

## ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL BROMURO DE METILO PARA LA DESINFECCIÓN DE SUELOS Y SUSTRATOS

**Fabiola Sepúlveda S.**  
Ingeniero Agrónomo  
fsepulvedas@inia.cl

**Jorge Carrasco J.**  
Ingeniero Agrónomo, Dr.  
jcarrasc@inia.cl

**Ana Morales R.**  
Técnico Agrícola  
amorales@inia.cl



El Bromuro de Metilo (BrMe) es un fumigante, que desde la década del 40, hasta la firma del Protocolo de Montreal, fue ampliamente empleado para desinfectar suelos y sustratos para el crecimiento de plantas, tanto en campo como en viveros. Sin embargo, por tratarse de una sustancia agotadora de la capa de ozono, se hace necesario su remplazo, como fumigante de suelos y sustratos.

Es evidente que el uso masivo del bromuro de metilo fue debido a su alta eficacia en el control de nematodos, hongos, bacterias y malezas, aún en condiciones de monocultivo intensivo, sin dejar residuos en el suelo y sin tener que esperar mucho tiempo para efectuar la próxima labor de plantación, transplante, replante o siembra.

Por los antecedentes mencionados anteriormente la experiencia mundial indica que el remplazo del bromuro de metilo por otro producto químico, tiene bajas posibilidades de sustentarse en el largo plazo, debido fundamentalmente a la dificultad de encontrar una

sustancia que muestre los mismos atributos en el alto potencial biocida, relativamente bajo costo, baja persistencia y fácil aplicación y que, además, no tenga riesgo de ser prohibido por las entidades regulatorias.

Sin embargo es posible identificar una serie de productos que, aplicados a suelo o sustrato, son eficientes en la esterilización de ellos. No obstante, no todos tienen los atributos del bromuro de metilo, diferenciándose en periodos de espera mayores, residualidad en el suelo, riesgo de contaminación en napas o aguas subterráneas y dificultad para su aplicación. Lo anterior refleja que, a pesar de algunos casos particulares, lo más frecuente será que el remplazo definitivo del bromuro de metilo como fumigante de suelos y sustratos, se alcance con una aplicación coordinada de una amplia batería de productos y/o estrategias tecnológicas de control de plagas, enfermedades y malezas.



## Alternativas Químicas al Bromuro de Metilo

Los productos que se describen en este informativo INIA son productos efectivos para reemplazar al bromuro de metilo, en su rol controlado por el Protocolo de Montreal y que es el de fumigante de suelo y sustrato. Son productos que han demostrado ser consistentemente efectivos y que están siendo validados y evaluados por INIA Ururi, en el valle de Azapa, región de Arica y Parinacota.

### Metam-Sodio (N-metil-ditiocarbamato de sodio anhidro)

Este producto se emplea mundialmente con bastante éxito, para el control de nematodos (Fotografía 1), hongos y malezas, incluida sus semilla.

El metam-sodio, 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 existentes en el suelo o sustrato. Su descomposición, grado de difusión y, en consecuencia, su efectividad de control, como todos los fumigantes, depende de la temperatura, humedad, textura y preparación del terreno.

Pero, para este caso, la efectividad además, está influida por el pH y el contenido de materia orgánica del suelo. El pH del suelo afecta, de manera considerable, la descomposición del metam-sodio, en el sentido que en suelos con pH neutro o ligeramente alcalino, se obtiene más MIT que en los de pH ácido, condición bajo la cual, la eficiencia es menor. Esta cualidad favorece la aplicación en los suelos del valle de Azapa, debido a que estos se caracterizan por ser ligeramente alcalinos a alcalinos.

Además, en soluciones alcalinas concentradas (2-3 %), inyectadas al suelo, el metam-sodio es estable, descomponiéndose en varios días, mientras que en soluciones diluidas (< 1%), se descompone en pocas horas, no siendo aconsejable su aplicación. Por ello para garantizar la efectividad de la desinfección, es aconsejable hacer un análisis del agua por emplear en laboratorio especializados, para conocer la alcalinidad de la solución y controlar el aporte de agua durante el tratamiento y el sellado.



**Fotografía 1.** Nódulos e hinchazones causados por el nematodo de la raíz (*Meloidogyne spp.*) en tomate.



**Fotografía 2.** Aplicación de Metam-Sodio, a través, de un equipo inyector "venturi".

La materia orgánica y la temperatura del suelo o sustratos son dos factores importantes, para una adecuada acción del producto. En suelos ricos en materia orgánica (4% y más), el MIT difunde con dificultad, porque es absorbido por las partículas orgánicas. En general los suelos del norte de Chile se caracterizan por poseer un bajo porcentaje de materia orgánica ( $\leq 1\%$ ).

Respecto de la temperatura de suelo, se requiere una temperatura sobre 12°C en el suelo o sustrato, actuando por 8 a 10 días continuos, para que el producto gasifique bien y ejerza el efecto controlador de patógenos, insectos y semillas de malezas, que se busca.



**Cuadro 1.** Tiempo de acción y tiempo de ventilación de la desinfección de suelo con metam-sodio, para tomate y pimiento en invernaderos.

Cultivos	Tiempo de acción (días)	Tiempo de ventilación (días)	Tiempo total (días)
Primor (otoño)	12-14	12-14	24-28
Tardío (verano)	6-8	8-10	14-18

### Recomendaciones generales de aplicación

**Aplicación:** Es recomendado para suelos destinados a cultivos hortícolas, ornamentales, frutales y forestales. No debe aplicarse en cultivos ya establecidos. Si existe algún cultivo a plantación, en las proximidades del sitio a fumigar, se debe dejar una distancia mínima de diez metros desde sus deslindes. Este fumigante puede ser aplicado en cualquier época del año, antes de la plantación o siembra, teniendo en cuenta un suelo mullido, con una temperatura superficial (a 20 cm) entre 12 y 24 °C y una humedad similar a la existente en el suelo cuando se va a transplantar hortalizas.

