al actividad económica local y regional, lo que se ve reflejado en la gran cantidad de transacciones que se producen en la Macroferia de Talca, en el período señalado.

Dado el largo tiempo que se desarrolla esta actividad, que necesariamente obliga al monocultivo, se está produciendo desde hace ya varios años una disminución progresiva de los rendimientos y la calidad de los tomates, inducidos de manera directa por problemas fitopatológicos de suelo, denominados técnicamente "fatiga o cansancio de suelo" (Anexo 4), que está poniendo en riesgo la actividad, por la baja rentabilidad que está generando..

Esta situación, reconocida y estudiada mundialmente, es la razón del abandono de terrenos productivos, por hacerse insostenible su cultivo del punto de vista económico.
Por otro lado esta situación ha sido enfrentada con el uso de Bromuro de Metilo como desinfectante de suelo, con las negativas consecuencias que este tiene sobre el ambiente, específicamente sobre la destrucción de la capa de Ozono.

Este proyecto propone enfrentar el problema de la "fatiga o cansancio de suelo" sobre 37 hectáreas de tomate en invernadero en el sector de Colín, comuna de Maule, que involucra a un total de 70 pequeños productores usuarios de INDAP, participantes del SAT Area Talca, mediante un tratamiento que en primer lugar reduzca drásticamente las poblaciones de organismos fitopatógenos (predominantes en los suelos con fatiga), utilizando un fumigante de suelo de reconocida efectividad y ambientalmente seguro como Metam Sodio, para luego repoblar estos suelos con un organismo benéfico como el Trichoderma sp., hongo saprófito habitante natural del suelo, que por competencia, alelopatía y depredación, ejerce un importante efecto como controlador biológico de las principales especies de hongos fitopatógenos (Phytophthora spp., Phytium sp. Sclerotinia sp., Fusarium spp.. Rhyzoctonia sp., etc). Esto lógicamente debe ir acompañado de la aplicación periódica de materia orgánica, que fomente el desarrollo de la microflora y fauna positiva.

En consecuencia lo que se busca es recuperar gradualmente el equilibrio biológico mínimo del suelo, que permita desarrollar esta actividad productiva dentro de márgenes rentables y hacerla sustentable en el tiempo.

2.2.- Descripción de la Estrategia de desarrollo productiva Regional y Local en la cual se inserta la Propuesta:

-Esta inversión constituye un importante apoyo para mejorar la competitividad del sector hortícola local.

-Del punto de vista de las buenas prácticas agrícolas, la realización de esta inversión promueve la disminución de las cantidades de fertilizantes utilizados, especialmente los nitrogenados y suprime la aplicación de pesticidas al suelo durante el cultivo. Esto reduce la llegada de nitratos y nitritos al agua y a los productos, y minimiza el riego de residuos en el tomate.

- Utilizar un producto desinfectante de suelo que reemplaza al Bromuro de Metilo (BrMe), es un compromiso que tiene Chile como país participante del Protocolo de Montreal. Este acuerdo establece un registro de sustancias agotadoras de la Capa de Ozono, que deben ser eliminadas, donde el BrMe, es una de las principales.

2.3.- Descripción Técnica del Proyecto (Descripción de las inversiones)

Dado que parte fundamental del proyecto considera la aplicación de un fumigante para la reducción drástica de los patógenos de suelo, es necesario que la temperatura, humedad, textura y preparación de suelo, sean especialmente consideradas para lograr óptimos resultados en el control.

Para iniciar el tratamiento se debe preparar el suelo en el mes de marzo, sin residuos, en estado friable que permita un adecuado mullimiento (no polvo) y alcanzar una profundidad mínima de 40 cm.

A esta misma fecha los invernaderos deben estar techados, para prevenir la saturación del terreno producto de eventuales lluvias de la época.

Se procede con la construcción de mesas o platabandas donde posteriormente se dispondrán las plantas (junio- julio), de acuerdo al marco utilizado por el agricultor.

Se instala el sistema de goteo utilizando cintas nuevas y ajustando todos los componentes (conectores, llaves, uniones, etc.), de manera de suprimir todas las pérdidas del sistema.

Se cubren las mesas con film de polietileno, cuidando de dejar muy bien sellado los costados y puntas de ellas con suficiente tierra.

Se mantienen los invernaderos cerrados para mejorar la temperatura interior (mínimo 10 grados en el suelo) y aproximadamente 10 días antes de la aplicación de Metam Sodio, se procede a regar las mesas de plantación para activar los microorganismos presentes en el suelo.

Luego, a través del sistema de goteo y utilizando el dispositivo de fertirrigación, se inyecta Metam Sodio a una dosis de 120 cc./metro cuadrado, del producto comercial (RAISAN 50), en una dilución del 2,5%.

Se deja actuar el producto durante 15 días y luego se precede a perforar en el mulch los hoyos de plantación, para la ventilación del producto.

Se debe ventilar al menos 20 días antes de plantar, periodo en el cual se deben dar un par de riegos para eliminar los posibles residuos.

Post plantación, comienza la segunda etapa del tratamiento con la siembra de Trichoderma sp. en el suelo desinfectado, también a través del sistema de goteo, en una dosis de 0,83 cc/metro cuadrado del producto comercial Trichonativa (*Trichoderma harzianum*, raza *Queule*). Dos aplicaciones, 20 y 70 días después de la plantación, respectivamente.

Dentro de la fertirrigación, se deben incorporan regularmente productos de base orgánica (ácidos húmicos y fúlvicos) , como estímulo al desarrollo del Trichoderma y demás microorganismos benéficos.

3.- ANTECEDENTES TECNICO ECONÓMICOS

3.1 Antecedentes de producción tomate en invernadero:

Un agricultor promedio del sector, cultiva una superficie de 0,5 ha.

En esta superficie obtiene entre 3000 y 3500 cajones (toritos de 18 kilos), desglosados en cuatro categorías comerciales de la siguiente manera:

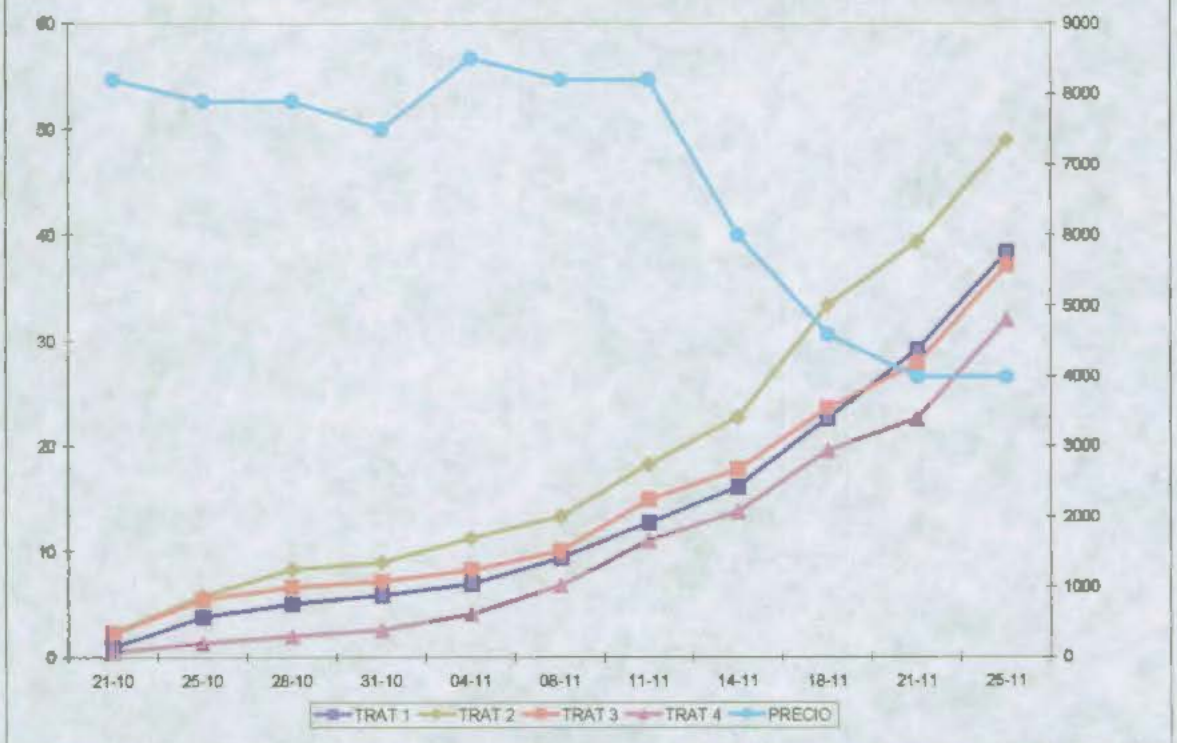
a) Primera	60-70% (considera 1ª y 2ª)
b) Tercera	15-25%
c) Cuarta	5-10%
d) Rosco	2-3%

Si consideramos el siguiente registro de precio de un productor del sector (Fuente: Proyecto FIA – INIA. Alternativas de Reemplazo al Bromuro de Metilo, en la producción de tomate en invernadero de Colín, comuna de Maule, séptima región. ANEXO 3).

PRECIO PROMEDIO DEL CAJÓN LOGRADO PARA DIFERENTES FECHAS DE COSECHA ($). TEMPORADA 2005. INFORMANTE JOSE MOYA MOYA.				
FECHA	PRIMERA + SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	ROSCO
21-10-2005	8.200	7.300	5.000	4.500
25-10-2005	7.900	7.200	4.500	4.300
28-10-2005	7.900	7.000	4.500	4.200
31-10-2005	7.500	6.500	4.000	4.200
Pr. Octubr.	**7.875**	**7.000**	**4.500**	**4.300**
04-11-2005	8.500	7.900	4.900	4.200
08-11-2005	8.200	7.000	4.500	4.200
11-11-2005	8.200	7.000	4.500	4.500
14-11-2005	6.000	5.000	2.700	2.200
1 Quin. Novi.	**7.725**	**6.725**	**4.150**	**3.775**
18-11-2005	4.500	4.000	2.000	1.500
21-11-2005	4.000	3.000	2.200	1.300
25-11-2005	4.000	3.000	1.900	1.300
2 Quin. Nov.	**4.167**	**3.333**	**2.033**	**1.367**
01-12-2005	2.900	2.300	1.000	1.200
05-12-2005	4.000	3.700	2.000	1.700
08-12-2005	3.900	3.300	1.700	1.700
12-12-2005	3.800	3.100	1.500	1.500
1 Quin. Dic.	**3.650**	**3.100**	**1.550**	**1.525**
17-12-2005	4.800	4.200	2.100	2.000
21-12-2005	4.000	3.000	2.000	1.000
24-12-2005	3.500	2.700	Nsv	nsv
27-12-2005	3.800	3.000	Nsv	nsv
30-12-2005	3.000	2.300	1.200	1.000
2 Quin Dic.	**3.820**	**3.040**	**1.766**	**1.333**
05-01-2006	2.200	1.500	700	nsv

nsv = No se vendió tomate de la categoría respectiva

Y lo contrastamos con la distribución de la producción durante la cosecha en los ensayos de los diferentes tratamientos (Anexo 3), que se muestran en el siguiente gráfico:



Comparación de la producción acumulada obtenida para los diferentes tratamientos desde el 21 de octubre al 25 de noviembre, para la categoría de cosecha primera.

Es posible notar claramente la importancia de la producción temprana y la descarga rápida para el éxito del negocio, ya que los mejores precios se alcanzan hasta el mes de noviembre.

No más del 40% de la producción total de la categoría de Primera, alcanza los precios de noviembre en la situación tradicional del sector, reflejada por el tratamiento 4.

El tratamiento 2 que corresponde a la combinación de Metam sodio + Trichoderma sp., es quien muestra la mayor producción acumulada hasta noviembre, alcanzando el 51 % del total de la categoría de Primera.

Esta diferencia de producción temprana del 11%, equivale en la práctica a un total de 585 cajones más de calidad primera por ha, que solo al precio promedio de la segunda quincena de noviembre de $ 4167 (cuadro 6, Anexo 3), corresponde a un ingreso extra de $2.437.695/hectárea.

Además, en base a los antecedentes entregados en el Anexo 3, se puede concluir que la aplicación de Metam sodio + Trichoderma. promueve un aumento en la producción total por hectárea, de un 8.8% considerando la sumatoria de todas las categorías.

3.2 Antecedentes de Mercado:

En general el mercado del tomate en Talca es de gran capacidad, debido a que en esta Macroferia se tranza entre octubre y diciembre gran parte del producto que abastece el mercado del sur del país.

En general todo el tomate ofrecido en este período no supera la demanda.

En cuanto a los precios históricos registrados, muestran un comportamiento muy similar a los mostrados anteriormente. En las ultimas temporadas ha comenzado a distinguirse y pagar un sobreprecio por tomates de variedades estructurales, lo que además ha dado una mayor estabilidad a los precios, situación que antes se veía muy distorsionada por la gran presencia en el mercado de tomate tradicional de baja calidad.

3.2.1 Condiciones que el mercado comprador exige:

Como se señaló anteriormente, se está exigiendo tomate de mayor firmeza en poscosecha, manteniendo la exigencia tradicional del mercado del sur, que prefiere tomate de calibre mediano a grande y de buenas características de sabor.
En las últimas temporadas ha llegado al mercado de semillas, algunas variedades estructurales que cumplen en forma bastante completa estos requerimientos. Se puede citar como ejemplo Fortaleza, María Italia, Fortuna, etc.

3.2.2 Otros mercados:
Existe alguna demanda local de parte de los supermercados, pero es tan reducida que no permite considerarla como alternativa.

3.2.3 Competidores Actuales y Potenciales:

Los principales competencias actuales a nivel regional, son los mismos productores del sector de Colín, por ser aquí donde se concentra la producción de tomate primor en invernadero.

A nivel de otras regiones existe competencia de la sexta y quinta región (Limache y Quillota respectivamente), durante los meses de octubre y noviembre. Por lo que la mayor o menor presencia de tomate de esas zonas, modifican los precios al que se transa tomate en la Macroferia de Talca.

Potenciales competidores lo constituyen pequeños núcleos productivos que se han generado en el último tiempo, en distintas localidades de la región y también de la octava, que abastecen mercados locales afectando en alguna medida la comercialización regional del producto.

4.- OBJETIVO Y RESULTADOS ESPERADOS, DE LAS INVERSIONES POSTULADAS

INVERSIONES	OBJETIVOS	Resultados	Verificadores	Plazos
1.Agrícola (hortícola)	- Revertir el "cansancio o fatiga de suelo" de 37 ha. de monocultivo de tomate en invernadero, del sector de Colín.	- Aumento del rendimiento en tomate invernadero de 650 cajones / ha	- Registro ventas productor	Diciembre 2006

5.- ESTUDIO ECONÓMICO

5.1.- RESUMEN DE COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA

Costo Total Neto de la propuesta. M$	Monto Total Neto de la Inversión M $	Asesorías Técnicas Formulación de los Proyec M$	Asesorías Técnicas para Ejecución m$	Monto Total de la propuesta M$ Bruto c/Iva
38.635	36.360	2.275	0	45.543,4

5.2.- CUADRO DETALLE INCENTIVOS SOLICITADOS Base Costos Netos

Monto del o los incentivos solicitados M$*	Inversión Neta M$ s/Iva	Asesorías Técnicas Formulación del Proyecto M$	Asesorías Técnicas para la Ejecución M$	Subtotal por incentivo M$
Desarrollo Agrícola	18.180	1.820	0	20.000
Total	18.180	1.820	0	20.000

5.3.- CUADRO DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA PARTE DE LA PROPUESTA NO CUBIERTO POR INCENTIVOS.

FUENTES Y MONTOS	Inversión Neta		Asesorías en Formulación		Asesorías de Ejecución	
	Monto m$	%	Monto m$	%	Monto m$	%
Crédito INDAP						
Recurso Propios	18.180	50	455	20	0	0
Otros						
Total	18.180	50	455	20	0	0

5.4.- CRONOGRAMA DE LAS INVERSIONES Y ASESORIAS TÉCNICAS

INVERSIONES	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Prep. Invernad.			x	x								
Aplic. Metam sodio				x	x							
Aplic. Trichoderma							x		x			

6.- FLUJO DE CAJA Evaluación Pura, considerar valor Neto m$

Item/ Años	0	1	2	3	4
Ingresos					
Tomate Invernadero (37 ha)*		849150.0	849150.0	849150.0	849150.0
Costos					
Costos inver. (Anexo 2)		586009.7	586009.7	586009.7	586009.7
Activo nominal		36360.0			
Depreciación		18180.0	18180.0	18180.0	18180.0
Subtotal Costos		640549.7	604189.7	604189.7	604189.7
Utilidad Antes Impuestos		208600.3	244960.3	244960.3	244960.3
Impuestos (15%)		31290.0	36744.0	36744.0	36744.0
Utilidad Neta		177310.3	208216.3	208216.3	208216.3
Depreciación		18180.0	18180.0	18180.0	18180.0
Activo nominal		36360.0			
Valor Residual					
Inverión Inicial	38.635				
Reinversión				38635.0	
Flujo de Caja	-38635	231850.3	226396.3	266031.3	226396.3
Flujo de Caja Acum.		231850.3	458246.5	723277.8	949674.0

* producción 7650 cajones /ha Precio promedio $3000/cajon 18kilos

6.1.- Indicadores de Rentabilidad

Tasa de Descuento	12%
VAN	$ 681,379

7.- Estudio Económico sobre análisis de Margen Bruto e Ingreso Incremental

7.1.- Cálculo Margen Bruto sin proyecto m$

Item / Años	1	2	3	4
Ingresos				
Tomate sin tratamiento*	777000.0	777000.0	777000.0	777000.0
Costos Directos (Anexo 1)	555077.7	555077.7	555077.7	555077.7
Margen Bruto	221922.3	221922.3	221922.3	221922.3
Margen Bruto Actualizado	198144.9	176915.1	157959.9	141035.6
M.B. Actualizado Acumul	198144.9	375060.0	533019.9	674055.6

*** Producción 7000 cajones /ha. Precio venta $3000/cajón 18 kilos, superficie 37 ha.**

7.2.- Cálculo Margen Bruto Con Proyecto m$

Ingresos	1	2	3	4
Tomate con Tratamiento*	849150.0	849150.0	849150.0	849150.0
Costos Directos (Anexo 2)	586009.7	586009.7	586009.7	586009.7
Margen Bruto	263140.3	263140.3	263140.3	263140.3
Margen Bruto Actualizado	234946.7	209773.8	187298.1	167230.4
M.B. Actualizado Acumul	234946.7	444720.5	632018.6	799249.0

*** Producción 7650 cajones /ha. Precio venta $3000/cajón 18 kilos, superficie 37 ha.**

7.3.- Resumen Mejoramiento de Ingresos m$

VALOR ACTUAL DEL INGRESO NETO		
	Monto	%
CON PROYECTO	$ 799,249	
SIN PROYECTO	$ 674,056	
DIFERENCIAL	$ 125,193	19%

ANEXO 1 : Costos por hectárea, producción tomate en invernadero, sin desinfección de suelo.

