

El Bromuro de Metilo se aplica en sistemas de producción intensiva en el sector frutícola. Se utiliza para replantación y en viveros en una amplia variedad de frutales, parrones y nogales:

- Parrones productores de uva de mesa
- Cítricos – naranjos, limoneros
- Frutas con carozo – duraznos, nectarines, damascos, ciruelas, cerezas
- Paltos
- Frutas pomáceas – manzanas, peras
- Kiwi
- Olivos
- Nogales
- Almendros
- También se incluyen en este sector por factores prácticos, árboles forestales y ornamentales.

Las plantas que dependen fuertemente del Bromuro de Metilo son las parras, duraznos, duraznos pelados, ciruelas, cítricos y las paltas. Por lo tanto, el uso del Bromuro de Metilo es particularmente importante en la replantación de parras debido, por ejemplo, a que las variedades exigidas por el mercado cambian constantemente.

Así como en otros países Artículo 5, el Bromuro de Metilo en Chile no es utilizado por todos los agricultores del sector. Lo utilizan básicamente los pequeños productores. Estos productores no pueden mover la producción a otras tierras ni tampoco rotar con siembras menos valiosas, por lo tanto, para ellos el Bromuro de Metilo es importantísimo, y dependen de él para controlar enfermedades de los cultivos que se originan en el suelo y para subsistir. Existen por lo menos entre 3.175 y 4.400 agricultores (cifras conservadoras) que utilizan el Bromuro de Metilo en este sector, aunque el número se incrementa si se consideran los usos para replantación sobre el ciclo completo de cosecha de frutales (ver abajo).

Como se muestra en la Tabla 6 (más arriba), se estima que 127 toneladas de Bromuro de Metilo se utilizan en este sector para replantación de árboles y la producción de árboles pequeños en viveros. Esto representa el 34% del total de importaciones de Bromuro de Metilo. Dentro de este sector el desglose es 98 toneladas (77%) para replantación y 29 toneladas (22%) para viveros de árboles. Se estima que la mayoría del Bromuro de Metilo se utiliza en peras, ciruelas, cítricos, paltas y parras para uva de mesa.

El Bromuro de Metilo se utiliza para controlar las siguientes enfermedades de los cultivos que se originan en el suelo y que afectan a los árboles:

- Nemátodos como por ejemplo *MELOIDOGYNE*, *XIPHINEMA*
- Hongos como *PHYTOPHTORA*, *VERTICILLIUM*, *XYLARIA*, *ARMILLARIA*
- Bacteria y enfermedades como *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS*
- Malezas
- Insectos que se originan en el suelo

Con fines de replante, el Bromuro de Metilo se aplica a un área estimada de 245 hectáreas cada año. Sin embargo, es importante hacer notar que el área total tratada con Bromuro de Metilo para replante es mucho más grande que el área tratada en un año. Ya que las parras y árboles se replantan en ciclos de 10 a 30 años, esto implica que el área dependiente de Bromuro de Metilo para fumigación de replante es cercana a las 3.675 hectáreas en cualquier período de 15 años, y el doble de tal área durante 30 años o ciclo completo de cosecha.

En el caso de los viveros, se estima que cerca de 72.5 hectáreas han sido tratadas con Bromuro de Metilo cada año. La mayoría de los viveros utilizan Bromuro de Metilo cada dos años, por lo que cerca de 145 hectáreas dependen actualmente del el. Esto representa alrededor de 725 viveros.

El Bromuro de Metilo se encuentra disponible en contenedores de 1.5 libras (alrededor de 680 gramos) y de 220 libras (cerca de 100 kg.), en envases metálicos, tipo cantimplora, cuesta alrededor de 5.58 dólares por kilo. A veces es mezclado con cloropicrina en concentraciones de 75% a 98%. Los métodos de aplicación del Bromuro de Metilo son los siguientes:

a) Para replantación: El Bromuro de Metilo es comúnmente inyectado/introducido al suelo utilizando equipo diseñado en Chile hace años. El equipo consta de un arado que es arrastrado por un tractor para tratamiento en hileras y un aparato de inyección que introduce el Bromuro de Metilo a una profundidad de 30 centímetros en el suelo. Cuando se aplica tratamiento de punto, se utiliza un aparato manual de inyección. El suelo no se cubre con plásticos después de aplicar el Bromuro de Metilo. Los rangos de aplicación son de 400 a 500 kg/ha. El Bromuro de Metilo es aplicado tanto por agricultores, temporeros y también por personal especializado de compañías de fumigación. Se lo aplica en diferentes regiones de Chile entre los meses de Mayo y Octubre.