**Dosis:** Las dosis de ingrediente activo recomendadas, oscilan entre 80 y 120 cc m<sup>-2</sup> (0,08 a 0,12 L m<sup>-2</sup>) de suelo efectivamente cultivado. Con bajos niveles de infestación de hongos, nematodos o insectos, se puede aplicar dosis bajas a medias (80 a 100 cc m<sup>-2</sup>). Por el contrario, con altos niveles de infestación, se requiere de dosis mayores (120 cc m<sup>-2</sup> o más); estas dosis altas son igualmente necesarias para un efectivo control de malezas.

Por último, otra recomendación muy importante es que nunca se debe lavar los equipos utilizados en la aplicación, en cursos de agua - sean naturales o artificiales- dado que sus residuos son tóxicos para los peces o para los animales que puedan beber de ellos.

**Sistema de aplicación:** En el caso de tomate en invernadero, se debe aplicar el metam-sodio sobre los camellones 30 a 25 días previos a la plantación. La aplicación puede hacerse directamente a través del sistema de riego por goteo (utilizando cintas o goteros) o, bien, por una vía mecánica utilizando para ello un equipo inyector con "venturi" o "dosatrón" (Fotografía 2). Esta forma de aplicación requiere del uso de polietileno para cubrir el área tratada, evitando pérdidas de producto en su proceso de gasificación. Para el sellado en los invernaderos, se puede utilizar polietileno estándar o usar plásticos menos permeables, que permiten un mejor aprovechamiento del gas biocida (mulch).

**Tiempo de acción:** Para obtener un buen control con este fumigante, el suelo se debe mantener sellado por un periodo de 6 a 12 días, dependiendo de la época del año (Cuadro 1). Sin embargo, si se dan una o más de las siguientes condiciones:

- ✓ Suelos muy compactos o compactados
- ✓ Alto contenido de materia orgánica
- ✓ Temperatura inferior a los 10°C
- ✓ Humedad excesiva durante el proceso de desinfección

Debe prolongarse el tiempo de acción por una semana más, con el fin de asegurar un adecuado control.

Los tiempos de ventilación necesarios, previo al establecimiento de cultivos de tomate y pimiento en invernadero se señalan en el cuadro 1.



**Fotografía 3.** Perforación del plástico o mulch, para ventilar el suelo.

## Agrocelhone

Producto emulsionado, fumigante de suelos, en forma de líquido inyectable, con acción nematocida y fungicida. Su composición es una mezcla de 1,3-dicloropropeno 79% p/v (59,6% p/p) y cloropicrina 46% p/v (34,6% p/p).

Posee una densidad relativa de 1,33 kg L<sup>-1</sup> y un límite de inflamabilidad, a los 68 °C. Sus aplicaciones se encuentran autorizadas para frutilla, tomate, pimiento, vid y frutales.

Posee acción contra nematodos y hongos del suelo, que atacan la raíz y el cuello de las plantas.

### Condiciones de aplicación

**Preparación de suelo:** el suelo debe estar limpio del cultivo anterior, bien mullido y libre de terrones. Para ello, se debe pasar una rastra de discos y arado cincel, a una profundidad mínima de 35-45 cm. Para aumentar la penetración del producto, también se recomienda una labor con rotovator, con el objeto de micro nivelar el terreno y facilitar su distribución, que este se encuentre relativamente húmedo (estado friable) y con temperatura sobre 12 °C, con la finalidad de aumentar la efectividad sobre los patógenos.

**Modo de empleo:** Se aplica en presiembra o preplantación del cultivo, sobre suelo desnudo, a unos 25-30 cm de profundidad mediante técnicas de inyección mecánica, a todo el terreno o localizado sobre el camellón de plantación. las máquinas inyectan el producto en el suelo al mismo tiempo que lo sellan con lámina de polietileno que se mantendrá al menos 10 días en el caso de aplicación a todo terreno.

**Dosis:** Las dosis empleadas en el cultivo del tomate y pimiento son de 300-400 L ha<sup>-1</sup>. En suelos de textura arcillosa, se puede reducir la dosis hasta un 20%. En tratamientos localizados en la hilera de plantación, la dosis por hectárea variará según el marco de plantación.

**Sellado de la superficie del suelo:** Se debe sellar la superficie con plástico, en tratamientos localizados, donde el sellado del suelo se ha realizado con plástico polietileno, este se puede dejar durante todo el cultivo y a los 14 días de realizada la aplicación del producto se perforara el plástico, de tal forma que los agujeros coincidan con la ubicación posterior de las plantas (Fotografía 3).

**Tiempo de seguridad:** Antes de plantar, debe dejarse transcurrir, al menos 25 a 28 días, desde la aplicación del fumigante.



**Fotografía 4.** Cultivo de tomate establecido en un suelo desinfectado con Agrocelhone, en el valle de Azapa.

### Referencia Bibliográfica

- González, S. (ed.) 2006. Bromuro de Metilo: un fumigante en retirada. Santiago, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Libros INIA N°20. 174 p.

**Permitida la reproducción del contenido de esta publicación, citando la fuente y el autor.**  
INIA – URURI, Magallanes 1865, Arica, Región de Arica y Parinacota, Chile. Teléfono (58) 313676.