COSTOS					
Item	Unidad de costo	Cantidad utilizada	Precio normal	Precio mínimo	Precio máximo
Semillas	UNIDAD	30000	1170000	1110000	1260000
Fertilizantes	KG	1600	336000	320000	360000
Herbicidas	0	0	0	0	0
Insecticidas	LT o kg	10	300000	250000	350000
Fungicidas/Pesticidas	LT o kg	25	625000	500000	875000
Polietileno 1 Temp. Estab	KG	1900	2270500	2232500	2375000
Polietileno Doble Techo	KG	400	478000	470000	500000
Mulch	KG	300	333000	328500	345000
Cinta riego	MT	12500	512500	462500	562500
Cinta Gareta	KG	48	153600	144000	168000
SIEMBRA Y CULTIVO					
Jornadas hombre	J/H	450	2475000	2250000	2700000
Jornadas animal	J/A	4	36000	32000	40000
Jornadas maquinaria	J/M	2	110000	100000	130000
COSECHA					
Jornadas hombre	J/H	550	3025000	2750000	3300000
Jornadas animal	0	0	0	0	0
Jornadas maquinaria	0	0	0	0	0
OTROS					
Arriendo	ANUAL	1	300000	250000	350000
Contribuciones					
Gastos Generales					
Flete	KG	135000	877500	810000	1080000
Cajón (Torito)	UNIDAD	7500	1950000	1875000	2062500
Electricidad Goteo	ANUAL	1	50000	40000	60000
Costos Totales			**15002100**	**13924500**	**16518000**

Nota: Todos los Valores son sin IVA

ANEXO 2 : Costos por hectárea, producción tomate en invernadero, con desinfección de suelo con Metamsodio.

COSTOS					
Item	Unidad de costo	Cantidad utilizada	Precio normal	Precio mínimo	Precio máximo
Semillas	UNIDAD	30000	1170000	1110000	1260000
Fertilizantes	KG	1200	252000	240000	270000
Herbicidas	0	0	0	0	0
Insecticidas	LT o kg	10	300000	250000	350000
Fungicidas/Pesticidas	LT o kg	25	625000	500000	875000
Aplicación Metamsodio	LT	460	920000	897000	966000
Polietileno 1 Temp. Estab	KG	1900	2270500	2232500	2375000
Polietileno Doble Techo	KG	400	478000	470000	500000
Mulch	KG	300	333000	328500	345000
Cinta riego	MT	12500	512500	482500	562500
Cinta Gareta	KG	48	153600	144000	168000
SIEMBRA Y CULTIVO					
Jornadas hombre	J/H	450	2475000	2250000	2700000
Jornadas animal	J/A	4	36000	32000	40000
Jornadas maquinaria	J/M	2	110000	100000	130000
COSECHA					
Jornadas hombre	J/H	550	3025000	2750000	3300000
Jornadas animal	0	0	0	0	0
Jornadas maquinaria	0	0	0	0	0
OTROS					
Arriendo	ANUAL	1	300000	250000	350000
Contribuciones					
Gastos Generales					
Flete	KG	135000	877500	810000	1080000
Cajón (Torito)	UNIDAD	7500	1950000	1875000	2062500
Electricidad Goteo	ANUAL	1	50000	40000	60000
Costos Totales			**15838100**	**14741500**	**17394000**

ANEXO 3

INFORME PRODUCCIÓN DE TOMATES EN ENSAYOS DEL PROYECTO ALTERNATIVAS DE REEMPLAZO AL BROMURO DE METILO EFECTUADOS EN COLÍN DURANTE LA TEMPORADA 2005.

Jorge Riquelme Sanhueza
Dr. Ingeniero Agrónomo
Coordinador Proyecto
INIA Raihuén

Durante la temporada 2005 se establecieron ensayos para evaluar el efecto de la desinfección del suelo en mesas para la producción de tomate. El ensayo se estableció en una nave, en la que se utilizaron las cuatro mesas de plantación que permitió el ancho de la nave (6 m.). En ellos se ubicaron los distintos tratamientos de desinfección de suelo bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, de esta manera cada mesa se definió como un bloque, y en cada bloque se ubicaron los cuatro tratamientos de desinfección de suelo ocupando 10 metro de largo cada uno.

Los tratamientos fueron:

T1: Desinfección de suelo con Metam Sodio.
T2: Desinfección del suelo con Metam Sodio +aplicación de trichoderma en la plantación.
T3: Desinfección de suelo con Bromuro de Metilo.
T4: Tratamiento testigo sin desinfección de suelo

Los ensayos fueron cosechados a partir de la primera producción obtenida el 21 de octubre hasta el 5 de enero de 2006, completando 21 evaluaciones en la temporada.

Se presentan a continuación un avance de los resultados preliminares obtenidos en la unidad de validación ubicada en el predio de Don José Moya.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados acumulados promedio de los tratamientos obtenidos de acuerdo a la clasificación de categoría de cosecha y comercialización, obtenidos en una mesa de 10 m de largo. Se destaca que la diferencia en producción acumulada entre el testigo y el tratamiento Metam sodio + trichoderma para la suma de la categoría 1 y 2 que se comercializan juntas fue de un 12%. Y en cuanto a la producción total de un 8,7%. Destacándose de este modo también un efecto en la calidad de lo cosechado ya que la relación primera + segunda versus la producción total para el tratamiento metam sodio + trichoderma fue de un 70%.

El cuadro 2 se muestran lo mismos resultados expresado en Kg. /m^2. A partir de este cuadro en el cuadro 3 se muestra el resultado equivalente a una nave de 6 * 42 m.

En Cuadro 4 la producción equivalente una superficie de una hectárea y en el Cuadro 5 la producción por nave expresada en cajones que contienen cada uno 18 Kg. de tomates.

CUADRO1. RESULTADOS PRODUCCIÓN DE TOMATES JOSE MOYA (KG/10 M DE HILERA). MEDICIÓN EFECTUADA DESDE EL VIERNES 21 DE OCTUBRE AL JUEVES 5 DE ENERO DEL 2006.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 METAM SODIO	T2 METAM SODIO + TRICHOD.	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	91,58	95,05	101,39	80,41
SEGUNDA	65,15	66,10	63,19	63,35
PRIMERA + SEGUNDA	**156,72**	**161,15**	**164,58**	**143,76**
TERCERA	41,98	40,46	40,11	41,88
CUARTA	28,69	28,56	25,40	26,01
TERCERA + CUARTA	**70,67**	**69,02**	**65,51**	**67,89**
TOTAL	**227,39**	**230,17**	**230,09**	**211,65**
ROSCO	4,20	1,64	3,99	3,30
MALO	5,04	6,93	7,21	4,13
ROSCO + MALO	**9,2375**	**8,56**	**11,20**	**7,43**

CUADRO 2. RESULTADOS PRODUCCION DE TOMATES JOSE MOYA (KG/MT. CUADRADO). MEDICIÓN EFECTUADA DESDE EL VIERNES 21 DE OCTUBRE AL JUEVES 5 DE ENERO DEL 2006.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 METAM SODIO	T2 METAM SODIO + TRICHOD.	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	6,11	6,34	6,76	5,36
SEGUNDA	4,34	4,41	4,21	4,22
PRIMERA + SEGUNDA	**10,45**	**10,74**	**10,97**	**9,58**
TERCERA	2,80	2,70	2,67	2,79
CUARTA	1,91	1,90	1,69	1,73
TERCERA + CUARTA	**4,71**	**4,60**	**4,37**	**4,53**
TOTAL	**15,16**	**15,34**	**15,34**	**14,11**
ROSCO	0,28	0,11	0,27	0,22
MALO	0,34	0,46	0,48	0,28
ROSCO + MALO	0,62	0,57	0,75	0,50

CUADRO 3. RESULTADOS PRODUCCIÓN DE TOMATES JOSE MOYA (KG/NAVE 6 * 42 MT). MEDICIÓN EFECTUADA DESDE EL VIERNES 21 DE OCTUBRE AL JUEVES 5 DE ENERO DEL 2006.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 METAM SODIO	T2 METAM SODIO + TRICHOD.	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	1538	1597	1703	1351
SEGUNDA	1094	1110	1062	1064
PRIMERA + SEGUNDA	**2633**	**2707**	**2765**	**2415**
TERCERA	705	680	674	704
CUARTA	482	480	427	437
TERCERA + CUARTA	**1187**	**1160**	**1101**	**1141**
TOTAL	**3820**	**3867**	**3865**	**3556**
ROSCO	71	28	67	55
MALO	85	116	121	69
ROSCO + MALO	155	144	188	125

CUADRO 4. RESULTADOS PRODUCCIÓN DE TOMATES JOSE MOYA (KG/HECTAREA). MEDICIÓN EFECTUADA DESDE EL VIERNES 21 DE OCTUBRE AL JUEVES 5 DE ENERO DEL 2006.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 METAM SODIO	T2 METAM SODIO + TRICHOD.	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	61050	63367	67592	53607
SEGUNDA	43431	44067	42126	42233
PRIMERA + SEGUNDA	**104481**	**107433**	**109718**	**95840**
TERCERA	27988	26975	26738	27917
CUARTA	19125	19040	16935	17342
TERCERA + CUARTA	**47113**	**46015**	**43673**	**45258**
TOTAL	**151594**	**153448**	**153391**	**141098**
ROSCO	2800	1092	2658	2200
MALO	3358	4617	4808	2750
ROSCO + MALO	**6158**	**5708**	**7467**	**4950**

CUADRO 5. RESULTADOS PRODUCCIÓN DE TOMATES JOSE MOYA (Cajones/NAVE 6 * 42 MT). MEDICIÓN EFECTUADA DESDE EL VIERNES 21 DE OCTUBRE AL JUEVES 5 DE ENERO DEL 2006.

CATEGORIA DE TOMATE	TRATAMIENTOS			
	T1 METAM SODIO	T2 METAM SODIO + TRICHOD.	T3 BROMURO DE METILO	T4 TESTIGO
PRIMERA	85	89	95	75
SEGUNDA	61	62	59	59
PRIMERA + SEGUNDA	**146**	**150**	**154**	**134**
TERCERA	39	38	37	39
CUARTA	27	27	24	24
TERCERA + CUARTA	**66**	**64**	**61**	**63**
TOTAL	**212**	**215**	**215**	**198**
ROSCO	4	2	4	3
MALO	5	6	7	4
ROSCO + MALO	**9**	**8**	**10**	**7**

En el Cuadro 6 se muestran lo valores obtenidos para las diferentes categorías de tomate en las distintas fechas de cosecha. De acuerdo a esta información se puede observar que el precio vario desde $ 8.200 hasta $2.200 el 5 de enero. De esta manera el efecto del tratamiento es más relevante cuando se incluye en la comparación el efecto del precio con respecto a la producción.

En la Figura 1 se muestran los pesos promedio obtenidos en diferentes eventos de cosecha efectuadas entre el 21 de octubre y el 25 de noviembre del 2005, para la categoría primera. En ellos se puede observar que el tratamiento Metamsodio + trichoderma se mantuvo en la mayoría de las evaluaciones por encima de la producción obtenida con el testigo. Se muestra también una grafica de la variación del precio del cajón de tomate en las distintas fechas de evaluación.

En la Figura 2 se muestra el efecto de los diferentes tratamientos en la producción acumulada de la categoría primera. En ellos se puede verificar que la diferencia entre el testigo y el tratamiento metam sodio + trichoderma, para el periodo considerado, alcanzo a un 35%. Si esto se relaciona con el ingreso bruto acumulado obtenido a esa misma fecha se llega a una diferencia de un 36%.

CUADRO 6. PRECIO PROMEDIO DEL CAJÓN LOGRADO PARA DIFERENTES FECHAS DE COSECHA ($). INFORMANTE JOSE MOYA.				
FECHA	PRIMERA + SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	ROSCO
21-10-2005	8.200	7.300	5.000	4.500
25-10-2005	7.900	7.200	4.500	4.300
28-10-2005	7.900	7.000	4.500	4.200
31-10-2005	7.500	6.500	4.000	4.200
Pr. Octubr.	**7.875**	**7.000**	**4.500**	**4.300**
04-11-2005	8.500	7.900	4.900	4.200
08-11-2005	8.200	7.000	4.500	4.200
11-11-2005	8.200	7.000	4.500	4.500
14-11-2005	6.000	5.000	2.700	2.200
1 Quin. Novi.	**7.725**	**6.725**	**4.150**	**3.775**
18-11-2005	4.500	4.000	2.000	1.500
21-11-2005	4.000	3.000	2.200	1.300
25-11-2005	4.000	3.000	1.900	1.300
2 Quin. Nov.	**4.167**	**3.333**	**2.033**	**1.367**
01-12-2005	2.900	2.300	1.000	1.200
05-12-2005	4.000	3.700	2.000	1.700
08-12-2005	3.900	3.300	1.700	1.700
12-12-2005	3.800	3.100	1.500	1.500
1 Quin. Dic.	**3.650**	**3.100**	**1.550**	**1.525**
17-12-2005	4.800	4.200	2.100	2.000
21-12-2005	4.000	3.000	2.000	1.000
24-12-2005	3.500	2.700	nsv	nsv
27-12-2005	3.800	3.000	nsv	nsv
30-12-2005	3.000	2.300	1.200	1.000
2 Quin Dic.	**3.820**	**3.040**	**1.766**	**1.333**
05-01-2006	2.200	1.500	700	nsv

nsv = No se vendió tomate de la categoría respectiva

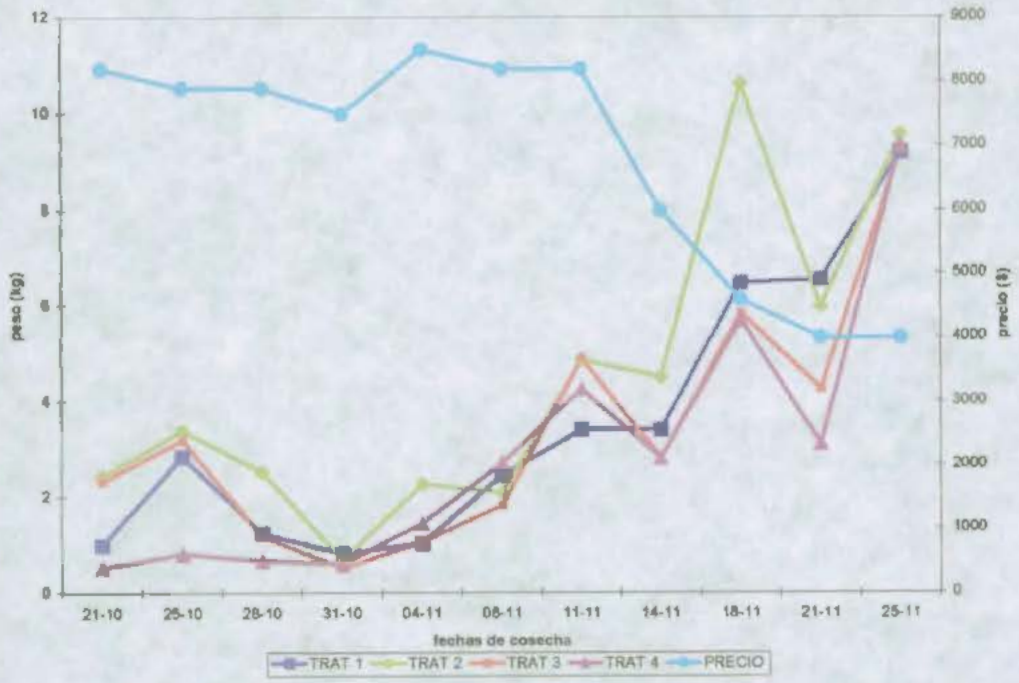


Figura 1. Comparación de la producción obtenida entre tratamientos durante los meses de octubre a noviembre del 2005, para la categoría de cosecha primera.

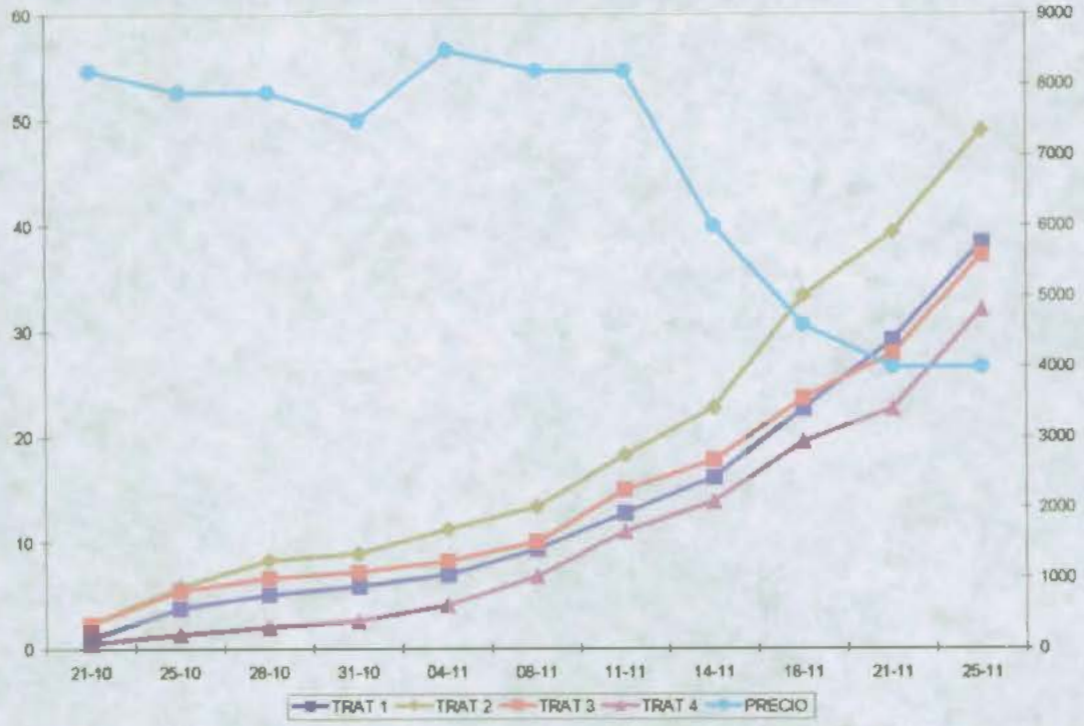


Figura 2. Comparación de la producción acumulada obtenida para los diferentes tratamientos desde el 21 de octubre al 25 de noviembre, para la categoría de cosecha primera.

ANEXO 4

CANSANCIO O FATIGA DE SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE INVERNADERO
SECTOR COLÍN, COMUNA DE MAULE
SEPTIMA REGIÓN

El cansancio de suelo, es un problema que existe desde que el hombre empezó a cultivar la tierra. Actualmente hace crisis debido a la intensificación de la producción y en mayor grado aún debido a la ejecución obligada de monocultivo.

El cansancio o fatiga de suelo no es otra cosa que la pérdida progresiva de la fertilidad de suelo, el cual ve afectada negativamente sus características físicas, químicas y biológicas. Esta situación hace que el uso agrícola de estos terrenos sea poco productivo e insostenible desde el punto de vista económico.