b) Para plantas en viveros: El suelo en almácigos de propagación ubicados al aire libre se cubre con plásticos y se fumiga manualmente dejando caer Bromuro de Metilo desde contenedores cilíndricos. Grandes extensiones de terreno también pueden ser tratadas. Si bien la aplicación recomendada en la etiqueta varía de 35 a cerca de 79 g/m<sup>2</sup> para viveros, el promedio típico es de 40 g/m<sup>2</sup>. Las fumigaciones son generalmente llevadas a cabo por los propios agricultores y temporeros. El Bromuro de Metilo se aplica normalmente entre los meses de Mayo y Agosto.

El Anexo 6 muestra información de materiales y costos de tratamientos de suelos utilizando Bromuro de Metilo.

## 6. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Modulo 1: Adaptación y ensayos para identificar alternativas efectivas y rentables

Módulo 2: Capacitación, difusión y transferencia de tecnología a usuarios de Bromuro de Metilo

Módulo 3: Conjunto de políticas

Se trata de un proyecto de eliminación con un pequeño componente demostrativo. El proyecto durará 5.5 años y se llevara a cabo en dos etapas. En la primera (Modulo 1) las alternativas serán adaptadas y probadas durante dos temporadas agrícolas. Los resultados de las pruebas serán objetivamente monitoreados y evaluados. Condicionado a la efectiva identificación de alternativas económicamente viables y efectivas para este sector, la segunda etapa (Modulo 2)

desarrollará un programa de extensión y capacitación que garantice que las alternativas tecnológicas sean adoptadas por los usuarios de Bromuro de Metilo. La segunda etapa del proyecto podrá llevarse a cabo sólo si se identifican las alternativas efectivas y económicamente viables. Sin embargo, la primera etapa ha sido diseñada de manera tal que garantice el desarrollo de tales alternativas (transfiriendo y adoptando alternativas de importantes países). Especialistas extranjeros trabajarán con especialistas chilenos para adaptar las técnicas a las condiciones locales y hacerlas viables para los agricultores.

### 6.1. Modulo 1 : Adaptación de alternativas

El Modulo 1 adaptará y probará técnicas alternativas para las variedades seleccionadas de frutales, evaluando su viabilidad económica y técnica frente a una amplia variedad de plagas, climas y condiciones agrícolas presentes en el sector de los frutales en Chile, en particular en áreas de replantación. Las técnicas más apropiadas serán seleccionadas por especialistas y agricultores. Subsecuentemente, la mejor de las técnicas será transferida a todos los usuarios de Bromuro de Metilo mediante programas de extensión y capacitación en el Modulo 2.

Cada sistema será sometido por lo menos a tres pruebas de campo. Las pruebas para replantación se implementarán en predios de cuatro regiones seleccionadas, con diferentes climas y condiciones (V, VI, IV y Región Metropolitana). Las pruebas para viveros también se llevarán a cabo en cuatro regiones con variados climas y condiciones para los usuarios de Bromuro de Metilo (V, VI, VII y la Región Metropolitana). Basado en los patrones de uso de Bromuro de Metilo, se han seleccionado las siguientes especies de árboles para las pruebas: perales, ciruelos, cítricos, paltos y parras para uva de mesa (Tabla 7). Más información se adjunta en el Anexo 1.

**Table 7: Plantaciones seleccionadas para los ensayos**

Durazneros
Ciruelos
Cítricos
Paltos
Parrones

#### 6.1.1 Técnicas alternativas

En Chile varios productos químicos han sido probados para sustituir el Bromuro de Metilo. Entre ellos se incluyen el Formaldehído, el Dazomet y el Enzone, pero ellos no son lo suficientemente efectivos por si solos. En el sector de Colchagua, métodos orgánicos de cosecha están siendo aceptados por los agricultores y podrían ofrecer algunas técnicas culturales como parte de sistemas de manejo integral de plagas.

