

## RESOLUCIÓN 0271

### EL DIRECTOR EJECUTIVO DE LA AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO – AGROCALIDAD

#### CONSIDERANDO:

**Que**, el inciso 2 del artículo 400 de la Constitución de la República del Ecuador, declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país;

**Que**, en el marco de la Organización Mundial del Comercio (OMC), El Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF), establece que los países miembros tienen derecho a adoptar las medidas sanitarias y fitosanitarias por la autoridad competente, necesarias para proteger la salud y la vida de las personas y de los animales o para preservar los vegetales;

**Que**, el artículo 1 de la Ley de Sanidad Vegetal publicada en el Registro Oficial No. 315 del 16 de abril del 2004 establece que le corresponde al Ministerio de Agricultura a través del SESA hoy la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro – AGROCALIDAD, estudiar, prevenir y controlar las plagas, enfermedades y pestes que afecten a los cultivos agrícolas;

**Que**, el artículo 4 de la Ley de Sanidad Vegetal publicada en el Registro Oficial No. 315 del 16 de abril del 2004 establece que previamente a la importación de material vegetal de propagación o consumo, inclusive el requerido por entidades públicas y privadas, para fines de investigación, deberá obtenerse permisos de sanidad vegetal expedido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería;

**Que**, mediante Decreto Ejecutivo N° 1449 publicado en el Registro Oficial N° 479 del 2 de diciembre de 2008, se reorganiza el Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria transformándolo en Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro - AGROCALIDAD, como una entidad técnica de Derecho Público, con personería jurídica, patrimonio y fondos propios, desconcentrada, con independencia administrativa, económica, financiera y operativa; con sede en Quito y competencia a nivel nacional, adscrita al Ministerio de Agricultura y Pesca;

**Que**, mediante Acción de Personal No. 290 del 19 de junio del 2012, el Señor Javier Ponce Cevallos, Ministro de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, designa, al Ing. Diego Vizcaíno, como Director Ejecutivo de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro - AGROCALIDAD;

**Que**, mediante Memorando Nro. MAGAP-CSV/AGROCALIDAD-2016-000794-M, de 20 de octubre de 2016, el Coordinador General de Sanidad Vegetal manifiesta que Los tratamientos forman parte integral del sistema de cuarentena vegetal, por lo que, como parte del cumplimiento del objetivo de impedir el ingreso, establecimiento y/o dispersión de plagas que afecten la sanidad de los vegetales, se elaboró el Manual de tratamientos fitosanitarios, el mismo que es aprobado mediante sumilla inserta en el documento;

En uso de las atribuciones legales que le concede el Decreto Ejecutivo No. 1449 y el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por procesos de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro – AGROCALIDAD.

## RESUELVE:

**Artículo 1.-** Aprobar el "**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**", documento que se adjunta como Anexo de la presente Resolución y que forma parte íntegra de la misma.

**Artículo 2.-** Dadas las características de dinamismo de las acciones que contempla este Manual y todos aquellos aspectos que en determinado momento pueden ser objeto de reglamentación, se requiere una constante actualización mediante la sustitución de páginas y/o apartados. Cualquier modificación del presente Manual requerirá de la aprobación del Director Ejecutivo de AGROCALIDAD. Las páginas y/o apartados que sean modificados serán sustituidas por nuevas las cuales deberán llevar la fecha en la cual se efectuó la modificación, dichas modificaciones se publicarán en la página WEB de AGROCALIDAD.

**Artículo 3.-** Por incumplimiento a lo dispuesto en la presente Resolución se aplicará las disposiciones establecidas en la Ley de Sanidad Vegetal, su reglamento y demás normativas aplicable para el efecto.

### DISPOSICIÓN GENERAL

**Única.-** El texto de la presente Resolución se publicará en el Registro Oficial y el Anexo descrito en el Artículo 1 de esta Resolución "**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**", se publicará en la página Web de AGROCALIDAD, encárguese a la Coordinación General de Sanidad Vegetal de AGROCALIDAD.

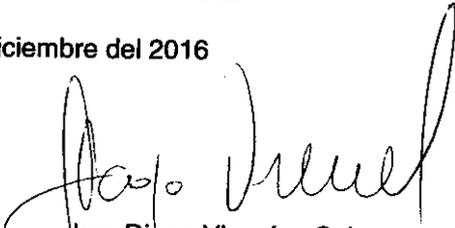
### DISPOSICIONES FINALES

**Primera.-** De la ejecución de la presente Resolución encárguese a la Coordinación General de Sanidad Vegetal, a las Direcciones Distritales y Articulación Territorial, Direcciones Distritales y a las Jefaturas de Sanidad Agropecuaria de AGROCALIDAD.