En el cansancio de suelo confluyen una serie de factores, muchas veces relacionados y que en conjunto generan la condición de fatiga:

a) Nutricionales: Las plantas realizan extracciones de minerales que no siempre son restituidos de manera adecuada. El aporte de los nutrientes minerales a un suelo sin capacidad de retenerlos, solo causa lixiviación parcial de los mismos y un mayor deterioro de la estructura de suelo.

b) Alteración de la estructura: Principalmente por la pérdida de materia orgánica, el suelo pierde su estructura, afectando todos los procesos que ocurren en él (circulación de agua y gases, actividad microbiana, etc.).

c) Salinidad: El riego y la fertirrigación pueden causar salinidad en el suelo, con los consecuentes problemas para el desarrollo de las plantas.

d) Toxicidad: Numerosas plantas son productoras de alelosubstancias. Estos son compuestos que se sintetizan como medio de relación entre ellas, generalmente de competencia. Tras varios años de cultivo estas substancias se acumulan. Si la micro flora y fauna del suelo es equilibrada estos productos se degradan con relativa rapidez.

e) Plagas y enfermedades: Este es sin duda el factor de mayor incidencia en la fatiga de suelo. La presencia de cultivo y en especial la repetición de los mismos, propicia la acumulación en el suelo de propágalos de hongos, bacterias, nemátodos, etc., fitofatógenos, las enfermedades aumentan. El suelo ecológicamente se desequilibra, se reducen drásticamente los microorganismos benéficos que participan en los procesos de transformación de la materia orgánica y los ciclos de los nutrientes.

Esta es la situación que enfrenta actualmente el sector de Colín, ubicado en la comuna de Maule, séptima región, dedicado por más de 20 años al cultivo de tomate en invernadero, que concentra

una superficie superior a 200 ha en este rubro, manejadas mayoritariamente por pequeños productores.

Dicha situación ya ha sido experimentada por productores de mas al norte de nuestro país (Quillota y Limache), con mas tiempo en el rubro y ha tenido considerables efectos.

Dada la baja productividad muchos agricultores abandonan la actividad y los que se mantienen inician los tratamientos de desinfección de suelo con Bromuro de Metilo, con el importante daño ambiental que esto genera.

Muy oportunamente, el Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), a través del Centro Regional Raihuen, llega en el año 2004 a Colín, a desarrollar el Proyecto que da a conocer las alternativas existentes para el reemplazo del Bromuro de Metilo como fumigante de suelo.

Dichas alternativas, que consideran productos y métodos, han sido acogidas con extraordinario interés por parte de todos los productores del sector, quienes han visto de manera práctica los resultados del uso de estas alternativas a través de los ensayos que ha establecido el Proyecto.

Especial interés se ha producido, por una alternativa que combina un fumigante de suelo de reconocida efectividad y ambientalmente seguro como Metam Sodio, con un controlador biológico de hongos de suelo como el Trichoderma sp..

Los resultados han sido notables y algunos productores ha pequeña escala, han iniciado la utilización comercial de esta alternativa.

Es del mayor interés propiciar que el mayor número de productores adopte esta tecnología por una serie de factores favorables que conlleva, no solo del punto de vista económico, sino también ambiental y de salud humana.

Como efectos de la utilización de esta tecnología es posible mencionar:

a) Económicos: - Mejora la rentabilidad del cultivo, al aumentar el rendimiento y la calidad del producto.

b) Ambientales: - Constituye una alternativa al Bromuro de Metilo (BrMe), que no daña la capa de ozono.

- Por permitir una funcionalidad óptima de la raíz, se reduce ostensiblemente la aplicación de fertilizantes, especialmente nitrogenados con la consecuente reducción de nitratos y nitritos en el agua.
- El desinfectante de suelo (Metam Sodio), no esteriliza, permitiendo la sobrevivencia de algunos organismos, entre los que destacan los Trichodermas spp.

c) De salud humana - El producto desinfectante de suelo se aplica sin la presencia del cultivo, actúa como gas y luego se descompone, por lo que no existe riego de contaminación o residuos en el tomate. En las actuales condiciones de manejo, el riesgo de residuos en el tomate es alto.

UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
MEMORIA DE GRADO

"EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS SUSTENTABLES DE REEMPLAZO AL BROMURO DE METILO COMO FUMIGANTE DE SUELO, EN LA PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGO DE TOMATE PARA INVERNADEROS DE LA VII REGIÓN"

MEMORIA DE GRADO

PABLO ALBERTO CASTILLO SEPÚLVEDA

TALCA-CHILE
2005

UNIVERSIDAD DE TALCA

UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
MEMORIA DE GRADO

"EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS SUSTENTABLES DE REEMPLAZO AL BROMURO DE METILO COMO FUMIGANTE DE SUELO, EN LA PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGO DE TOMATE PARA INVERNADEROS DE LA VII REGIÓN"

por

PABLO ALBERTO CASTILLO SEPÚLVEDA

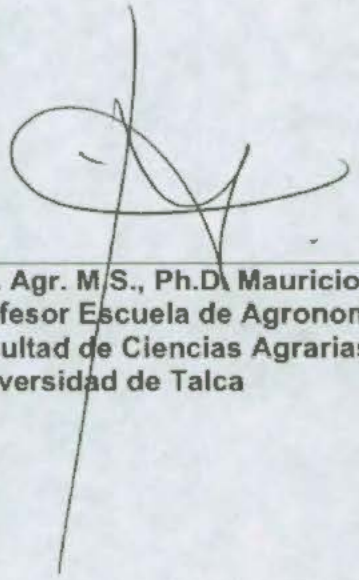
MEMORIA DE GRADO

Presentada a la
Universidad de Talca como
parte de los requisitos para
optar al título de

INGENIERO AGRONOMO

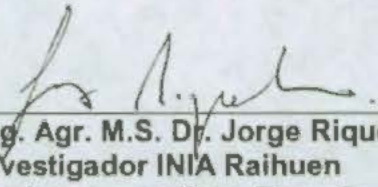
TALCA-CHILE
2005

APROBACIÓN:



Profesor Guía

Ing. Agr. M.S., Ph.D. Mauricio Lolas Caneo
Profesor Escuela de Agronomía
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca



Profesor Informante

Ing. Agr. M.S. Dr. Jorge Riquelme Sanhueza
Investigador INIA Raihuen
Profesor part-time Escuela de Agronomía
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca

Fecha de presentación de Memoria: 24 Enero de 2005

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer el logro de este objetivo profesional y personal, a las muchas personas que sincera y desinteresadamente me han ayudado a conseguirlo.

Un lugar de privilegio lo ocupan sin duda mis padres, Julia y Manuel, a quienes dedico cariñosamente esta tarea terminada. Junto a ellos agradezco a mis hermanos Mauricio, Marcela y Rodrigo, por su apoyo incondicional.

Con la misma fuerza, agradezco a Nena y a la familia que hemos formado, con Joaquín , Vicente, Rocío y Diego, por todo el amor recibido y ser parte fundamental de mi vida.

Deseo agradecer a don Jorge Riquelme y don Mauricio Lolas, por haber posibilitado este trabajo de titulación y a don J. Antonio Yuri, por nunca haber perdido la fe.

Finalmente agradezco a mis buenos y valiosos amigos, que gracias a Dios no son pocos, por su ayuda y compromiso de siempre.

RESUMEN

Se llevó a cabo una investigación con la finalidad de evaluar si los métodos alternativos de desinfección de suelos: Biofumigación y Vaporización, son tan efectivos como el BrMe., en el control de nemátodos fitopatógenos. Los ensayos se efectuaron en dos predios de la localidad de Colín, Talca, VII región de Chile. El sitio 1, denominado Chacra Miraflores lote A2, se ubica en el sector de Miraflores y posee un suelo franco arenoso, profundo, muy bien drenado y bajo nivel de materia orgánica. El sitio 2, denominado Parcela 16, ubicado en el sector San Miguel de Colín, posee un suelo franco arenoso, con alta presencia de piedras, siendo también de buen drenaje. En cada sitio se utilizó un invernadero de 6 x 50 m (300 m^2), destinado a la producción de plántulas en mesas de siembra, de un ancho promedio de 0,7 metros. Sobre estas platabandas o mesas, se delimitaron parcelas de 10 m. de largo, distribuyendo 4 tratamientos al azar. Los tratamientos fueron: T1 Biofumigación; T2 Vaporización, T3 Bromuro de Metilo y T4 testigo. Se estimaron las poblaciones iniciales y finales presentes y se compararon las tasas de crecimiento de las poblaciones, luego de efectuados los tratamientos. Los resultados mostraron que los métodos alternativos de desinfección evaluados, Biofumigación y Vaporización, fueron estadísticamente similares al BrMe. en su acción sobre la tasa de crecimiento de los nemátodos fitopatógenos: *Meloydogine sp., Helichotylenchus sp., y Pratylenchus sp.*. No obstante no fueron distintos del testigo. Para el caso de *Hemiciclyophora sp.*, Biofumigación y Vaporización, afectaron la tasa de crecimiento de este nematodo, en la misma magnitud que lo hizo el BrMe. Y fueron estadísticamente distintos del testigo.

ABSTRACT

To evaluate alternative methods of soil disinfection an assay was performed. Biofumugation and Vaporization are as effective as the Methyl Bromide, in the control of pathogenic nematodes. The experiment took place in two different fields located in Colin, Talca, VII Th region of Chile. The first location, Chacra Miraflores lote A2, at the Miraflores sector, has a sandy loam texture of soil, well drained, deep and with a low level of organic matter. The second place, Parcela 16, in San Miguel de Colin, has a sandy loam texture soil, with a high presence of stones, well drained. In each location an greenhouse of 50 x 6 m. was used for seedling production. Plots of 10 m. Long and 0.7 m. Width, were randomly assigned for each treatment: Biofumigation, Vaporization, Methyl Bromide and a control without application. The initial and final nematodes population was estimated and the growth rates for each treatment were compared, at the end of the experiment. The results showed no statistical differences between Biofumugation, Vaporization and Methyl Bromide in the growth rate of nematodes genus *Meloidogyne sp.*, *Helichotylenchus sp.*, *Pratylenchus sp.*. However they were statistical similar to the control. For *Hemiciclyophora sp.*, Biofumigation, Vaporization and Methyl Bromide resulted same, being statistically different from the control.

INDICE

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión bibliográfica	3
2.1 Bromuro de metilo	3
2.1.1 La capa de ozono	4
2.1.2 Adelgazamiento de la capa de ozono	5
2.1.3 El Agujero de ozono	6
2.1.4 Protocolo de Montreal y protección del ozono	8
2.1.5 Chile en la protección del ozono	9
2.2 Métodos de desinfección de suelos no químico	10
2.2.1 Biofumigación	10
2.2.2 Vaporización de suelos	12
2.3 Nemátodos	13
2.3.1 Características generales	13
2.3.2 Daños producidos por nemátodos	14
2.3.3 Ecología	15
2.3.4 Nemátodos fitoparásitos	16
III. Materiales y métodos	17
3.1 Descripción de los lugares de ensayo	17
3.2 Implementación de los tratamientos	17
3.2.1 Tratamiento 1. Biofumigación	17
3.2.2 Tratamiento 2. Vaporización	18
3.2.3 Tratamiento 3. Bromuro de metilo	18
3.2.4 Tratamiento 4. Testigo	18

3.3 Distribución espacial de los ensayos 19

3.4 Recolección de muestras de suelo 19

3.5 Análisis estadísticos 20

IV. Resultados y discusión 21

4.1 *Meloidogyne sp.* 21

4.2 *Helichotylenchus sp.* 23

4.3 *Hemiciclyophora sp.* 23

4.4 *Pratylenchus sp.* 25

V. Conclusiones 26

VI Bibliografía 27

INDICE DE CUADROS

Cuadro

2.1 Cronograma de reducción de importaciones de BrMe en Chile. De acuerdo a los compromisos adquiridos ante el Protocolo de Montreal.

4.1 Comparación de Tasa de crecimiento (r) de Meloidogyne sp., producto de la aplicación de tratamientos fumigantes al suelo. Colin, Enero-Mayo 2004.

4.2 Comparación de Tasa de crecimiento (r) de Helichotylenchus sp., producto de la aplicación de tratamientos fumigantes al suelo. Colin, Enero-Mayo 2004.

4.3 Comparación de Tasa de crecimiento (r) de Hemicycliophora sp., producto de la aplicación de tratamientos fumigantes al suelo. Colin, Enero-Mayo 2004.

4.4 Comparación de Tasa de crecimiento (r) de Pratylenchus sp., producto de la aplicación de tratamientos fumigantes al suelo. Colin, Enero-Mayo 2004.

Esta Tesis fue financiada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA). A través del Proyecto: "Introducción de Alternativas Sustentables de Reemplazo al Bromuro de Metilo en la Producción de Tomate en Invernadero de Colín".

I. INTRODUCCIÓN

El bromuro de metilo (BrMe) es un fumigante de amplio uso en la agricultura mundial. Desde 1940 es utilizado como desinfectante de suelo (70% del consumo total), siendo el resto empleado para tratamientos cuarentenarios y de preembarque en productos de exportación y en menor escala para la desinfección de muebles y madera, edificios, bodegas de barcos y aviones.

Este fumigante ejerce una efectiva acción sobre diversos patógenos (hongos, bacterias, nemátodos, insectos e incluso semilla de malezas), no obstante el problema de su utilización radica en que entre el 50 y el 95% del gas aplicado se libera hacia las capas mas altas de la atmósfera, donde reacciona con el ozono (O_3) destruyéndolo y debilitando la capa protectora formada por éste. Esta capa ubicada en la estratosfera cumple la función vital de filtrar la radiación ultravioleta proveniente del sol, dañina para casi toda forma de vida. El ozono es un elemento escaso, pero de crítica importancia para la vida en el planeta (Brown, 2003).

El adelgazamiento de la capa de ozono, es una de las principales amenazas para la humanidad. Naciones Unidas se encuentra abordando el tema desde el año 1985, siendo la acción mas reciente la firma de un convenio internacional suscrito por 136 países incluido Chile, denominado "El Protocolo de Montreal sobre sustancias que agotan la Capa de Ozono".

En este sentido, buscar alternativas de reemplazo al BrMe es una tarea urgente y complicada. La principal dificultad radica en el hecho que este fumigante es altamente eficiente en el control de fitopatógenos en general; es de rápida acción; práctico de utilizar a nivel de campo, y de fácil distribución y venta. Cualquier alternativa de sustitución debe al menos tener características comparables de efectividad, que induzca a los productores a utilizarlos sin el temor de afectar su sistema productivo, y por consecuencia la estabilidad de su negocio.

El cultivo de tomate sufre enormes daños por acción directa de los nemátodos fitoparásitos, lo que sumado al hecho que las lesiones y heridas que estos producen en las raíces, son una puerta de acceso para algunos hongos, bacterias o virus, habitualmente presentes en el suelo, constituye un problema patológico de gran importancia (González, 2002).

Mediante un diagnóstico efectuado en enero del 2004, dentro del Proyecto actualmente en ejecución: "Introducción de Alternativas Sustentables de Reemplazo al Bromuro de Metilo, en la Producción de Tomate en Invernadero de Colín", fue posible constatar que sobre el 70% de los predios de la zona presentan poblaciones elevadas de algunas de las especies de nemátodos fitoparásitos, que mayor daño económico causan al cultivo.

En este trabajo se busca confrontar el BrMe con alternativas de desinfección de suelos no química, como la Biofumigación y la Vaporización, para evaluar su efectividad en el control de nemátodos fitopatógenos en el proceso de desinfección de platabandas para la producción de almácigo de tomate en otoño (mayo), bajo invernadero, en la localidad de Colín, Comuna de Maule, VII Región.

El objetivo principal de esta Memoria de Grado fue evaluar si los métodos alternativos de desinfección de suelo: Biofumigación y Vaporización, son tan efectivos como el BrMe, en el control de nematodos fitopatógenos. Como objetivos específicos se plantearon: a) estimar las poblaciones iniciales y finales presentes en platabandas destinadas a la producción de almácigos; y b) comparar la tasa de crecimiento de las poblaciones, luego de efectuados los tratamientos.

Esta Memoria de Grado se enmarca dentro del proyecto anteriormente mencionado, el cual cuenta con el financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y es ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Raihuén) asociado con la Consultora Servicio de Asesorías a Empresas Limitada (SAE LTDA).

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bromuro de Metilo

El Bromuro de Metilo (BrMe), es un fumigante que se utiliza ampliamente desde 1940 como desinfectante de suelo. Es un líquido transparente envasado en cilindros a presión de 100 kilos, en distintas formulaciones, solo o en mezcla con cloropicrina, y en bombonas de 680 gramos (MBTOC, 1998).

Este producto cuando se utiliza como fumigante de suelo, se libera entre un 50% y un 95% del gas a la atmósfera, lo cual afecta o reduce la capa de ozono. En esta capa ubicada en la estratosfera, al estar sometida a la radiación de alta energía del sol, el BrMe rompe el enlace entre el bromo y el grupo metilo, dejando un átomo de bromo libre. Este átomo que se encuentra en un estado muy energético reacciona con el ozono molecular (O_3), destruyéndolo y liberando una molécula de oxígeno (O_2) y un oxígeno libre. Este proceso se repite una y otra vez en distintas moléculas de ozono (Vega, 2003).

En la estratosfera el átomo de bromo reacciona, además, con otras moléculas estables que contienen cloro, denominados cloro-fluoro-carbonos (CFC), que son aportados a la atmósfera por los refrigerantes. El cloro liberado de esta reacción también destruye moléculas de ozono. Debido a esta reacción en cadena, el bromo procedente del BrMe es 50 veces mas destructor de la capa de ozono, que los átomos de cloro provenientes de los CFC (Brechelt, 2002).

Existe en la actualidad una amplia documentación respecto de los nocivos efectos del bromuro de metilo sobre la capa de ozono, y por consecuencia sobre la vida del planeta, no obstante la eliminación de su uso es un problema muy difícil debido a que es un producto muy eficaz en el uso que se le da, de amplio espectro y de un muy buen poder de difusión (Zembo, 2003).

Nuestro país es el sexto consumidor de BrMe en América Latina, Las importaciones fluctúan de un año a otro, sin embargo en los últimos años han presentado una baja, llegando en el 2002 a una cantidad de 292,92 toneladas de IC, excluyendo uso cuarentenario (Base de datos del Servicio Nacional de Aduanas).

La utilización a nivel nacional corresponde a: 80% para esterilizar suelos en cultivo de tomate, pimiento, tabaco, flores y viveros de plantas frutales y forestales. El 20% restante se usa para desinfectar suelos en replante de frutales, tratamiento de sustratos para producción de plantas en bolsas, producción de frutillas y tratamientos cuarentenarios de frutas y hortalizas.. Solo en la V región existen aproximadamente 900 ha bajo invernaderos fumigadas con este producto. En las regiones VI y VII, el principal consumo se encuentra en las agroindustrias para la producción de pasta de tomate, donde el consumo de BrMe es significativo para la desinfección de suelos en líneas de almácigo (Carrasco, et al. 2003).