El proyecto ha identificado técnicas alternativas que están siendo utilizadas con éxito parcial en otros países, y adaptarán estas técnicas a las condiciones y plagas específicas de Chile. Prácticamente todas las técnicas deben ser combinadas para poder controlar la gran variedad de especies de plagas. En todos los casos, las prácticas preventivas e higiene son parte fundamental del sistema de control de plagas. Los especialistas nacionales involucrados en este proyecto respaldan el enfoque de manejo integral de plagas recomendado por la CATBM.

Especialistas internacionales ayudarán en la adaptación de alternativas y capacitarán a los especialistas nacionales y técnicos de rango en los aspectos prácticos y teóricos de manera tal, que las técnicas sean sustentables. Si bien algunas de las plagas originadas en el suelo son conocidas (sección 5.1), es necesario al iniciar este proyecto, identificar la complejidad precisa de las especies de plagas responsables de enfermedades de replante en la mayoría de las especies de árboles. Una vez hecho esto, la mezcla precisa de técnicas para adaptación y las pruebas serán seleccionadas por especialistas nacionales y extranjeros en conjunto con los agricultores y otros inversionistas. El proyecto desarrollará alternativas de trabajo que se adecuen a las necesidades de los agricultores. Los coordinadores deberán prestar especial atención a las necesidades comerciales de los agricultores y de los pequeños productores.

Las alternativas pertinentes para Chile incluyen:

**a) Controles químicos**

No existe un producto químico de mejor desempeño que el Bromuro de Metilo en términos de consistencia y efectividad contra plagas. Algunos fumigantes/desinfectantes y pesticidas seleccionados serán probados, teniendo en mente el agente pesticida específico para cada cosecha. Será necesario estar provisto de combinaciones de productos y otros métodos de control, utilizando la propuesta de manejo integral de plagas. El INIA ha recibido cartas acuerdo de proveedores químicos tales como BASF y Novartis, quienes cooperarán y abastecerán de productos químicos específicos como Basamid, Herbicida Dual, el Nematicida Vertimex, y el fungicida Ridomil, dependiendo de la elección final de técnicas, las que serán determinadas después de que las plagas complejas precisas hayan sido identificadas al comenzar el proyecto.

**b) Practicas culturales y manejo integral de plagas**

En Nueva Zelanda una combinación de prácticas culturales, tales como enmiendas para suelos supresores de enfermedad y biocontroles desinfectantes de raíz han sido desarrollados y utilizados exitosamente para controlar la *Armillaria*. Los patrones resistentes pueden también jugar un rol importantísimo como parte de sistemas de manejo integral de plagas para enfermedades y plagas específicas. Las prácticas culturales como el manejo del riego pueden ser un factor de peso para controlar enfermedades como la *PHYTOPHTHORA*. Algunas combinaciones certeras de prácticas culturales serán adaptadas y puestas a prueba en cultivos clave. La implementación de sistemas basados en la experiencia requieren de un esfuerzo significativo de capacitación de técnicos y agricultores.

**c) Solarización con manejo integral de plagas – para regiones seleccionadas**

La solarización del suelo ocurre cuando el calor emitido por la radiación solar es atrapado bajo una cubierta de plástico para elevar la temperatura de la humedad del suelo, de manera tal que

llega a ser letal para las plagas que se originan en el suelo, incluyendo virus, insectos y ácaros. La solarización puede utilizarse también para el suelo de aquellos viveros que se haya contenido y almacenado en plásticos o en invernaderos plásticos durante los días de altas temperaturas. La efectividad de la solarización puede ser mejorada al ser combinada con otros tipos de control de plagas.