**Segunda.-** La presente Resolución entrará en vigencia a partir de su suscripción sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.

### COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE.

Dado en Quito, D.M. 01 de diciembre del 2016

  
Ing. Diego Vizcaíno Cabezas  
**Director Ejecutivo de la Agencia Ecuatoriana  
de Aseguramiento de la Calidad  
del Agro - Agrocalidad**

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

**Edición No: 2**

**Fecha de Aprobación: 21/03/2019**

**PROCESO: SANIDAD VEGETAL**

**SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO**

## **REPÚBLICA DEL ECUADOR**

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA.**

**AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y  
ZOOSANITARIO**

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No: 2</b>
	<b>Fecha de Aprobación: 21/03/2019</b>
<b>PROCESO: SANIDAD VEGETAL</b>	<b>SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO</b>

### TABLA DE RESPONSABILIDADES

#### Elaboración Gestión de Control y Seguimiento Cuarentenario Vegetal.

Nombre	Cargo	Firma
Ing. Velia Arriagada	Consultora	Documento producto de una consultoría realizada en 2010
Ing. Verónica Manrique	Analista Sanidad Vegetal	
Ing. Ronald Méndez	Analista Sanidad Vegetal	

#### Revisión Técnica Coordinación General de Sanidad Vegetal

Área	Nombre	Cargo	Firma
Coordinación General de Sanidad Vegetal	Ing. Mónica Gallo	Coordinadora	
Dirección de Vigilancia Fitosanitaria	Ing. Verónica Tipán	Directora (E)	
Dirección de Control Fitosanitario	Ing. Verónica Manrique	Directora (E)	
Dirección de Certificación Fitosanitaria	Ing. Daniela Cerón	Director (E)	

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	Edición No: 2
	Fecha de Aprobación: 21/03/2019
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

## SECCIÓN 1. Control, expedición, revisión y distribución

Este documento y sus subsiguientes revisiones son expedidos y controlados por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario – AGROCALIDAD. El documento es distribuido a todas las localidades dentro de la República de Ecuador, donde se ejecutan las actividades y procesos descritos en el mismo.

El documento se expide solo en copias controladas a los funcionarios identificados en la siguiente tabla, esto asegura que cuando se realizan cambios al documento, los funcionarios identificados se hagan responsables de su aplicación.

Este documento se encuentra disponible en la página web: [www.agrocalidad.gob.ec](http://www.agrocalidad.gob.ec) y será distribuido a los siguientes funcionarios:

Copia del Manual No.	Funcionario	Localidad
1	Archivo AGROCALIDAD	Quito-Planta Central
2	Coordinación General de Sanidad Vegetal	Quito-Planta Central
3	Dirección Jurídica	Quito – Planta Central
4	Dirección de Control Fitosanitario	Quito-Planta Central
5	Dirección de Vigilancia Fitosanitaria	Quito-Planta Central
6	Dirección de Certificación Fitosanitaria	Quito-Planta Central
7	Dirección Distrital Tipo A- Zona 1	Lago Agrio
8	Dirección Distrital Tipo A- Zona 2	Quito
9	Dirección Distrital Tipo A- Zona 3	Ambato
10	Dirección Distrital Tipo A- Zona 4	Santo Domingo de los Colorados
11	Dirección Distrital Tipo A- Zona 5	Guayaquil
12	Dirección Distrital Tipo A- Zona 6	Azogues
13	Dirección Distrital Tipo A- Zona 7	Machala
14	Inspectores Fitosanitarios	Nivel Nacional
15	Biblioteca de AGROCALIDAD	Quito – Planta Central

Dadas las características de dinamismo de las acciones que contempla este manual y todos aquellos aspectos que en determinado momento pueden ser objeto de reglamentación, se requiere una constante actualización mediante la sustitución de hojas. Las hojas que sean modificadas serán sustituidas por nuevas las cuales deberán llevar la fecha en la cual se efectuó la modificación y la disposición que la autoriza.

Cualquier modificación del presente manual requerirá de la aprobación del Director Ejecutivo de la Agencia.