2.1.1 La Capa de Ozono

El ozono es una molécula de oxígeno con tres átomos. Es un elemento escaso, pero de critica importancia que se encuentra en la estratosfera (Brown, 2003). Si todo el ozono de la atmósfera fuese transferido a la superficie de la tierra, podría presumirse un espesor de 3 mm.

La capa de ozono se forma en la capa superior de la estratosfera (ubicada entre los 20 y 50 km de altura), contiene el 90% de todas las moléculas de este elemento que se encuentran en la atmósfera, y que se originan por la acción de la radiación solar sobre las moléculas de oxígeno, mediante un proceso llamado fotólisis. La presencia de ozono a nivel de la tierra es también posible, pero ésta se debe a actividades humanas como por ejemplo la quema de combustibles fósiles. Al nivel terrestre el ozono se convierte en una fuente adicional de contaminación del aire, como es el caso del smog (Brown, 2003).

La capa estratosfera de ozono es de gran importancia dado que protege la tierra de emisiones solares ultravioleta de onda corta. La radiación solar ultravioleta-C

es letal, y la radiación ultravioleta-B es dañina para prácticamente todas las formas de vida sobre la tierra. Se ha establecido que una excesiva exposición a radiación ultravioleta-B causa problemas de salud humana, tales como cáncer de piel, cataratas de ojos y debilitamiento del sistema inmunológico. Elevadas cantidades de radiación solar: reducen la productividad de cultivos y de la actividad pesquera, afectan la composición genética de las plantas, son dañinas para los ecosistemas marinos, y causan una variedad de problemas de salud en animales. La capa de ozono protege la superficie terrestre ya que absorbe casi la totalidad de la radiación ultravioleta-B y absorbe completamente la radiación ultravioleta-C (Brown, 2003). Aunque proporcionalmente menores en la estratosfera, las moléculas de ozono juegan un papel muy importante en la vida de nuestro planeta, debido a que absorben la radiación solar ultravioleta nociva, protegiendo a los seres humanos y a todos los animales y plantas. (Univ. Cambridge, 2003).

2.1.2 Adelgazamiento de la Capa de Ozono

Ciertas sustancias artificiales que contienen, en su formulación química, átomos de cloro y bromo tienen la capacidad de destruir la capa estratosférica de ozono, al tomar parte en reacciones químicas que descomponen las moléculas de ozono. A pesar de que estas sustancias son estables al nivel de la tierra, la intensa radiación solar en la atmósfera las descompone, liberando así átomos de cloro y bromo. Estos átomos, a su vez, reaccionan con las moléculas de ozono y las destruyen. Con el paso del tiempo y a medida que una mayor cantidad de moléculas de ozono son destruidas, la capa de ozono se degenera y pierde su capacidad de escudo de radiación solar.

El ozono se destruye naturalmente por una serie de ciclos catalíticos que involucran oxígeno, nitrógeno, cloro, bromo e hidrógeno, y además por otros elementos producto de la acción humana (Brown, 2003).

Las sustancias químicas que destruyen las moléculas de ozono se denominan "sustancias agotadoras del ozono" (SAO). Algunos de estos químicos, como por ejemplo aquellos que contienen bromo, son particularmente reactivos y destruyen el ozono más eficientemente que sustancias que contienen átomos de cloro. Por esta

razón tiene mayor "Potencial Destructivo del Ozono" (ODP), que es la medida de capacidad de destrucción de ozono relativa a un criterio de referencia. El potencial relativo de destrucción de ozono de una sustancia química se expresa en unidades de "toneladas ODP".

Los datos recolectados en el período de 1979 y 1994 han demostrado que la capa de ozono sobre latitudes medias (de 30 a 60 grados) en ambos hemisferios terrestres ha ido destruyéndose a una tasa promedio de 4-5% por década (Brown, 2003).

Los primeros datos sobre el comienzo de un deterioro de la capa de ozono se remontan al año 1982, cuando los valores sobre la columna de ozono obtenidos por la estación japonesa Syowa en la Antártica (69S, 39E) se dan a conocer. Los niveles de la columna de ozono registrados desde el año 1964 indicaban que a partir del año 1975, presentaba un claro deterioro. Resultados similares, se publicaron posteriormente en otras estaciones ubicadas en el continente Antártico, coincidiendo en todas ellas que el deterioro comenzó en la década de los 70. Este daño de la capa de ozono registrado en la Antártica aparecía en todas las estaciones al comienzo de la primavera Austral y tenía en aquellos años una corta duración y una rápida recuperación. Todo esto llevó a una alarma en la comunidad mundial, pues sus consecuencias, de no frenarse el proceso, podían ser de un alcance importante. (Vega, 2003).

2.1.3 El agujero en la capa de ozono

Es un hecho que los contaminantes, como los CFC y Bromuro de Metilo, se originan mayoritariamente en el hemisferio Norte, siendo el 90% liberado en Europa, Rusia, Japón y EEUU. Los CFC y Bromuro de Metilo, suben luego hacia la estratosfera en las latitudes tropicales debido a los vientos. En seguida, estos contaminantes son trasladados mediante vientos hacia ambos polos. Así, la estratosfera contiene aproximadamente un contenido homogéneo de cloro y bromo sobre todas las latitudes. Pero, ambos polos tienen una meteorología muy diferente debido a su distinta superficie terrestre. El polo Sur tiene grandes extensiones de

tierra, las cuales están rodeadas de mar. Estas condiciones producen bajas temperaturas en la estratosfera (menores a 80°C), lo que crea nubes, creando un ambiente químico propicio para la destrucción de ozono en la época de Primavera Austral, que se extiende entre septiembre hasta diciembre de cada año. En el polo Norte las temperaturas estratosferas son más elevadas, por lo que no se forman tantas nubes y la destrucción de ozono es mucho menor. (Univ. Cambridge, 2003).

La disminución de la capa de ozono es un problema global. La pérdida de ozono es especialmente importante sobre el congelado continente antártico (en una proporción muy superior a la del ártico), el cual durante el invierno presenta intercambio de aire muy bajo con las latitudes medias a nivel de la estratosfera. Esto da lugar a temperaturas muy bajas /menores a – 80°C) que favorecen la generación de nubes estratosféricas polares de partículas de hielo. En estas condiciones, se depositan en la estratosfera grandes cantidades de cloro y bromo que, cuando regresa la luz del sol en primavera, pueden romper las moléculas de ozono con una eficiencia asombrosa.

Un área de mayor reducción de ozono y denominada el "agujero de la capa de ozono" apareció a principios de la década de los 80. Este agujero surgió debido a la reducción de hasta 60% en los niveles locales de ozono. El agujero apareció estacionalmente sobre el continente antártico y se extendió a las regiones del sur de Australia y de Chile. Las reducciones en los niveles de ozono observadas son superiores a cualquier variación natural de largo plazo.

En octubre de 1987, las concentraciones de ozono sobre la Antártica cayeron a la mitad de su nivel normal y el agujero se extendió sobre un área del tamaño de Europa. Desde entonces, la disminución se ha acelerado, alcanzando extremos en los últimos años, tales como:

- Un valor bajo de ozono récord, de un 70% de deficiencia durante varios dias.
- Un déficit estacional de ozono total de más del 40% durante la primavera.

En el ámbito global, el ozono disminuyó, aproximadamente, en un 2% entre las décadas de los 70 y 80, y en la época de los 90 se estima que las reducciones fueron aún mayores. A mediados de octubre del año 2001, el área afectada por la depresión en los valores promedios de ozono alcanza los 24.500.000 de kilómetros cuadrados, con tendencia a una lenta disminución del fenómeno. El rango de los valores comprendidos en la depresión osciló entre septiembre y octubre en promedio entre 125 DU (unidades Dobson) registrados en Coats Land, y marcas inferiores a las 200 DU durante el mes de junio de este año.

En septiembre del 2003, mediciones científicos detectaron que el adelgazamiento en la capa de ozono, en el hemisferio sur de nuestro planeta, alcanzaba a casi tres veces el tamaño del territorio antártico, llegando a niveles preocupantes en la zona centro de ese continente helado. Si la reducción sigue aumentando, el problema para el planeta que se puede generar es de un potencial muy grande, en particular para los seres humanos, los cuales se verían afectados por problemas de cataratas a los ojos y cáncer a la piel (Carrasco, J. et al, 2003)

2.1.4 Protocolo de Montreal y la protección de la capa de ozono

La convención de Viena y el Protocolo de Montreal son dos tratados internacionales históricos que fueron establecidos gracias al consenso internacional y a la acción global concertada en pro de la protección de la capa de ozono. La convención de Viena de 1985 para la protección de la capa de ozono es un convenio marco de cooperación que tiene como objetivo la protección de la salud humana y del medio ambiente contra actividades humanas que afectan la capa de ozono. El Protocolo de Montreal para Sustancias que agotan la capa de ozono fue adoptado en septiembre de 1987 y entró en vigor en 1990. El Protocolo es la base legal de esfuerzos a nivel global para la protección de la capa de ozono y es la que establece controles sobre producción, consumo y uso de SAO (MBTOC, 1998).

En 1992 el protocolo de Montreal, en su reunión de Copenhague, creó un comité de expertos, el MBTOC (Methyl Bromide Technical Options Comité), con el fin

de encontrar tecnologías de reemplazo al uso de Bromuro de Metilo en el mundo. Este comité definió como alternativas a aquellos tratamientos químicos y no químicos y a los procedimientos técnicamente factibles para controlar plagas y enfermedades, las cuales fueron publicadas en 1994. los procedimientos no químicos descritos en ese informe, se refieren al uso del vapor de agua, materia orgánica (biofumigación), solarización de suelos, sustratos inertes, época de plantación, cubiertas con plástico, prácticas culturales, mejoramiento vegetal e injertos, rotaciones de cultivo, control biológico, barbechos, tratamientos con agua caliente, cubiertas vegetales, bajas temperaturas, fertilización y nutrición vegetal, e irradiación.

El Protocolo de Montreal pretende controlar la producción y el comercio de sustancias reductoras del ozono a nivel mundial, por lo cual el 17 de septiembre de 1997, en la reunión de las partes que lo componen, se estableció un calendario para la eliminación progresiva del Bromuro de Metilo, que llevaría a la supresión total en el 2005, en los países desarrollados y en el 2015, en los países en vías del desarrollo.

2.1.5 Chile en la protección de la capa de ozono

Los países en vía de desarrollo, como Chile, deben reducir este uso en forma gradual, con el congelamiento del nivel de consumo a partir de enero del 2002. Es decir el consumo máximo no debe exceder el promedio de consumo de los años 1995 a 1998, cifra que en nuestro país corresponde a 370 toneladas anuales (techo de consumo). Además, se debe establecer un plan de reducciones, de modo que a partir de enero del 2005 se reduzca un 20%.

La magnitud del daño a la capa de ozono, ha puesto el mundo en campaña, y los países han firmado protocolos internacionales para disminuir el consumo de sustancias dañinas que la afectan. Chile, además de las restricciones establecidas internacionalmente, en las que ha contraído compromisos de ejecutar proyectos financiados por el Secretario del Protocolo de Montreal, ha creado un calendario de reducciones, para alcanzar el objetivo de eliminar el uso del Bromuro de Metilo (MBTOC, 1998), cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Cronograma de reducción de importaciones de BrMe en Chile. De acuerdo a los compromisos adquiridos ante el Protocolo de Montreal.

Años	*Importaciones excluyendo uso cuarentenario (Ton netas de IC)*
2001 – 2002	330
2003 – 2004	283.3
2005 – 2006	203
2015 a futuro	0

(Fuente: Cannobbio R., Ing. Unidad Ozono, CONAMA)

2.2 Métodos de desinfección se suelos no químicos.

2.2.1 Biofumigación (alternativa orgánica)

La biofumigación es una técnica que permite la utilización de materia orgánica en la forma de residuos agrícolas frescos y guanos, así como los productos de su descomposición, en el control de patógenos presentes en el suelo. Adicionalmente se utiliza urea en dosis controladas, para balancear la relación carbono nitrógeno en la descomposición de la materia orgánica, y aprovechar el amonio que libera este fertilizante en el suelo, como complemento al control de patógenos (Carrasco el al. 2002).

La técnica se basa en el mismo principio de la fumigación con BrMe, con la diferencia que en este caso los gases que ejercen el efecto, son liberados de la descomposición de materia orgánica. La alta temperatura, que se origina del proceso de descomposición, también ha sido reportada como un efecto que potencia la acción de esta técnica sobre los microorganismos del suelo. Esto último sin embargo, se encuentra aún en discusión, debido a que las temperaturas que se logran pueden no ser lo suficientemente altas como para tener efecto esterilizante (Carrasco J. 2004, comunicación personal).

Al adicionar materia orgánica al suelo, se produce una secuencia de cambios microbiológicos. Al Principio se produce una proliferación de microorganismos que se nutren y obtienen energía de la materia orgánica, iniciando su descomposición.

Durante la descomposición se estimula el desarrollo de otros organismos, tanto benéficos como perjudiciales (hongos nematófagos, nemátodos predadores de nemátodos fitoparásitos, lombrices, nemátodos omnívoros, hongos, protozoos, algas y otros organismos (Bello et al. 1997).

La acción de microorganismos en la materia orgánica durante su descomposición, origina una gran cantidad de productos químicos que participan en el control de patógenos de suelo. El amonio, nitratos, ácido sulfhídrico, otras sustancias volátiles y ácidos orgánicos producen un efecto nematicida directo sobre la incubación de los huevos y sobre la movilidad de los estados juveniles (Bello et al., 2000).

En biofumigación se han probado varios tipos de materia orgánica para el control de nemátodos de suelo, hongos fitoparásitos y malezas, con buenos resultados, no obstante los mejores efectos se han visto utilizando residuos frescos de crucíferas, en combinación con urea o guanos de ave, debido a la generación en la descomposición de este tipo de material, de un gas altamente efectivo como fumigante de suelo denominado metil isotiocianato (MIT), que es el mismo ingrediente activo de uno de los fumigantes químicos mas efectivos actualmente en uso, el Metam Sodio (Carrasco J. 2004).

Abdón Guiñez (1980), menciona también una serie de ejemplos de incorporación de materia orgánica para el control de poblaciones de nemátodos fitopatógenos. Heno de alfalfa, guano de gallina, pulpa de remolacha y desecho de algodón.

La biofumigación es una técnica de fácil aplicación por los agricultores, ya que se diferencia de la aplicación de materia orgánica en la elección del biofumigante y de la necesidad de retener al menos durante dos semanas los gases generados, para mejorar la acción sobre los patógenos. Se ha demostrado que cualquier residuo agroindustrial o sus combinaciones, que presenten una relación C/N entre 8 y 20 puede tener efecto biofumigante (Carrasco et al 2004).

La eficacia de la biofumigación depende de la composición del biofumigante y la flora de microorganismos (Magunacelaya J.C. 2004).

Según este mismo autor las ventajas de la biofumigación, aparte de su acción biocida, es estimular el crecimiento radical de las plantas, estimular el control biológico (depredadores y entomopatógenos) y mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

El costo de este sistema es relativamente bajo, es de fácil aplicación, lo que puede ser de gran interés para pequeños agricultores (Carrasco el al. 2002). Sin embargo, si se considera el traslado de materiales de grandes distancias, los costos pueden ser similares al BrMe.

Se desconocen efectos negativos sobre el medioambiente y la salud (Bello, 1998).

Como recomendaciones generales, se habla de aplicar entre 5 a 10 k. de residuos orgánicos, por cada 10 m^2 de suelo. La cantidad de urea puede variar entre 0,5 a 1,0 k., dependiendo del material, por cada 10 o 20 k. de residuos frescos y trozados.

2.2.2 Vaporización de suelos (alternativa física)

La vaporización es un método de esterilización basado en el calor que transfiere el vapor de agua, aplicado con equipos especiales al suelo, para lograr alcanzar temperaturas y tiempos de exposición suficientes, que permitan la destrucción de insectos, ácaros, hongos, nemátodos y malezas presentes en el suelo.

Los equipos vaporizadores deben lograr temperaturas de aplicación que oscilen entre los los 70 y 90° C, por un tiempo de proceso que va desde los 30 a 40 minutos.

Para definir cual es la capacidad del equipo requerido para desinfectar una superficie, se debe considerar que para vaporizar a 20 y 30 cm. de profundidad, se

necesitan 15 kilos de vapor por metro cuadrado de suelo, y que un kilo de vapor es producido con un litro de agua con una presión de salida mínima de 30 psi, equivalente a 2 bares de presión (Carrasco., 2004).

El vapor generado por los equipos, se distribuye mediante tubos de fierro galvanizado, que poseen una serie de pequeños tubos aguzados y perforados lateralmente a modo de inyectores, los que se entierran en el suelo y posteriormente se cubren con una carpa resistente a la alta temperatura, para contener el escape de vapor y temperatura. Con este sistema se puede desinfectar hasta una profundidad de 20 a 25 cm.

2.3 Nemátodos

2.3.1 Características generales

Los nemátodos son uno de los grupos de invertebrados más numerosos sobre la tierra, y no hay otro grupo que tenga mayor incidencia sobre la agricultura, con la excepción de los artrópodos (Magunacelaya J. y Dagnino E., 1999).

Son organismos pluricelulares que presentan especies de vida libre, marinas, del suelo y parásitas de animales y vegetales. En ocasiones denominados anguílulas, tienen aspecto vermiforme, pero taxonómicamente son bastante distintos de los verdaderos gusanos (Agrios G., 1996).

Los nemátodos fitopatógenos en particular, son organismos microscópicos, miden entre 300 a 1000 micras. Su diámetro pequeño hace que sea imposible observarlos a simple vista, además de no poseer pigmentación y difundir en un sustrato opaco como es el suelo. Su forma típica es alargada, con ambos extremos aguzados, en los que se ubica la cabeza y la cola en forma opuesta. En ciertas formas la hembra adulta se ensancha notoriamente en el interior de los tejidos radicales, adquiriendo la forma de limón, produciendo el llamado nódulo o nudo de la raíz (González H., 2002).

La organización del cuerpo de los nemátodos es bastante compleja. A pesar de no poseer aparato circulatorio ni respiratorio identificables, tienen aparato digestivo notablemente adaptado a sus hábitos alimenticios, sistema excretor, aparato reproductor diferente en machos y en hembras, sistema nervioso bastante desarrollado y órganos sensoriales en diversas partes del cuerpo (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

La mayor parte de estos parásitos se reproducen de forma sexual, en que un macho fertiliza a la hembra. Sin embargo, algunas especies tiene reproducción partenogénica, es decir sin intervención de macho, y en otras la reproducción es hermafrodita, situación en que los huevos y la esperma son producidos por la hembra (González H., 2002).