En relación con la solarización, varias regiones poseen clima de tipo mediterráneo, es decir, buenas condiciones climáticas. La radiación solar anual registrada en la región de Quillota (V Región) es de 9049,8 (cal/cm<sup>2</sup>/día), con 146,2 y 88,52 horas teóricas y horas reales de sol por año respectivamente, con temperaturas anuales promedio de entre 8,2 hasta 22,5 grados centígrados, es decir, una temperatura promedio anual de 15,25 °C. La Platina (en la Región Metropolitana) registra una radiación solar anual de 8995,4 (cal/cm<sup>2</sup>/día), con 146,2 y 90,1 horas teóricas y reales de sol por año respectivamente, con un promedio mínimo y máximo de temperaturas de 6,27°C y 21,56 °C y una temperatura promedio anual de 13,91 °C. La estación de Rengo (VI Región) registra 145,2 y 78,41 horas anuales teóricas y reales de sol por año respectivamente, con temperaturas mínimas de 6,69 °C y máximas de 20,69 °C, con una media de 13,69 °C y con un total de 8,955 (cal/m<sup>2</sup>/día). La radiación solar llega a ser incluso más alta en algunas regiones. Estas condiciones indicarían que el proceso de solarización es viable en algunos casos, dependiendo de la extensión del tratamiento, las plagas y los grados de control requeridos.

#### **d) Sustratos (viveros)**

Aunque no ha sido probado en Chile, la literatura técnica internacional señala que en los viveros y en los almácigos, los sustitutos sintéticos y naturales de suelo pueden ser utilizados para evitar problemas con nemátodos, bacteria, hongos y otras plagas. La efectividad de las materias orgánicas depende de su control de calidad y de las características químicas y físicas. Muchos sistemas de sustratos y sustratos importados son demasiado costos para su utilización en Chile, por lo que es de suma importancia probar materiales locales ya que serían rentables para los agricultores. Los materiales incluirán residuos de algas marinas y una mezcla de sustratos y corteza de pino (micro-organismos antagónicos y de supresión). Estos sustratos han sido seleccionados por el éxito que han alcanzado en otros países.

#### **e) Vaporización (viveros)**

La pasteurización del suelo se alcanza a temperaturas que oscilan entre los 70° y los 80° C. Esto reduce plagas y al mismo tiempo conserva la microflora del suelo que puede actuar como protectora, evitando la reinfestación. La esterilización del suelo a temperaturas de más de 80°C provee condiciones óptimas para la recolonización por organismos, incluyendo los patógenos (CATBM 1998), aunque cabe considerar que temperaturas más altas pueden producir fitotoxicidad. La vaporización de presión negativa es el método más eficiente en cuanto a la utilización de energía. Para este objetivo, el proyecto prevé la adquisición de un equipo de vapor (una unidad).

Tanto para la replantación como para los viveros, 4 técnicas serán examinadas ya que se requiere de distintas técnicas que serán utilizadas por diferentes usuarios, para diferentes tipos de cultivos y en distintas regiones. Comúnmente, los tratamientos deben ser combinados para ser más efectivos en el control de una amplia gama de plagas que son controladas por el Bromuro de Metilo. La ARMILLARIA requerirá de trabajo especial, por ser una plaga difícil de controlar. En todos los casos la práctica preventiva y el manejo de los huertos serán importantísimos en la obtención de experiencia en el manejo del control de plagas. Un acercamiento al manejo integral de plagas (enfocado en pestes/ plagas específicas que requieren de control y prácticas preventivas) se utilizará en todos los tratamientos, tal como lo aconseja el CATBM.

Las siguientes alternativas técnicas serán objeto de ensayos para replantación (en un sistema de manejo integral de plagas):

1. Pesticidas y fumigantes/desinfectantes seleccionados
2. Sistemas de manejo integral de plagas basados en prácticas culturales entre los que se incluyen patrones resistentes y técnicas para mejorar organismos del suelo supresores de enfermedad
3. Solarización como parte de sistemas de manejo integral de plagas – para regiones seleccionadas con temperaturas adecuadas y plagas limitadas
4. Control de Armillaria – adaptación de un sistema de manejo integral de plagas de nueva Zelanda

Las siguientes alternativas serán el punto central para árboles de vivero ( con prácticas preventivas en un sistema de manejo integral de plagas):

1. Vaporización
2. Sustratos
3. Solarización con manejo integral de plagas – para regiones seleccionadas con temperaturas adecuadas
4. Sistemas de manejo integral de plagas entre los que se incluyen fumigantes/desinfectantes, pesticidas, técnicas para mejorar organismos supresores del suelo