El ciclo de vida de la mayoría de los nemátodos fitoparásitos es bastante semejante. Los huevos se incuban y se desarrollan en larvas, cuya apariencia y estructura es comúnmente similar a los nemátodos adultos. Las larvas aumentan de tamaño y cada etapa larvaria concluye con una muda. Todos los nemátodos tienen cuatro etapas larvarias y a menudo la primera muda se produce en el huevo. Después de la última muda, los nemátodos se diferencian en hembras y machos adultos (Agrios. G., 1996).

2.3.2 Daños producidos por los nemátodos fitoparásitos

Los nemátodos fitoparásitos al alimentarse de las plantas provocan dos tipos de daños: uno mecánico, al destruir las membranas de las células de los tejidos, y otro químico, al inyectar a las células sustancias químicas que pueden destruirlas o hacer que se desarrollen de forma irregular (González., 2002).

Los síndromes de enfermedades en las plantas producidas por los nemátodos son complejos. Producto de los daños en la raíz, se produce una disminución de la capacidad de la planta de absorber agua y nutrientes del suelo (en especial potasio), se reduce parcial o total de la capacidad vegetativa. Se puede producir debilitamiento y

muerte de yemas y ápices de la raíz, formación de lesiones, degradación de tejidos, hinchamientos, agallas, deformaciones en órganos aéreos, síntomas de deficiencia nutricional, marchitez, entre otros (Agrios, 1999).

Este mismo autor, señala que el daño químico es mas importante que el mecánico, no obstante las heridas en las plantas son puerta de entrada para hongos, bacterias y virus (González, 2002)

Es posible señalar que los nemátodos forman parte de un complejo etiológico con un potencial patogénico combinado mucho mayor que la suma de los individuales (Agrios, 1999).

2.3.3 Ecología

Dotados de una gran adaptabilidad Los nemátodos pueden encontrarse en una diversidad de hábitat, siendo la condición mas importante para mantener su actividad, el contar con un medio húmedo (Magunacelaya, 1999).

En los suelos existe una fauna nematológica balanceada entre géneros con hábitos alimenticios diferentes (saprófitos, predadores, fungívoros y parásitos). Este equilibrio se rompe cuando el suelo entra en producción agrícola, favoreciendo el desarrollo de especies que se alimentan de cierto tipo de plantas (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

La mayoría de los nemátodos fitoparásitos vive libremente en el suelo, alimentándose superficialmente de las raíces y tallos subterraneos de las plantas, pero aún en el caso de los nemátodos sedentarios especializados, los huevos, etapas larvarias preparásitas y los machos se encuentran en el suelo durante gran parte de su vida (Agrios, 1996).

Están estrechamente asociados a las plantas, habitan por lo general alrededor de de la zona radical, donde se encuentran en mayor cantidad. Si los nemátodos presentes en el suelo disponen de un hospedero favorable, la población va

aumentando mientras existan raíces y raicillas sanas. En cambio, la población disminuye cuando el sistema radical de la planta hospedera se destruye o se encuentra en mal estado (González, 2002).

Según Magunacelaya (1999), otro elemento que determina la dependencia de los nemátodos con la planta, es el importante rol que juegan los exudados de la raíz en la activación de los nemátodos, especialmente estados infectivos, e incubación de huevos. Estas sustancias sirven también como localizador a los nemátodos.

La temperatura, humedad y la aireación del suelo afectan la supervivencia y el movimiento de los nemátodos en el suelo (Agrios, 1996). Un exceso de humedad determina la carencia de oxígeno en el suelo y la desecación conduce a la inactividad y eventual muerte de los nemátodos (González, 2002).

De la misma manera las propiedades físicas del suelo son importantes para la vida de los nemátodos, incluyendo aquí también la cantidad de materia orgánica presente, la que sin duda en abundancia deprime las poblaciones las poblaciones de nemátodos (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

2.3.4 Nemátodos fitoparásitos que afectan al cultivo de tomate

El tomate es huésped de numerosos géneros y especies de nemátodos, entre los cuales se puede mencionar *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *Helicotylenchus nannus*, *Pratylenchus penetrans*, *P. brachyurus*, *Trichodorus* spp, *Tylenchorhynchus* spp, *Criconemoides xenoplax*, *Globodera rostochiensis*, *Xiphinema americanum* y otros. En nuestro país los nemátodos de mayor importancia económica en el cultivo del tomate, son *Meloidogyne incógnita*, *M. javanica*, *Xiphinema americanun y Pratylenchus spp.* (González, 2002).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de los lugares de ensayo

Los predios utilizados en estos ensayos se encuentran a una distancia aproximada de 3 Km., en la localidad de Colín, Talca, VII Región. El sitio 1 denominado Chacra Miraflores Lote A2, propiedad de don Cesar Cáceres y don Miguel Garrido, se ubica en el sector de Miraflores (Colín centro) y posee un suelo franco arenoso- limoso, profundo, muy bien drenado y bajo nivel de materia orgánica. El sitio 2, denominado Parcela 16 San Miguel, propiedad de don Segundo P. Araya G., ubicado en el sector de San Miguel de Colín, posee un suelo franco arenoso con alta presencia de piedras, por lo que presenta un buen drenaje. Ambos predios tienen como característica común, un historial de uso intensivo en monocultivo de tomate invernadero, desde hace al menos seis años. Los contenidos de M.O. de estos suelos, determinados mediante análisis de laboratorio, corresponden al rango de 0,8% a 1,5%.

3.2 Implementación de los tratamientos

En cada sitio se utilizó un invernadero de 6 x 50 m (300 m^2), destinado a la producción de plántulas a través de mesas de plantación, de un ancho promedio de 0,7 m. Sobre estas platabandas o mesas, se delimitaron parcelas de 10 m de largo, ubicando cuatro tratamientos al azar, dejando 5 m en cada extremo da la nave como borde. Los tratamientos son descritos a continuación:

3.2.1 Tratamiento 1 (T1): Biofumigación.

Se utilizó la siguiente mezcla:

Cascarilla de arroz	=	12	Kg. (seco, sin degradación)
Ensilaje de maíz	=	24	Kg. (fresco)
Urea	=	1,5	Kg.
Total	=	37,5	Kg. (para 10 m de mesa)

La aplicación de la mezcla se realizó abriendo un surco con arado metálico de tiro animal, con dos pasadas, de 30 cm. de profundidad y 20 cm. de ancho base. En

este surco se distribuyeron por capas, uniformemente, los componentes de la mezcla. Posteriormente se cubrió con suelo removido y se procedió a construir la mesa, tal cual como se realiza habitualmente. Finalmente, se instalaron las cintas de riego y se cubrió con plástico transparente, para luego dar un riego de 30 minutos, para lograr una humedad adecuada que favoreciera el proceso de descomposición.

El tratamiento se aplicó el 20 de enero de 2004 y se mantuvo sin intervenir hasta el 15 de mayo, completando un periodo de 120 días de tratamiento.

3.2.2 Tratamiento 2 (T2). Vaporización.

Por medio de un equipo con quemador de petróleo de 30 psi, se aplicó vapor al suelo, por un tiempo de 60 minutos. Este fue inyectado hasta una profundidad de 20 cm, logrando una temperatura de 85 a 95 °C, a través de un sistema de tuberías móviles, con puntas inyectoras, que se enterraron en las platabandas a tratar. Para evitar la rápida disipación del calor durante el tratamiento, se cubrieron las mesas correspondientes con carpas térmicas, lo que facilitó el aumento de temperatura. La vaporización se efectuó entre el 5 y 6 de mayo de 2004.

3.2.3 Tratamiento 3 (T3) Bromuro de Metilo.

La desinfección de suelo utilizando BrMe., en dosis de 68 g/m^2 fue realizada del modo tradicional ubicando la bombona portadora al centro de la parcela de 10 m de largo, con suelo seco. Se cubrió con un plástico transparente y luego de asegurar y sellar todos los bordes con tierra, sin posibilidad de escape del gas, se procedió a pinchar la bombona presionándola sobre un contenedor de madera con un clavo. Se dejo actuar el gas durante 5 días y luego se ventiló. Lo anterior fue realizado el 25 de abril de 2004.

3.2.4 Tratamiento 4 (T4). Testigo.

Platabandas similares a las utilizadas anteriormente, fueron dejadas sin intervención para ser utilizadas como comparación. La población de nemátodos inicial fue realizada el 20 de Enero de 2004.

3.3 Distribución espacial de los ensayos.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, al interior de los cuales se distribuyeron los tratamientos. El ensayo se repitió en los dos sitios (predios) descritos, correspondientes a pequeños productores de la localidad de Colín.

Sitio 1

Borde → N Borde

Bloque 1		T1	T2	T4	T3	
Bloque 2		T2	T4	T1	T3	
Bloque 3		T1	T2	T3	T4	
Bloque 4		T4	T3	T1	T2	

Entrada

Sitio 2

Entrada

Borde → N Borde

Bloque 1		T2	T1	T3	T4	
Bloque 2		T4	T3	T2	T1	
Bloque 3		T3	T1	T4	T2	
Bloque 4		T3	T4	T2	T1	

3.4 Recolección de muestras de suelo

Previo a la aplicación de cada tratamiento, con la mesa ya construida, para cada repetición se tomó una muestra de suelo para análisis nematológico. Ésta consistió en una muestra compuesta, de aproximadamente 1kg, la cual fue obtenida de 10 submuestras, tomadas entre 15 y 20 cm. de profundidad, mezcladas y homogenizadas. Esta muestra compuesta fue mantenida en contenedores fríos y trasladada en el mismo día al Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca para su procesamiento.

La extracción de los nemátodos presentes en la muestras de suelo fue lograda utilizando el método de extracción "Embudo Baermann", el cual para este Laboratorio posee una eficiencia de extracción de un 78%.

Del mismo modo, El 17 de mayo de 2004 se realizó la recolección de muestras correspondientes al postratamiento de todo el ensayo, utilizando la misma metodología descrita anteriormente.

3.5 Análisis estadístico

La evaluación estadistica se realizó comparando las tasas de crecimiento (r), de las distintas especies de nemátodos fitopatógenos identificados y contabilizados en los muestreos (Begon, 1997).

La Tasa de Crecimiento corresponde a:

$$r = \frac{\text{Valor final de la población}}{\text{Valor inicial de la población}}$$

Para cumplir con los supuestos de homogeneidad de las varianzas, los valores de población fueron transformados con la aplicación de Log (x +1).

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA). En caso de ser significativo, las medias fueron separadas usando el test Fisher LSD. Para tal efecto, fue usado el programa estadistico Statgraphic Plus 5.1.

La extracción de los nemátodos presentes en la muestras de suelo fue lograda utilizando el método de extracción "Embudo Baermann", el cual para este Laboratorio posee una eficiencia de extracción de un 78%.

Del mismo modo, El 17 de mayo de 2004 se realizó la recolección de muestras correspondientes al postratamiento de todo el ensayo, utilizando la misma metodología descrita anteriormente.

3.5 Análisis estadístico

La evaluación estadística se realizó comparando las tasas de crecimiento (r), de las distintas especies de nemátodos fitopatógenos identificados y contabilizados en los muestreos (Begon, 1997).

La Tasa de Crecimiento corresponde a:

$$r = \frac{\text{Valor final de la población}}{\text{Valor inicial de la población}}$$

Para cumplir con los supuestos de homogeneidad de las varianzas, los valores de población fueron transformados con la aplicación de Log (x +1).

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA). En caso de ser significativo, las medias fueron separadas usando el test Fisher LSD. Para tal efecto, fue usado el programa estadístico Statgraphic Plus 5.1.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores poblacionales de los nemátodos obtenidos de ambos sitios, antes y después de ser aplicados los tratamientos, y que fueron reflejados con el valor r, no presentaron diferencias significativas entre ellos ($p>0,05$). Se procedió a evaluar de manera conjunta los valores de ambos sitios, por lo que el análisis posterior considera solamente un ensayo.

El problema nematológico generalizado del sector de Colín, queda de manifiesto, en los resultados del diagnostico realizado por el Proyecto (INIA 2004), en 150 predios del sector. Este indicó que el 70% de los predios evaluados mostraron presencia de nematodos fitopatógenos.

Alvarado en el 2002, en un estudio que abarcó toda la región, informa que el 72% de la muestra que corresponde a productores de vivero e invernadero, utilizan el BrMe para controlar nemátodos.

Cuatro especies de nemátodos fitoparásitos fueron encontradas en las muestras recolectadas, siendo éstas; *Meloidogyne sp.*; *Helycotylenchus sp* *Hemicycliophora sp.* y *Pratylenchus sp.* Todas ellas tienen antecedentes de afectar el cultivo del tomate, en mayor o menor severidad, dependiendo de la población presente (González, 2002)

4.1 Meloidogyne sp.

Fue la especie de mayor presencia en el ensayo, considerando que el método de extracción solamente captura estados juveniles móviles de este nemátodo. La población inicial fue controlada efectivamente por los tratamientos de vaporización (T2) y BrMe (T3), mientras que en la biofumigación sobrevivieron algunos ejemplares. El cuadro 4.1 muestra los resultados de esta evaluación, que si bien entrega promedios de "r" distintos, no son estadísticamente diferentes de acuerdo al método aplicado.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores poblacionales de los nemátodos obtenidos de ambos sitios, antes y después de ser aplicados los tratamientos, y que fueron reflejados con el valor r, no presentaron diferencias significativas entre ellos ($p>0,05$). Se procedió a evaluar de manera conjunta los valores de ambos sitios, por lo que el análisis posterior considera solamente un ensayo.

El problema nematológico generalizado del sector de Colín, queda de manifiesto, en los resultados del diagnostico realizado por el Proyecto (INIA 2004), en 150 predios del sector. Este indicó que el 70% de los predios evaluados mostraron presencia de nematodos fitopatógenos.

Alvarado en el 2002, en un estudio que abarcó toda la región, informa que el 72% de la muestra que corresponde a productores de vivero e invernadero, utilizan el BrMe para controlar nemátodos.

Cuatro especies de nemátodos fitoparásitos fueron encontradas en las muestras recolectadas, siendo éstas; *Meloidogyne sp.*; *Helycotylenchus sp* *Hemicycliophora sp.* y *Pratylenchus sp.* Todas ellas tienen antecedentes de afectar el cultivo del tomate, en mayor o menor severidad, dependiendo de la población presente (González, 2002)

4.1 Meloidogyne sp.

Fue la especie de mayor presencia en el ensayo, considerando que el método de extracción solamente captura estados juveniles móviles de este nemátodo. La población inicial fue controlada efectivamente por los tratamientos de vaporización (T2) y BrMe (T3), mientras que en la biofumigación sobrevivieron algunos ejemplares. El cuadro 4.1 muestra los resultados de esta evaluación, que si bien entrega promedios de "r" distintos, no son estadísticamente diferentes de acuerdo al método aplicado.

Cuadro 4.1 Comparación de Tasa de crecimiento (r) de *Meloidogyne sp.*, producto de la aplicación de tratamientos fumigantes al suelo. Colín, enero a mayo de 2004.

Tratamientos	*Promedio Población Inicial*	*Promedio Población Final*	*Tasa de crecimiento (r)*
Biofumigación	28,3	1.3	0,3
Vaporización	0,9	0	0,0
Bromuro de Metilo	0,8	0	0,0
Testigo	30,4	1	0,1
Nivel de significancia			n.s.

(Promedio de individuos por 50 gr. de suelo)

* n.s.: indica no existe diferencia significativa entre medias según método Fisher LSD. p≤0,05.

Carrasco (2004), hace mención a que los gases biofumigantes producidos durante la descomposición de la materia orgánica, son de efecto biostático mas que biocida, por lo que es necesario que la reacción sea activa, completa, hermética y por el mayor tiempo de acción posible, para lograr la mayor efectividad del método.

En el caso particular del ensayo, se produjo una restricción hídrica, que pudo haber limitado la reacción de descomposición del residuo y por ende la generación de biofumigantes.

Otra situación fundamental de destacar, es la notable reducción natural de la población de individuos móviles de esta especie, durante el período de enero a mayo. Esto fue determinado mediante las muestras realizadas al testigo. De acuerdo a la ecología de estos organismos, esto se puede atribuir principalmente a la ausencia de plantas hospedera, potenciado por la desecación que sufre la platabanda en este tiempo, situaciones que afectan la sobrevivencia del nemátodo. No se debe perder de vista además, que esta especie tiene la capacidad de sobrevivir al interior de nódulos y restos de raíces que quedan en el suelo. Tampoco se puede descartar la posibilidad de una migración vertical, mas allá de la profundidad de muestreo, considerando que ya

Cuadro 4.1 Comparación de Tasa de crecimiento (r) de *Meloidogyne sp.*, producto de la aplicación de tratamientos fumigantes al suelo. Colín, enero a mayo de 2004.

Tratamientos	*Promedio Población Inicial*	*Promedio Población Final*	*Tasa de crecimiento (r)*
Biofumigación	28,3	1.3	0,3
Vaporización	0,9	0	0,0
Bromuro de Metilo	0,8	0	0,0
Testigo	30,4	1	0,1
Nivel de significancia			n.s.

(Promedio de individuos por 50 gr. de suelo)

* n.s.: indica no existe diferencia significativa entre medias según método Fisher LSD. p≤0,05.

Carrasco (2004), hace mención a que los gases biofumigantes producidos durante la descomposición de la materia orgánica, son de efecto biostático mas que biocida, por lo que es necesario que la reacción sea activa, completa, hermética y por el mayor tiempo de acción posible, para lograr la mayor efectividad del método.

En el caso particular del ensayo, se produjo una restricción hídrica, que pudo haber limitado la reacción de descomposición del residuo y por ende la generación de biofumigantes.

Otra situación fundamental de destacar, es la notable reducción natural de la población de individuos móviles de esta especie, durante el período de enero a mayo. Esto fue determinado mediante las muestras realizadas al testigo. De acuerdo a la ecología de estos organismos, esto se puede atribuir principalmente a la ausencia de plantas hospedera, potenciado por la desecación que sufre la platabanda en este tiempo, situaciones que afectan la sobrevivencia del nemátodo. No se debe perder de vista además, que esta especie tiene la capacidad de sobrevivir al interior de nódulos y restos de raíces que quedan en el suelo. Tampoco se puede descartar la posibilidad de una migración vertical, mas allá de la profundidad de muestreo, considerando que ya

ha sido reportada en nuestro país para una especie de este género, *Meloidogyne hapla* (Magunacelaya et al., 1995)

4.2 *Helichotylenchus sp.*

En el caso de *Helichotylenchus* sp., ocurrió una situación parecida a la anterior, no obstante aquí el tratamiento de biofumigación logró el mismo nivel de efectividad de los tratamientos de vaporización y BrMe, mostrando ausencia de individuos de esta especie en el postratamiento. Nuevamente no se encontró diferencia significativa. Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Comparación de la tasa de crecimiento (r) de *Helichotylenchus sp.*, producto de la aplicación de tratamientos fumigantes al suelo. Colín, enero a mayo de 2004.

Tratamientos	*Promedio Población Inicial*	*Promedio Población Final*	*Tasa de Crecimiento (r)*
Biofumigación	5,75	0	0,00
Vaporización	0,.88	0	0,00
Bromuro de Metilo	0,13	0	0,00
Testigo	8	0,5	0,35
Nivel de significancia			n.s.

(Promedio de individuos por 50 gr. de suelo)

n.s. : indica no existe diferencia significativa entre medias según método Fisher (LSD). p≤0,05.

4.3 *Hemiciclyophora sp.*

La evaluación de la especie *Hemiciclyophora sp.*, mostró los resultados mas interesantes desde el punto de vista del valor estadístico. En este caso las medias de todos los tratamientos se diferenciaron significativamente del testigo. No se detectaron individuos móviles de esta especie, en el postratamiento de los tres métodos fumigantes evaluados. Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3 Comparación de la tasa de crecimiento (r) de *Hemicycliophora sp.*, producto de la aplicación de tratamientos fumigantes al suelo. Colín, enero a mayo de 2004.

Tratamientos	*Promedio Población Inicial*	*Promedio Población Final*	*Tasa de Crecimiento (r)*
Biofumigación	3,5	0	0,00 b
Vaporización	3,13	0	0,00 b
Bromuro de Metilo	8,38	0	0,00 b
Testigo	10,63	4	0,82 a
Nivel de significancia			*

(Promedio de individuos por 50 gr. de suelo)

*. : indica existe diferencia significativa entre medias según método Fisher (LSD). p≤0,05.

Un elemento importante a destacar, es el hecho que los análisis nematológicos efectuados en este trabajo, reportan por primera vez la presencia de *Hemiciclyophora sp.* en la localidad de Colín, asociado a la producción de tomate en invernadero (Lolas, 2004).

Lo anterior, abre la discusión respecto a la posibilidad que la sintomatología del daño a la raíz de tomate, que actualmente se asocia en la zona con el hongo *Pyrenochaeta lycopersici*, patógeno principal de la enfermedad denominada "raíz corchosa", pueda ser producido por *Hemiciclyophora sp.*, cuyo daño tiene cierta semejanza.

Villarino (2002), en un estudio realizado en la zona (Colín, Culenar y Unuhue) para determinar la presencia de P. lycopersici, reportó no haber identificado este hongo.

El decrecimiento en la población natural de esta especie, durante el período de evaluación, fue el de menor magnitud de las 4 especies identificadas en las muestras.

Otro elemento importante de destacar es que los tratamientos de vaporización y de biofumigación, logran un desempeño similar al BrMe en el control de este nematodo, lo que denota su capacidad de constituir una eficiente alternativa de reemplazo al BrMe, en el ámbito del control de estos organismos.

4.4 *Pratylenchus sp.*

Finalmente *Pratylenchus sp.*, (Cuadro 4.4), fue efectivamente controlado por los tratamientos de vaporización y BrMe, los que no evidenciaron individuos en el postratamiento. La biofumigación mostró el valor más alto, seguido por el testigo, sin embargo no se establecieron diferencia significativa entre los promedios.

Cuadro 4.4 Comparación de la tasa de crecimiento (r) de *Pratylenchus sp.*, producto de la aplicación de tratamientos fumigantes al suelo. Colín, enero a mayo de 2004.

Tratamientos	*Promedio Población Inicial*	*Promedio Población Final*	*Tasa de Crecimiento (r)*
Biofumigación	0,5	1	1,19
Vaporización	0,5	0	0,00
Bromuro de Metilo	1	0	0,00
Testigo	0,75	0,75	0,70
Nivel de significancia			n.s.

(Promedio de individuos por 50 gr. de suelo)

n.s. : indica no existe diferencia significativa entre medias según método Fisher (LSD). p≤0,05.

Las poblaciones de Pratylenchus sp, detectados en todos los tratamientos, están por debajo del nivel de daño económico, reportado para esta especie en tomate.

V CONCLUSIONES

De los objetivos planteados y de los resultados obtenidos se puede concluir:

1. Los métodos alternativos de desinfección evaluados, biofumigación y vaporización, fueron estadísticamente similares al BrMe en su acción sobre la tasa de crecimiento de los nematodos fitopatógenos: *Meloydogine sp., Helichotylenchus sp., y Pratylenchus sp.* No obstante no fueron distintos del testigo.

2. Para el caso de *Hemiciclyophora sp*, biofumigación y vaporización, afectaron la tasa de crecimiento de este nematodo en la misma magnitud que lo hizo el BrMe. Y fueron estadísticamente distintos del testigo.

3. Se reporta la presencia en el sector de Colín, comuna de Maule, Provincia de Talca VII región, del Género de nematodos fitoparásitos *Hemiciclyophora.*

4. Las poblaciones naturales de las especies de nemátodos evaluados, con la excepción de *Pratylenchus sp,* decrecen notoriamente desde enero a mayo, en las condiciones de suelo de pos-cultivo de tomate invernadero.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Agrios, N.G. 1996. Enfermedades de las plantas causadas por nemátodos. Fitopatología. Editorial Limusa, tercera edición, México.

Bello, A.; Escuer, M.; Sanz, R.; López-Pérez, J. A.; Guirao, P. 1997. Biofumigación, nemátodos y bromuro de metilo en el cultivo del pimiento. In: Posibilidad de Alternativas Viables al Bromuro de Metilo en Pimiento de Invernadero. Consejería de Medioambiente, Agricultura y Agua, Murcia, España, p. 67-108.

Bello, A.; López-Pérez, J.; Díaz-Viruliche, L.; Tello, J. 2000. Alternativas al bromuro de metilo como fumigante del suelo en España. In. Labrada (Ed.) Report on Validated Methyl Bromide Alternatives. FAO, Rome, 13 pp (in press).

Bello, A. y Melo M. 1998. Reducción de las poblaciones de nemátodos con técnicas alternativas al bromuro de metilo. In: Memoria de actividades 1998. Resultados de Ensayos Hortícolas, Generalitat Valenciana, Fundación Caja Rural de Valencia, 347-350.

Brechelt, A. 2002. Pesticidas que amenazan el medio ambiente y la salud humana. Disponible en: http://www.revistainterforum.com/artvegano_031801.htm.

Brown E., 2003. Protocolo de Montreal. Alianzas exitosas para la protección de la capa de ozono. El caso Chile, 31 p.BancoMundial, Washington.

Carrasco, J. y Olavarría, J. 2002. Introducción. In: Alternativas al Bromuro de Metilo para la Desinfección de Suelos en Tomate y Pimiento. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. San Fernando, Chile. Boletín INIA Nº 88. p. 13-25.

Carrasco, J.; Pastén, J.; y Droguett, L. 2002a. Alternativas Orgánicas. In: Alternativas al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos en tomate y Pimiento. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. San Fernando, Chile. Boletín INIA Nº 88. p. 79-85.

Carrasco, J.; Pastén, J.; Olavarría, J.; y Rojas, E. 2002b. Alternativas Físicas. In: Alternativas al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos en tomate y Pimiento. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. San Fernando, Chile. Boletín INIA Nº 88. p. 69-78.

Carrasco, J. Riquelme, J., Junio 2004. Biofumigación de suelos para almácigo y plantación. Cartilla Divulgativa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA Raihuen, Villa Alegre Chile.

Cebolla, V.; Tuset, J.; Guinet, M.; Molins, A.; Mira, J y Hinojeros, C. 1996. New Techniques For Methyl Bromide Emisión Reducction from soil Fumigation in Span. Disponible en: http://www.ivia.es/~vcebolla/orland.96htm.

Fairhalm, J. 1997. Para salvar la capa de ozono. Disponible en: http://www.idrc.ca/books/reports/1997/14-015.htm.

Guiñez, A. 1980. Efecto comparativo de 4 nematicidas y materia orgánica en el control de nemátodos en tomate (*Licopersicon esculentum* Mill.). Agricultura Técnica (Chile). 40(4): 143-146. Octubre-diciembre.

González, H. 2002. Problemas Nematológicos. In: Alternativas al Bromuro de Metilo para la Desinfección de Suelos en Tomate y Pimiento. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. San Fernando, Chile. Boletín INIA Nº 88. p. 41-53.

INE. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario 1997. 443p. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.

INIA 2004. Introducción de alternativas sustentables de reemplazo al BrMe en la producción de tomate invernadero de Colín. 1º y 2º Informe de avance del proyecto.

Lacasa A., P. Guirao, M.M. Guerrero, C. Ros, J.A. López-Pérez, A. Bello, P. Bielza. 1999. Alternatives to methyl bromide for sweet pepper cultivation in plastic

greenhouses in south east. 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for te Southern European Countries. 7-10 December, Creta (Greece), 133-135.

Leiva, J. 2001. Me. Br. Phase Out in Chile: Disponible en: http://www.conama.cl/investigacion_info/temas_ambientales/ozono/bromuro.htm.

Magunacelaya, J. 2004. Control de nemátodos fitoparásitos mediante el uso de materia orgánica. Departamento de Sanidad Vegetal, Universidad de Chile

Magunacelaya, J., Dagnino, E. Nematología Agrícola. Serie ciencias agronómicas Nº 2 1999. Universidad de Chile.

Magunacelaya, J. Saavedra, P. Montenegro, E. Variación estacional de *Meloidogyne hapla* en suelo y raíces de kivi, y migración vertical en el suelo, en Chile. Investigación Agrícola (Chile) vol 15, Nº 1 y 2: 25-31, 1995.

MBTOC, 1998. Report of the Methyl Bromide Options Comité. Assesment of alternatives to Methyl Bromide. UNEP,Nairobi, Kenya, 354 p.

Muñoz, R.; Carrasco, J. y Miller, M. 2001. Proyecto presentado al 32º Comité Ejecutivo del fondo Multilateral para la implementación del Protocolo de Montreal, Santiago. Chile.

Muyer, J. 2001. Sustancias peligrosas. Disponible en: http://www.tierramerica.org/capadeozono/sustancias.htm.

ODEPA. 2001. Compendio Estadístico Silvoagropecuario 1990-2000. Ministerio de Agricultura, Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA). Disponible en: http://www.odepa.gob.cl.

Olavarria, J.; Pastén, F.; Droguette L.; y Carrasco J. 2002. Alternativas Químicas. In : Alternativas al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos en tomate y pimiento.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. San Fernando, Chile. Boletín INIA Nº 88. p. 57-67.

Pasten F.; Carrasco, J.; Olavaria, J. 2002. Ensayos de Producción de Tomates y Pimiento Bajo Diferentes Tratamientos de Desinfección de Suelos. In : Alternativas al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos en tomate y pimiento. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. San Fernando, Chile. Boletín INIA Nº 88. p. 99 – 11.

Polino, H. 2001. Medio ambiente y ecología.
Disponible en: http://www.geocites.com/CapitalHill/senate/1137/ecologia/eco_5.htm.

Riquelme, J. Carrasco, J. Torres, A., 2004. Introducción de alternativas sustentables de reemplazo al BrMe en la producción de tomate invernadero de Colín. Proyecto FIA.

Vallarino, J. 2002. Determinación de la presencia de la enfermedad Raíz Corchosa en tomate cultivado bajo invernadero en la provincia de Talca. Memoria de Grado Ingeniero Agrónomo, Talca, Chile. Fac. Cs. Agrarias, Escuela de Agronomía, Universidad de Talca,

Vega. M. 2003. Usos del Bromuro de Metilo y la protección de la capa de ozono. Disponible en: http://www.lagranja.com.uy/bromuro.htm.

Zembo, J. C. 2003. Alternativas al Bromuro de Metilo para la desinfección de suelos: Vapor de agua, Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA - RAIHUÉN

GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Proyecto:
"Introducción de Alternativas Sustentables de Reemplazo al Bromuro de Metilo en la Producción de Tomates en Invernaderos de Colín"



VAPORIZACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE ESPECIES HORTÍCOLAS

Jorge Carrasco J.
Jorge Riquelme S.
Andrea Torres P.
Juan Pastén D.

Cartilla Divulgativa
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
INIA RAIHUÉN

Abril de 2005



Autores:
Jorge Carrasco Jiménez.
Ingeniero Agrónomo Dr. (INIA -Rayentué)
Jorge Riquelme Sanhueza
Ingeniero Agrónomo Dr. (INIA -Raihuén)
Andrea Torres Pinto.
Ingeniero Agrónomo (INIA -Raihuén)
Juan Pastén Duarte.
Ingeniero Agrónomo (Consultor Proyecto FIA)

Cita Bibliográfica:
Carrasco, J.; Riquelme, J.; Torres, A. y Pasten, J. 2005. Vaporización de sustratos para la producción de plántulas de especies hortícolas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Raihuen. Talca, Chile. Cartilla Divulgativa, 8p.

INIA -Raihuén: Avda. Esperanza s/n. Estación Villa Alegre, Villa Alegre, VII Región, Chile. Casilla 34, San Javier.
Teléfono Fax (73) 381768, 381769, 381770.
E-mail: atorres@inia.cl

Esta Cartilla ha sido financiada por la
Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Diseño y Diagramación: Jorge Berríos V.
Impresión: Gutenberg ® Talca, 4 Sur 1175

Cantidad de ejemplares: 1.000

Talca, VII Región, Chile.



Antecedentes

El Bromuro de Metilo, desde la década del 40, se ha utilizado ampliamente para el control de patógenos, como hongos, bacterias, nematodos, e insectos, además de malezas, siendo considerado uno de los mejores fumigantes en la desinfección de suelos, para la producción de hortalizas en invernaderos. Sin embargo, se ha demostrado que este producto, junto a otras sustancias, es un destructor de la capa de ozono que cubre al planeta, lo cual representa un serio problema para la supervivencia de los seres vivo en la tierra.

Lo anterior, ha significado una gran preocupación de la Organización de Naciones Unidas (ONU) y de los gobiernos de los principales países que hacen uso de este producto, lo que se ha traducido en la promoción de medidas que permitan reducir su producción y uso, habiéndose establecido un programa de retiro gradual del mercado a partir del 2003, año en que el uso en Chile (importación) no debió superar las 380 ton., para llegar a prohibir totalmente su uso a partir del año 2015, en los países en vías de desarrollo, como Chile. Cerca de un 70% de este producto químico, se emplea para esterilizar suelos en cultivos de tomates (tanto en invernaderos como a campo abierto y en almácigos), pimientos (campo abierto y almácigos), tabaco (almácigos), flores (en invernadero), frutales (en viveros), y otras hortalizas.

Lo anterior hace necesario la introducción de alternativas que reemplacen su uso en la agricultura nacional, y en particular en la producción hortícola, la cual hace uso de aproximadamente un 37% del Bromuro de Metilo que importa el país, permitiendo a los productores, enfrentar de mejor forma la situación de no disponer, en el mediano plazo, de este fumigante como elemento desinfectante de suelos, y también para promover el desarrollo de una agricultura limpia, con sistemas de producción más sustentables que no dañen la capa de ozono.

Entre los años 2000 y 2002, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) llevó a cabo un proyecto demostrativo de alternativas al Bromuro de Metilo con productores de tomate y pimiento en las regiones V, VI, y Metropolitana, en el que, entre otras, se evaluó la aplicación de vapor de agua a sustratos para la producción de plantulas de tomate y pimiento. A fines del 2003, el INIA inició el proyecto, con financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) "Introducción de alternativas sustentables de reemplazo al Bromuro de Metilo en la producción de tomates en invernadero en Colín", estableciendo unidades demostrativas, en predios de agricultores, donde se han estado evaluando alternativas de reemplazo al Bromuro de Metilo. Un diagnóstico preliminar, realizado a los agricultores de Colín, bajo el marco del proyecto, estableció que el 90% de ellos utilizaban este producto en la desinfección de suelos para la producción de plántulas de tomate en almaciguera o "canchas".

Las semillas de hortalizas, en especial de tomates, son de alto costo, en particular la semilla de híbridos, por lo que la producción de plántulas en almacigueras o "canchas" debe tender hacia la producción de ellas "en bandejas", con uso de sustratos desinfectados. Esto hace necesario que el productor, en el corto plazo, conozca y maneje la producción de plantas utilizando la técnica de aplicación de vapor a los sustratos.

La presente cartilla divulgativa, describe la técnica de aplicación de vapor a sustratos, para la producción de plántulas de hortalizas en bandejas, como tecnología alternativa al Bromuro de Metilo (**Foto 1**).

La técnica corresponde a la aplicación de vapor de agua, que es un método de esterilización basado en el calor que transfiere el vapor de agua. Se aplica con un equipo especial, que consta básicamente de una caldera y de un contenedor metálico. La importancia que se le atribuye a esta tecnología es el bajo impacto ambiental por lo que puede ser considerada como una técnica aceptada bajo la normas de las Buenas Practicas Agrícolas (BPA).

Equipos vaporizadores.

La operación de los equipos vaporizadores de sustratos disponibles en Chile, de fabricación nacional y extranjera (**Foto 2**), logran una temperatura de aplicación que oscila entre los 70 a 90º C, por un tiempo de proceso que va de 30 a 50 minutos, dependiendo de la densidad y grado de humedad del sustrato, mayor tiempo se requerirá en el proceso de aplicación de vapor.

Antes de adquirir un equipo es necesario hacer un estudio de factibilidad de uso de este procedimiento en el predio, considerando la facilidad de traslado, suministro de agua, electricidad y combustible. Las temperaturas obtenidas con este procedimiento (sobre 70º C) destruyen insectos, ácaros, nemátodos, hongos y semillas de malezas.



Foto 1.
Producción de plantas de tomate en bandejas.
Colín, Talca.



Foto 2.
Equipo vaporizador de fabricación nacional, utilizado en la desinfección de sustratos para producción de plántulas de hortalizas.

En la elección del equipo es importante considerar la capacidad de generación de vapor, la que determina el volumen de sustrato que se puede tratar en cada proceso de esterilización. Además, se debe obtener información sobre el rendimiento del equipo y la dotación de mano de obra que requiere en su operación, de modo de lograr aplicaciones oportunas.

¿Qué es un sustrato?

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el "anclaje" del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

En el mercado existe una amplia oferta de sustratos, tanto de fabricación nacional como importados, además de los sustratos preparados por los propios viveros para su autoabastecimiento. En general estos materiales pueden o no presentar en su composición diferentes porcentajes de compost (de diversos materiales, como restos de basuras orgánicas, guanos y estiércol, sub productos agrícolas, entre otros), elementos inertes (lana de roca, perlita o vermiculita), turba (rubia o negra), arena (de diferentes granulometrías), aserrín, corteza de pino, y tierra de hoja.

Cualquier actividad biológica presente de descomposición de los sustratos, es perjudicial para el establecimiento y desarrollo de plantas. Los microorganismos presentes compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida, como granulometría, porosidad y densidad aparente. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se deben eliminar aquellos cuyo proceso de degradación sea demasiado rápido. De ahí la importancia de incorporar mezclas de materiales orgánicos e inertes, en la composición de un sustrato.

Esterilización de sustratos por aplicación de vapor

FORMAS DE ACCIÓN

Vaporización pasiva.

El proceso normal de aplicación de vapor, que ha sido utilizado tradicionalmente en Chile, en contenedores cerrados se denomina vaporización pasiva (aplicación pasiva de vapor), es decir, el vapor se mueve y penetra en el sustrato lentamente forzado por su propia presión de entrada.