### **Talleres de iniciales de trabajo**

Al comenzar el proyecto se llevará a cabo un taller en cada región demostrativa para asistir en el diseño de los talleres específicos del proyecto en cada región. También se constituirá un grupo de asesores de inversionistas en cada región para que los productores continúen estando informados y sean considerados durante la implementación del proyecto. Esto garantizará que el proyecto siga siendo respaldado por distintos tipos de inversionistas (productores, especialistas, asociaciones de productores, agentes de extensión, etc. ). Los talleres contarán con entre 30 y 50 participantes y serán organizados por el INIA.

### **6.2 Modulo 2: Transferencia Tecnología, Capacitación y Difusión**

El Modulo 2 llevará a cabo actividades de transferencia de tecnología, capacitación y difusión. Esta es la segunda etapa del proyecto y se llevará a cabo siempre y cuando alternativas

económicas viables y efectivas sean previamente identificadas en la primera etapa. Esto es de suma importancia, ya que los productores deben tener certeza de que el importantísimo sector económico que ellos representan posee métodos viables de control de plagas.

Todas las organizaciones involucradas en el sector hortícola, así como también aquellas que apoyan comercialmente el sector agrícola estarán involucradas en el proyecto (ver sección 7). Entre ellas se incluye al INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, que lleva a la práctica la transferencia de tecnología y desarrolla actividades comerciales con los productores), el SAG (Servicio Agrícola y Ganadero, dependiente del Ministerio de Agricultura), el INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario), así como las asociaciones de agricultores, técnicos y personal de extensión que trabaja en el sector frutícola. El INDAP jugará un papel determinante, ya que es el encargado de llevar a cabo servicios de extensión y de apoyar comercialmente a los pequeños agricultores, en el proyecto, el INDAP se encargará de llevar a cabo la transferencia de tecnología especial, la capacitación, y de proveer servicios adicionales a nivel de predios como parte de los programas coordinados por el INIA.

Utilizando los resultados de los ensayos, el proyecto implementará un programa de capacitación para (i) capacitar a los instructores (técnicos, agricultores que pueden capacitar a otros agricultores, personal de extensión), y (ii) capacitar a los agricultores en el uso de alternativas. También conducirá actividades de campo, y editará folletos de producción, manuales técnicos y producirá un video. El INIA coordinará la capacitación y el programa de extensión. Será asistido por el INDAP, Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario, agencia encargada de actividades de extensión y de promover actividades para los pequeños agricultores.

Actividades de campo: Agricultores, técnicos y otros inversionistas serán llevados a sitios de demostración para observar los resultados alternativos en cada gran región. Las características, ventajas y limitaciones de las técnicas demostradas serán mostradas a los productores. También tendrán la oportunidad de discutir respecto a la necesidad de reemplazar el uso del Bromuro de Metilo en la producción agrícola.

Capacitación de instructores: El programa de capacitación comenzará tan pronto como las alternativas viables sean identificadas por los ensayos. Un detallado programa de capacitación será preparado, incluyendo manuales técnicos y material de enseñanza. Especialistas con experiencia en las alternativas seleccionadas ayudarán en la capacitación. 17 miembros elegidos de entre el personal de extensión (o técnicos con experiencia en extensión y capacitación) serán capacitados para ser Instructores Guía. Un taller de capacitación preparará durante 10 días a 17 Instructores Guía en los aspectos prácticos y teóricos de las alternativas y en métodos efectivos de capacitación. Aún más, 40 miembros del personal de extensión y técnicos que pueden actuar como agentes de extensión y difusión serán capacitados en talleres similares (aproximadamente 20 por taller).

Programas de capacitación para agricultores y personal de extensión: Los Instructores Guía procederán a entrenar a 1000 técnicos guía, personal de extensión y agricultores. Los individuos que serán capacitados serán previamente elegidos de acuerdo a la habilidad que posean para difundir efectivamente las alternativas a otros individuos en el sector. Los agricultores serán seleccionados para capacitación siempre que sean respetados por otros agricultores que tienden a copiar sus métodos de producción, y de acuerdo a la disposición que presenten para que otros