Con este tipo de vaporización, las temperaturas alcanzadas al interior del sustrato, son muy fluctuantes, pudiendo llegar en algunos puntos a los 90º C, como en otros no superar los 30º C. Esto afecta la eficiencia de control de los patógenos, porque es necesario alcanzar temperaturas sobre 70º C, para controlar la mayoría de los organismos que pueden afectar el establecimiento y desarrollo posterior de las plantas en sustrato.

Vaporización activa.

El vapor de agua, aplicado bajo el sistema de vaporización activa, se aplica en un contenedor en el que se encuentra el sustrato. Los equipos, normalmente, pueden llegar a alcanzar una temperatura máxima de aplicación, en el volumen de sustrato, de entre 90 y 100º C (**Foto 3**), la cual tiene una distribución homogénea en el interior de él. Con un tiempo de proceso que varía de 40 a 60 minutos por metro cúbico de sustrato. No es aconsejable sobrepasar los 90º C, ya que sobre esta temperatura se destruyen organismos benéficos para el suelo, lo que podría originar una rápida proliferación de los microorganismos perjudiciales, posteriormente a la esterilización.

La aplicación de vapor activa, llamada también aplicación a presión negativa, se hace con equipos de proceso pasivo a los cuales



Foto 3.
Aplicación de vapor a sustratos en contenedor metálico, con temperaturas entre 90 y 100º C.

se les adiciona un extractor de aire (**Foto 4 y 5**). El extractor fuerza el paso del vapor a través del sustrato, logrando una disminución en los tiempos de desinfección de entre un 20% y 30%. Con este sistema activo el vapor se distribuye en forma más homogénea y se reduce el costo de desinfección, al requerir menor tiempo de uso de energía (petróleo y electricidad), es más eficiente. Con esta forma de vaporización, a los 30 minutos de estar funcionando el equipo, las temperaturas son más homogéneas, en cada punto del sustrato, fluctuando entre los 80 y 90º C. Esta condición de temperatura, hace más eficiente el control de patógenos.

Los equipos vaporizadores de sustratos, nacionales e importados, disponibles en el comercio, no cuentan con la implementación necesaria para trabajar el sistema de vapor activo. En todo caso es fácil adaptarlos, adicionándoles un extractor de aire que se puede construir en maestranzas locales.

Recomendaciones para la vaporización de sustrato

La aplicación de vapor, se realiza con el sustrato con un contenido de humedad entre un 15 a un 20% base peso seco. Una forma práctica de establecer el contenido adecuado de humedad, es tomando y apretando con la mano una muestra del sustrato, si de él se desprende agua, no tiene el contenido de humedad adecuado para la operación, por el contrario, si en la palma de la mano se percibe una leve humedad, es un buen indicador para vaporizar. Aplicaciones de vapor en sustratos saturados, son ineficientes porque el agua llena los macroporos de éste, impidiendo una adecuada difusión del vapor en su interior, además de favorecer la condensación de éste. Esto último es importante, porque al programar el volumen de sustrato a vaporizar, éste debe estar protegido de las lluvias, antes de la labor de vaporización.



Foto 4. Aplicación activa de vapor de sustratos.



Foto 5. Estractor de aire, que aumenta la eficiencia de paso del vapor en la aplicación activa.

Para mantener el sustrato limpio y evitar que se contamine luego de haber sido esterilizado, se requiere de un espacio protegido de trabajo del equipo y almacenamiento del sustrato. El lugar asignado debe contar con un espacio adecuado para que los operadores puedan trabajar sin peligro de accidentes.

Trabajos realizados por INIA, recomiendan no hacer uso del sustrato con aplicación de vapor, para siembra o plantación, hasta 24 a 48 horas después de aplicado el tratamiento y posterior ventilación, ya que, se produce una acumulación de nitrógeno amoniacal, por descomposición de la materia orgánica, el que en exceso puede ser tóxico para las semillas o plantas.

Elección de un equipo

La adquisición de un equipo vaporizador de sustrato, requiere primero un análisis, que permita estimar la conveniencia de incorporar este procedimiento al sistema productivo. Previo a la compra, se debe considerar la cantidad y tipo de sustrato utilizado anualmente, los meses de mayor demanda, la disponibilidad de un lugar físico, techado, para la ejecución del trabajo y almacenamiento del sustrato, suministro de agua, electricidad monofásica y combustible (petróleo). Existen en Chile, equipos vaporizadores que cuentan con una caldera y contenedor, diseñados para aplicar vapor en 1 m^3 de sustrato. Si se considera que tratar ese volumen, toma un tiempo de 40 a 50 minutos, en 8 horas de trabajo se pueden tratar 9,5 a 12 m^3 de sustrato.

Respecto al equipo que se va a adquirir, un aspecto importante a considerar es su capacidad de generar vapor, la cual debe concordar con el volumen de sustrato que se maneja en el predio. Se necesitan 15 a 20 kilos de vapor por metro cúbico de sustrato.



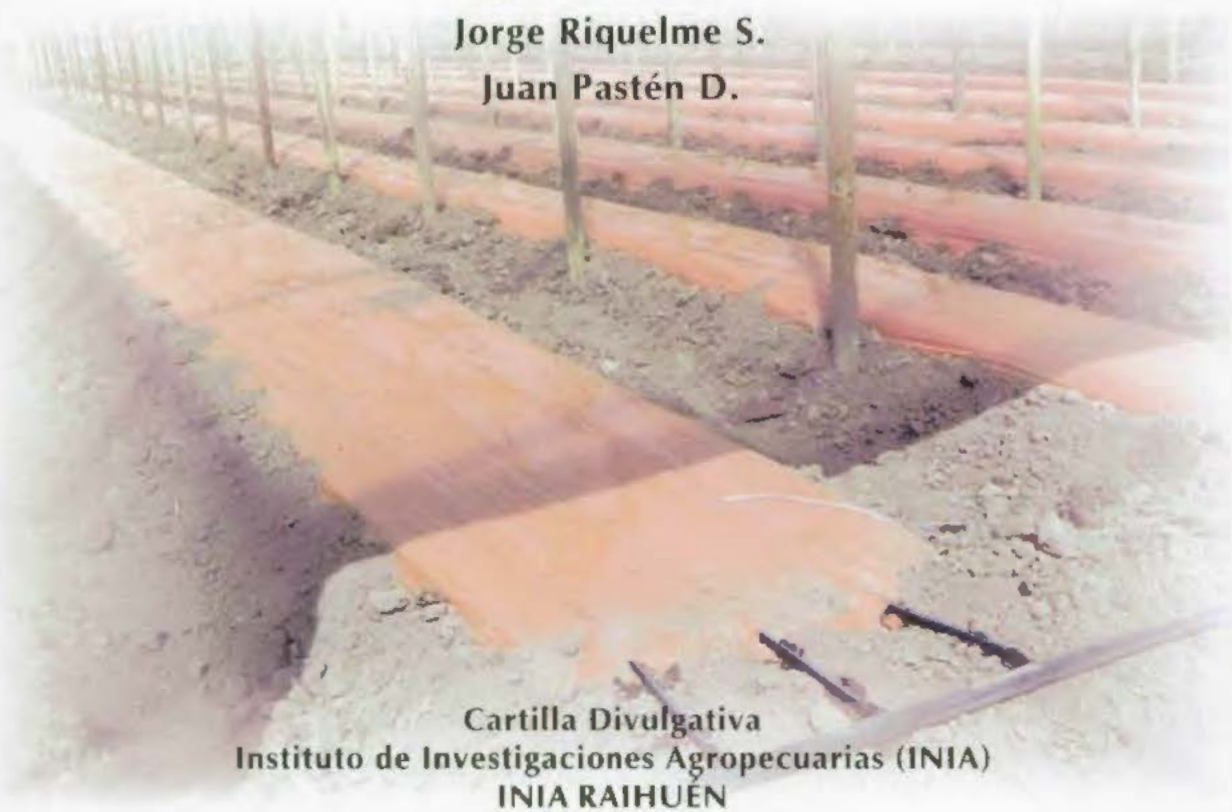
GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA - RAIHUÉN

GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Proyecto:
"Introducción de Alternativas Sustentables de Reemplazo al Bromuro de Metilo en la Producción de Tomates en Invernaderos de Colín"

Desinfección del Suelo con Metam Sodio para Almácigo y Plantación

Edmundo Varas B.
Jorge Riquelme S.
Juan Pastén D.



Cartilla Divulgativa
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
INIA RAIHUÉN

Marzo de 2005



Autores:
Edmundo Varas Bordeu
Ingeniero Agrónomo (INIA -Raihuén)
Jorge Riquelme Sanhueza
Ingeniero Agrónomo Dr. (INIA -Raihuén)
Juan Pastén Duarte
Ingeniero Agrónomo (Consultor)

Cita Bibliográfica:
Varas, E.; Riquelme, J. y Pasten, J. 2005. Desinfección de suelo con Metam Sodio para almácigo y plantación. Instituto de investigaciones Agropecuarias, INIA -Raihuen. Talca, Chile. Cartilla Divulgativa, 8 p.

INIA -Raihuén: Avda. Esperanza s/n. Estación Villa Alegre, Villa Alegre, VII Región, Chile. Casilla 34, San Javier.
Teléfono Fax (73) 381768, 381769, 381770.
E-mail: atorres@inia.cl

Esta Cartilla ha sido financiada por la
Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Diseño y Diagramación: Jorge Berríos V.
Impresión: Gutenberg ® Talca, 4 Sur 1175

Cantidad de ejemplares: 1.000

Talca, VII Región, Chile.

Introducción

Antecedentes bibliográficos, demuestran que por más de 30 años, el Metam Sodio se ha empleado con mucho éxito en el mundo como desinfectante de suelo, reduciendo substancialmente las poblaciones de nemátodos y hongos. También permite controlar las malezas y sus semillas en proceso de germinación, ya sean gramíneas o de hojas ancha, anuales o perennes. Entre los fumigantes químicos utilizados como alternativas de reemplazo al Bromuro de Metilo en los ensayos realizados por el INIA en la V Región, en tomate, ha sido el producto que presentó los mejores resultados y que puede ser una alternativa económica frente al Bromuro de Metilo, es por ello que ha sido incluido en los ensayos demostrativos en invernaderos de agricultores del sector de Colín, Maule, VII Región.

El nombre Metam Sodio, corresponde al ingrediente activo y actualmente se comercializa en Chile bajo dos marcas comerciales: BL -1480 y RAISAN-50. Este agroquímico al diluirse en el agua del suelo se descompone y da origen al gas metil isotiocianato (MIT), que es el que actúa sobre los organismos que controla.

Cualquier producto químico que se desee aplicar como fumigante o desinfectante de suelo, requiere de ciertas condiciones, generales o específicas, de suelo y manejo para lograr el máximo control de hongos, nemátodos, insectos y malezas. La literatura señala que la temperatura, humedad, textura y preparación de suelos son factores que están íntimamente ligados al comportamiento de los fumigantes de suelo, por lo que para lograr un óptimo resultado, es necesario saber cuales son las condiciones más adecuadas de aplicación de cada alternativa.



En el momento de la aplicación, el suelo debe tener una humedad media, equivalente a la considerada óptima para la siembra o plantación. El suelo debe ser humedecido por lo menos una semana antes de la aplicación, para estimular la germinación de las semillas de malezas y activar el crecimiento de nemátodos y hongos y poder así lograr un mejor control. En suelos secos, la gasificación es muy rápida sobre todo en la superficie, y no se consiguen concentraciones letales del fumigante. En contraposición en condiciones de alta humedad, una gran parte de los poros están saturados de agua, por lo que el gas difunde con dificultad y en forma desigual a través del suelo provocando una fumigación deficiente.

En cuanto a la temperatura, un suelo cuando tiene entre 10 y 25º C ofrece las mejores condiciones para lograr un adecuado efecto fumigante. Los microorganismos, semillas e insectos se activan a temperaturas superiores a 10ºC, luego, sobre esa temperatura tienen la sensibilidad necesaria a los fumigantes, que garantizan una rápida efectividad. Si la temperatura es inferior a 10ºC el proceso de acción es más largo y se prolonga el tiempo de espera para el trasplante del cultivo.

Con relación a la textura y el laboreo; en suelos arenosos y sueltos la difusión del fumigante es más rápida y efectiva, mientras que en aquellos pesados o arcillosos es más lenta, ya que el tamaño de los poros es menor, por lo que se requiere más tiempo para que el gas difunda en todo el perfil del suelo considerado. Para lograr una buena desinfección, el suelo debe estar bien mullido (a una profundidad de 25 a 35 cm), de modo que aumente la superficie de contacto entre el gas y los organismos que se quieren controlar, es importante retirar los restos del cultivo anterior. De acuerdo a las experiencias realizadas por INIA, bajo las condiciones de clima y suelos de Chile, para alcanzar una buena efectividad en el control hongos, nemátodos y semillas de malezas, lo recomendable es aplicar el Metam Sodio entre septiembre y marzo, que corresponde a los meses donde se tiene la certeza de alcanzar tem-

peraturas de suelo sobre los 10 º C. En este periodo se puede tener la seguridad, que el producto aplicado en forma líquida, por acción de la temperatura gasificará, lo cual permitirá que este se distribuya en el suelo, eliminando los patógenos que afectarán al cultivo posterior.

Para lograr un buen control, después que el suelo ha sido fumigado, es necesario sellarlo por varios días, con una cubierta de polietileno. Posteriormente, antes de establecer el cultivo, el suelo debe ventilarse por algún tiempo para prevenir daños a las plantas por eventuales residuos de los fumigantes utilizados. Para verificar que no queden residuos fitotóxicos en el suelo se pueden colucar algunas plantas de cultivos sensibles como plantines de lechuga, o sencillamente tomar una muestra de suelo en el área de aplicación, cuando se considere que se ha cumplido el tiempo de carencia del producto en el suelo, para lo cual se introduce en un frasco de vidrio transparente, sembrando algunas semillas de lechuga. Si el producto todavía está activo, las semillas no germinarán, y en caso contrario, es un indicador que el suelo está apto para sembrar o plantar.

La efectividad del Metam Sodio como desinfectante se relaciona con la velocidad de descomposición y de difusión de éste en el suelo, que además de las condiciones generales mencionadas anteriormente, se ve afectada por la temperatura, el pH y el contenido de materia orgánica. El pH afecta de manera considerable la descomposición del Metam Sodio; en la gran mayoría de los suelos agrícolas de pH neutro o ligeramente alcalinos, se obtiene mayor cantidad de MIT que en aquellos de pH ácido, en los que la eficiencia del producto es menor. En suelos ricos en materia orgánica el MIT se difunde con dificultad porque es absorbido por las partículas de ésta. El Metam Sodio no debe aplicarse sobre cultivos establecidos. Si existe algún cultivo o plantas cerca del área a fumigar, se debe dejar una distancia mínima de seguridad de diez metros, en especial cuando se trata de plantines en almaciguera o en bandeja, puesto que los gases pueden afectar a las plantas.

Para la producción de almácigos, se debe cultivar el suelo varios días antes del tratamiento y mantenerlo húmedo (no saturado) antes de la aplicación y cubierto con mulch de polietileno.

Desinfección de Suelos para Almácigo

Se aplica el Metam Sodio con un pulverizador hidráulico de mochila (Foto 1), utilizando una boquilla de abanico para aplicaciones en banda, preferentemente cubierta por una pantalla, para evitar la deriva y localizar adecuadamente el producto a fin de lograr el máximo rendimiento económico y la mínima contaminación del medio. La dosis de ingrediente activo (Metam Sodio) varía entre los 100 a 120 cc/m² de suelo efectivamente a sembrar.

Para determinar la superficie que efectivamente será fumigada, es necesario determinar el largo de la mesa de siembra y multiplicarlo por el ancho de esta, Por ejemplo si el largo de la mesa de siembra es de 10 m y el ancho de la misma es de 0,6 m, la superficie total será:



Foto 1. Aplicación del desinfectante con un pulverizador hidráulico de mochila.

Superficie total (m^2) = Largo de la mesa (m) x Ancho de la mesa (m).
Para el ejemplo anterior sería: Superficie total (m^2) = 10 (m) x 0,6 (m) = 6 m^2

La dosis de fumigante a utilizar se determina multiplicando la superficie total por la dosis recomendada. De esta manera si la dosis recomendada es de 120 cm^3/m^2 la dosis a utilizar será:

Dosis fumigante (cm^3) = Superficie total (m^2) x Dosis recomendada (cm^3/m^2)
Así: Dosis fumigante = 6 (m^2) x 120 (cm^3/m^2) = 720 (cm^3) = 0,72 (L)

La aplicación del producto debe realizarse diluyéndolo en agua, de manera que la solución aplicada posea una concentración de 2 a un 3%. Para determinar el volumen total de la mezcla fumigante más agua se aplica la siguiente relación:

$$\text{Volumen de la mezcla total (L)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L) x 100}}{\text{Porcentaje de concentración (\%)}}$$

De esta manera si la concentración recomendada es de 2,5% tenemos:

$$\text{Volumen de la mezcla total (L)} = \frac{0{,}72\ (L) \times 100}{2{,}5\ (\%)} = 28{,}8\ (L)$$

Si la capacidad medible del estanque del pulverizador de mochila es de 15 (L) calculamos la dosis de fumigante a aplicar mediante la siguiente relación:

$$\text{Dosis fumigante (L)} = \frac{\text{Capacidad estanque (L) x Porcentaje concentración (\%)}}{100}$$

$$\text{Así: Dosis fumigante (L)} = \frac{15\ (L) \times 2{,}5\ (\%)}{100} = 0{,}375\ (L) = 375\ (cm^3)$$

La manera correcta de llenar el estanque es poner 1/3 de agua, agregar la dosis calculada de fumigante para el estanque (375 cm^3) y luego agregar agua hasta completar los 15 (L). Una vez completada la aplicación del primer estanque se efectúa el llenado con el resto del producto (345 cm^3 del fumigante mezclado con agua hasta completar un volumen de 13,8 L).

Si desea saber en cuantos metros lineales de platabanda debe aplicar los 15 litros de capacidad del estanque de la bomba se puede hacer la siguiente relación:

$$\text{Metros de platabanda a fumigar} = \frac{\text{Capacidad de la bomba (L) x Largo de la platabanda (m)}}{\text{Volumen de la mezcla total (L)}}$$

Para los datos que se han puesto de ejemplo, con una bomba de 15 litros de capacidad se debería fumigar:

$$\text{Metros de Platabanda a Fumigar} = \frac{15\ (L) \times 10\ (m)}{28{,}8\ (L)} = 5{,}21\ m$$

De acuerdo al cálculo, considerando que la platabanda tiene 0,6 m de ancho los 15 litros de mezcla se deben distribuir en un largo total de 5 metros y 21 centímetros de platabanda.

La aplicación de la mezcla debe efectuarse distribuyendo la solución lo más homogéneamente posible sobre la superficie de suelo destinada al almácigo. Al finalizar la aplicación se debe volver a aplicar un volumen similar de agua en la superficie tratada, de esta manera el producto quedará bajo una película de agua y al mismo tiempo, permite limpiar el equipo utilizado. Una vez terminada esta operación se cubre la superficie con plástico y se mantiene cubierta 14 a 28 días (Foto 2).

Durante la aplicación se recomienda considerar todas las medidas de seguridad pertinentes a la aplicación de pesticidas, tanto en la preparación de la formulación como en su aplicación. Utilizar un traje de seguridad apropiado, guantes de vinilo, máscara con filtros, antiparras y botas. El operador debe estar debidamente capacitado y preferentemente contar con el carné de aplicador validado por el SAG.

Es conveniente que este tipo de aplicaciones sean supervisadas por un profesional a cargo de la aplicación, quien deberá recomendar el tiempo que deberá durar el tratamiento, el que basará su recomendación en las condiciones ambientales y tipo de suelo. Se estima que en un suelo de textura liviana, con buen drenaje y con temperaturas superiores a 10 °C, se deberá esperar entre 14 a 20 días, para la plantación. Si el suelo es pesado, con un alto contenido de materia orgánica o si permanece húmedo y frío después de la aplicación del producto se deberá dejar pasar un plazo de 20 a 28 días antes de la siembra. El tiempo de ventilación debe ser igual a la mitad del tiempo señalado para el tratamiento.





Foto 2. La superficie aplicada debe quedar bien cubierta con un plástico.

Luego de aireado el suelo se puede sembrar con tranquilidad. Para mayor seguridad se puede realizar el test de germinación, indicado anteriormente.

La literatura señala que Metan Sodio es muy usado en sistemas de manejo integrado de plagas, técnicas desarrolladas de sanidad, agentes de control biológico y métodos de pasteurización de suelo, como la solarización, agua caliente o vapor. Este producto no es compatible con soluciones ácidas y es corrosivo para el bronce y el cobre.

Desinfección de Suelos para Plantación

El suelo debe cultivarse varios días antes de efectuar el tratamiento. Deberá mantenerse antes de la aplicación húmedo (no saturado), libre de terrones, como así también se deberán instalar las cintas de riego y cubrir con el mulch de plantación.

El Metam Sodio se puede aplicar a través del sistema de inyección de fertilizante, para determinar la superficie que efectivamente será fumigada, será necesario determinar el largo de la mesa de plantación y multiplicarlo por el ancho de esta, y el resultado deberá ser multiplicado por el número de mesas del sector de riego.

De esta manera:

Superficie a fumigar (m^2) = Largo mesas (m) x Ancho mesas (m) x Nº de mesas

Por ejemplo si el largo de las mesas es de 45 m el ancho de las mesas es de 0,6 m y el sector de riego tiene 16 mesas, entonces:

Superficie a fumigar (m2) = 45 (m) x 0,6 (m) x 16 = 432 m^2

Las recomendaciones de dosis de producto para la desinfección de suelo para plantación varían entre 0,1 a 0,12 L/m^2 (equivalente a 100 a 120 cm^3/m^2) de suelo cultivado. Para obtener la dosis de fumigante a utilizar en el tratamiento se multiplica la superficie a fumigar por la dosis recomendada, de esta manera:

Dosis de fumigante (L) = Superficie a fumigar (m^2) x Dosis recomendada (L/m^2)

Así: **Dosis de fumigante (L) = 432 (m^2) x 0,12 (L/m^2) = 51,84 (L)**

Para obtener una correcta dosificación del producto en el sistema de riego se hace necesario determinar el caudal del sector de riego. Litros de agua que se aplican en una hora (L/hr). El que se obtiene mediante la siguiente relación:

Caudal sector de riego (L/hr) = Nº de cintas por mesa x Largo mesa (m) x Nº de mesas x Caudal cinta (L/ m lineal x hr)

Por ejemplo: ¿Cuál es el Caudal de un sector de riego que posee 2 cintas por mesa?, el largo de las mesas es de 45 m, el numero de mesas es de 16 y el caudal de la cinta es de 4L (litros que entrega por cada metro lineal de cintas en una hora).

Así: **Caudal sector de riego (L/hr) = 2 x 45 (m) x 16 x 4 (L/ m lineal x hr) = 5.760 (L/hr)**

La aplicación del producto deberá ser realizada de acuerdo al caudal de agua total del sistema de riego, de manera que la solución inyectada posea una concentración entre un 2 y un 3%. Sobre esta base se determina el tiempo de aplicación del fumigante de acuerdo a la concentración (%) recomendada. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de aplicación estimado (min)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L) x 6.000 (min/hr)}}{\text{Porcentaje de concentración (\%) x Caudal sector de riego (L/hr)}}$$

De esta manera si la concentración del producto recomendado es de 2,5%, ¿cuál será el tiempo de aplicación estimado para el ejemplo considerado?. Utilizando la fórmula tenemos:

$$\text{Tiempo de aplicación estimado (min)} = \frac{51{,}84\ (L) \times 6.000\ (min/hr)}{2{,}5\ (\%) \times 5.760\ (L/hr)} = 21{,}6\ (min)$$

Sobre la base del tiempo estimado de aplicación podemos determinar el caudal requerido para el equipo inyector, ya sea un Dosatron, Venturi o una bomba inyectora auxiliar. De esta manera el caudal de inyección se obtiene mediante la siguiente relación:

$$\text{Caudal de inyección o aspiración del producto (L/min)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L)}}{\text{Tiempo de aplicación estimado (min)}}$$

Entonces para el ejemplo analizado el caudal de inyección requerido será:

$$\text{Caudal de inyección o aspiración del producto (L/min)} = \frac{51{,}84\ (L)}{21{,}6\ (min)} = 2{,}4\ (L/min)$$

Se deberá ajustar entonces el caudal de inyección o de aspiración para que en un minuto de riego, el equipo inyecte o permita aspirar 2,4 L del producto. En todos los casos la dosis, el tiempo de aplicación y la concentración del fumigante deben ser cuidadosamente calculados. Cuando la aplicación se realice a través del sistema inyector de fertilizante, ubicado entre el espejo de agua y la bomba será necesario contar con una válvula de retención para evitar contaminar el pozo en caso de corte de luz u ocurra una falla en el sistema de bombeo.



Foto 3. Equipo de aplicación de Metam Sodio mediante riego por cinta.

Otra manera de verificar que el trabajo se está haciendo en forma adecuada, es ubicar el tambor del producto sobre una balanza, por ejemplo si el tambor del producto tiene un peso neto de 240 kg y contiene 200 L, debería descender proporcionalmente a medida que se le saca producto, de acuerdo al siguiente cálculo:

$$\text{Peso equivalente (Kg)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L) x Peso neto tambor (Kg)}}{\text{Volumen total producto (L)}}$$

$$\text{Peso equivalente (Kg)} = \frac{51{,}84\ \text{(L)} \times 240\ \text{(Kg)}}{200\ \text{(L)}} = 62{,}21\ \text{(Kg)}$$

De esta manera cuando la balanza indique (240 - 62,21) 177,79 kg, deberá detenerse la inyección del producto porque se habrá extraído 51,84 L.

Si no se dispone de una balanza, se puede verificar el descenso del volumen en el tambor del Metam Sodio. Por ejemplo si el tambor lleno con el producto tiene una altura de 100 cm y contiene un volumen de 200 L, también proporcionalmente debería descender a medida que se le saca producto, de acuerdo al siguiente cálculo:

$$\text{Altura equivalente (cm)} = \frac{\text{Dosis de fumigante (L)} * \text{Altura tambor (cm)}}{\text{Volumen total producto (L)}}$$

$$\text{Altura equivalente (cm)} = \frac{51{,}84\ \text{(L)} \times 100\ \text{(cm)}}{200\ \text{(L)}} = 25{,}9\ \text{(cm)}$$

De esta manera cuando la altura del liquido en el interior de estanque descienda a (100 - 25,9) 74,1 cm, deberá detenerse la inyección del producto porque se habrá extraído la cantidad requerida de 51,84 L.

Al finalizar la aplicación se debe continuar regando por un tiempo similar al de aplicación, de esta manera el producto, sufre una carga de agua que lo incorpora en profundidad, además que esto permite dejar lavadas las tuberías y cintas de riego.

Las recomendaciones sobre la duración del tratamiento, son similares a las señaladas para la desinfección de suelo para almácigos. El tiempo de ventilación corresponde a la mitad del tiempo total señalado. Para ello simplemente se rompe el mulch, donde se ubicara la planta. Luego de aireado el suelo se efectúa la plantación. Para mayor seguridad se puede realizar el test de germinación indicado para almácigo.

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA - RAIHUÉN

GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Proyecto:
"Introducción de Alternativas Sustentables de Reemplazo al Bromuro de Metilo en la Producción de Tomates en Invernaderos de Colín"

Biofumigación de Suelos para Almácigos y Plantación



Jorge Carrasco J.

Jorge Riquelme S.

Cartilla Divulgativa

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
INIA RAIHUÉN

Junio de 2004

Autores:
Jorge Carrasco Jiménez
Ingeniero Agrónomo Dr. (INIA - Rayentué)

Jorge Riquelme Sanhueza
Ingeniero Agrónomo Dr. (INIA - Raihuén)

Cita Bibliográfica:
Carrasco, J. y Riquelme, J., 2004. Biofumigación de Suelos para Almácigos y Plantación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Talca, Chile. Cartilla Divulgativa, 8 p.

INIA - Raihuén: Avda. Esperanza s/n. Estación Villa Alegre, VII Región, Chile. Casilla 34 San Javier. Teléfono fax (73) 381768, 381769, 381770 .
E-mail: atorres@inia.cl

Esta Cartilla ha sido financiada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Diseño, Diagramación y Dibujos: Jorge Berríos V.
Impresión: Gutenberg ® Talca, 4 Sur 1175

Cantidad de ejemplares: 1.000

Talca, VII Región, Chile.

Biofumigación de Suelos para Almácigos y Plantación

La Biofumigación de suelo es una técnica que permite utilizar la materia orgánica (residuos agrícolas y guanos), así como los productos de su descomposición, en el control de los patógenos presentes en el suelo. Los mejores resultados se logran cuando se utilizan rastrojos o residuos picados de algunas crucíferas, como repollo, brócoli, repollo de bruselas, coliflor. Estas especies en su descomposición liberan en el suelo sustancias tóxicas para hongos y nemátodos, como el Alli Isometiltiocianato. Esta liberación de sustancias tóxicas, sumado al efecto del aumento de la temperatura, producto de la descomposición de los residuos, favorece el control de hongos y nemátodos que afectarían al cultivo del tomate.

En el Proyecto que se esta realizando en Colín se ha utilizado como residuo: maíz verde picado junto con cascarilla de arroz más urea. También se están probando mezclas de guano de ave con caña verde de maíz picada o en mezcla con repollo verde picado.

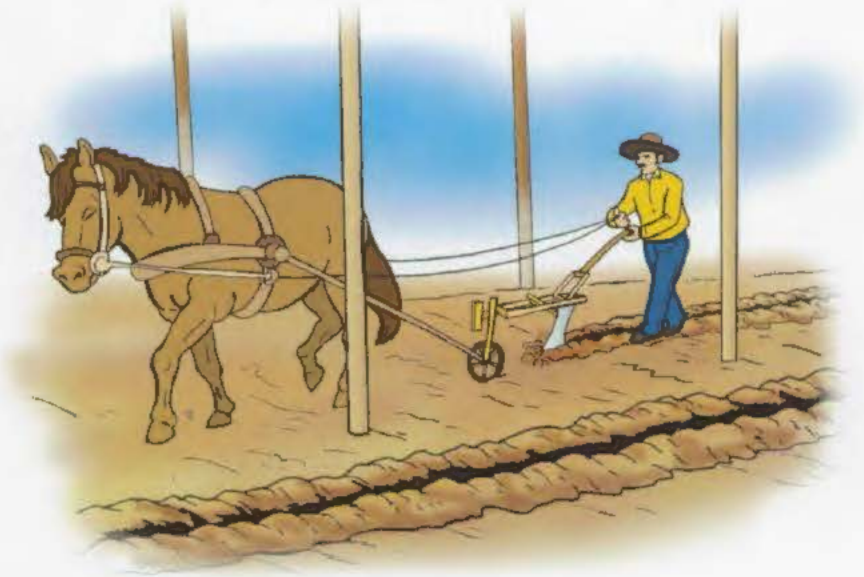
La biofumigación de suelo es de una alternativa basada en principios similares a la fumigación con Bromuro de Metilo, pero con la gran diferencia de que los gases liberados provienen de la descomposición de la materia orgánica, por lo tanto no afectan el medio ambiente. La adición de Urea junto a la materia orgánica aumenta el nivel de nitrógeno del sustrato orgánico e incrementa la calidad del amonio, y por lo tanto su efecto nematicida.

Para iniciar la biofumigación de los suelos a ser plantados con tomate u otra hortaliza, debe picar el rastrojo verde de repollo, brócoli o caña verde de maíz, también puede agregar cascarilla de arroz. Para picar los residuos se puede utilizar un pequeño motocultor, o una picadora de residuos.





En forma paralela al picado de residuos vegetales o rastrojos de cultivos, se debe abrir un surco con un arado de vertedera de tracción animal, sobre la hilera de plantación del tomate bajo invernadero o al aire libre. Este surco debe tener una profundidad de 15 a 20 centímetros.



Una vez abierto el surco se aplica en el interior de este, el residuo picado, teniendo la precaución de que se distribuya uniformemente en dosis de 20 a 40 kilos, por cada 10 metros a lo largo del surco.

Como ejemplo en los ensayos del proyecto se ha utilizado la siguiente mezcla:

Cascarilla de arroz	= 12 Kg
Ensilaje de maíz	= 24 Kg
Urea	= 1,5 Kg
Total	**37,5 Kg**

Para 5 m^2 equivalente a 7,5 Kg/m^2.



Para mejorar la relación carbono/nitrógeno, se debe adicionar además 1,5 a 3 kilos de urea en el interior del surco. La urea facilita la descomposición del residuo, además que libera amoniaco, lo que favorece el control de patógenos y nemátodos.



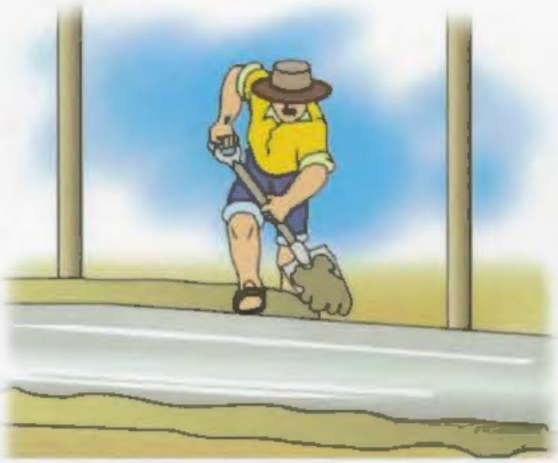


Una vez aplicado el residuo o rastrojo y la dosis de urea en el interior del surco, se debe tapar el surco, utilizando para ello nuevamente el arado de vertedera. con lo que también se termina de construir la mesa definitiva.

Inmediatamente de tapado el surco, se instala la cinta de riego para posteriormente mojar con abundante agua el área tratada.



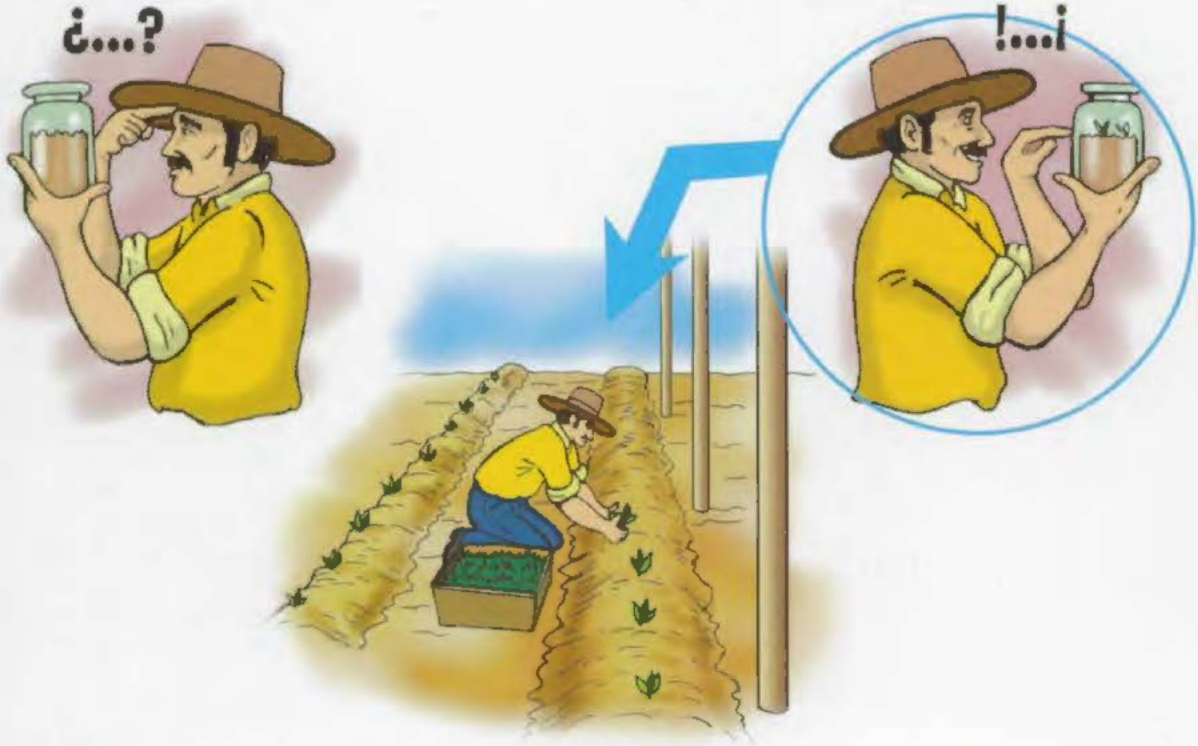
Una vez mojado el camellón de plantación, se cubre con plástico transparente (polietileno), afirmando los bordes con el suelo para evitar la deshidratación, pérdida de gases y temperatura.



Aproximadamente 40 o 50 días después de aplicado el residuo vegetal más la urea, se toma una muestra de suelo (suelo mezclado con los restos de residuos descompuestos) desde una profundidad de 15 centímetros y se ubica en el interior de un envase de vidrio y se siembran 10 a 12 semillas de lechuga.

Si la semilla, al cabo de 5 días, no germina, significa que terreno no está apto para ser plantado

Si las semillas han germinado, quiere decir que es el momento de plantar, sin riesgo de caída de plantas.



Señor agricultor, si sigue los pasos recomendados, puede obtener cosechas más abundantes, con tomates de mejor calidad y tamaño. Con esta técnica de biofumigación, puede llegar a obtener mejores rendimientos, lo que se traduce en más cajas de producción de tomate y además contribuye a no dañar la capa de Ozono.