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No: 2</b>
	<b>Fecha de Aprobación: 21/03/2019</b>
<b>PROCESO: SANIDAD VEGETAL</b>	<b>SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO</b>

## SECCIÓN 2: Tabla de contenidos

<b>SECCIÓN 1. Control, expedición, revisión y distribución .....</b>	<b>3</b>
<b>SECCIÓN 2: Tabla de contenidos .....</b>	<b>4</b>
<b>SECCIÓN 3: Introducción. ....</b>	<b>5</b>
3.1 Objetivo .....	5
3.2 Alcance.....	5
3.2 Definiciones y abreviaturas.....	5
3.4 Base Legal .....	7
3.5 Punto oficial de contacto, Organización Nacional de Protección Fitosanitaria de la República de Ecuador.....	7
<b>SECCIÓN 4: Tipos de tratamientos. ....</b>	<b>8</b>
4.1 Tratamientos de fumigación .....	8
4.1.1 Tratamiento con fosfina .....	8
4.1.2 Fumigación con bromuro de metilo (BM).....	24
4.2.1 Tratamientos de inmersión de plantas en pesticidas .....	58
4.2.2 Desinfección de semillas .....	63
4.3. Tratamiento hidrotérmico.....	65
4.4. Irradiación.....	73
4.4.1. Eficacia .....	73
4.4.2. Aplicación .....	74
4.4.3. Medidas de seguridad fitosanitaria en la instalación que ofrece el tratamiento.....	74
4.4.4 Etiquetado .....	75
4.4.5. Aprobación de las instalaciones Tratamiento de irradiación.....	75
<b>SECCIÓN 5: Autorización de empresas para tratamientos fitosanitarios de plagas reglamentadas.....</b>	<b>76</b>
<b>SECCIÓN 6: Anexos .....</b>	<b>77</b>
Anexo A Registro de tratamiento de fumigación con bromuro de metilo.....	77
Anexo B Formulario para habilitación de sitios de fumigación con bromuro de metilo como tratamiento cuarentenario.....	79
<b>SECCIÓN 7. Control de cambios.....</b>	<b>81</b>

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

**SECCIÓN 3: Introducción.**

**3.1 Objetivo**

- Establecer y estandarizar los procedimientos para realizar los tratamientos fitosanitarios, y precisar los requerimientos de seguridad que permitirán mejorar sustancialmente la realización de tratamientos efectivos contra las plagas y seguros para las personas y el medio ambiente.

**3.2 Alcance**

Este manual se aplica a todas las personas naturales o jurídicas que realicen tratamientos fitosanitarios para plantas, productos vegetales y artículos reglamentados en Ecuador.

La CIPF define tratamiento como el Procedimiento **oficial** para matar, **inactivar** o eliminar **plagas** o ya sea para esterilizarlas o **desvitalizarlas** [FAO 1990; revisado FAO, 1995; NIMF n.º 15, 2002; NIMF n.º 18, 2003; CIMF, 2005].

En este caso estos tratamientos se referirán a aquellos destinados a controlar plagas que Ecuador considera cuarentenarias y que tiene establecidos en sus medidas fitosanitarias y que se encuentran implementados en Ecuador y a aquellos tratamientos que le son exigidos a Ecuador para exportar sus plantas y productos vegetales a distintos mercados y que son realizados en el país o en tránsito.

Este manual solo es útil en la medida que el personal se encuentre capacitado, las empresas autorizadas y el personal dotado de los equipos básicos mínimos para operar.

**3.2 Definiciones y abreviaturas**

**Definiciones**

<b>Contaminación</b>	Presencia de <b>plagas</b> u otros <b>artículos reglamentados</b> en un <b>producto básico</b> , lugar de almacenamiento, medio de transporte o contenedor, sin que constituya una <b>infestación</b> (véase <b>infestación</b> ) [CEMF, 1997, revisado CEMF, 1999]
<b>Desorción</b>	Separar una molécula o átomo adherido en una superficie. (Término no estandarizado en la CIPF)
<b>Eficacia (del tratamiento)</b>	Efecto definido, mensurable y reproducible mediante un tratamiento prescrito [NIMF n.º 18, 2003]
<b>Fumigación</b>	Tratamiento con un agente químico que alcanza al producto básico en forma total o principalmente en estado gaseoso [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]
<b>Fumigación al vacío</b>	Proceso de liberar un gas en una cámara de donde se ha extraído la mayor parte del aire
<b>Infestación (de un producto básico)</b>	Presencia de una plaga viva en un producto básico, la cual constituye una plaga de la planta o producto vegetal de interés. La infestación también incluye infección [CEMF, 1997; revisado CEMF, 1999]

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

<b>Nivel de exposición ocupacional (TLV) – Tiempo promedio ponderado (TWA)</b>	Son la máxima concentración a la cual una persona puede estar expuesta repetidamente sin que el gas afecte su salud, basado en 8 horas al día y 40 horas a la semana.
<b>Plaga cuarentenaria</b>	Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no está extendida y se encuentra bajo control oficial [FAO 1990; revisado FAO, 1995; CIPF, 1997; aclaración, 2005]
<b>Sorción</b>	Retención de una sustancia por otra cuando están en contacto; incluye las operaciones de absorción, adsorción, intercambio iónico y diálisis (Término no estandarizado en la CIPF).
<b>Tratamiento Fitosanitario</b>	Procedimiento oficial para matar, inactivar o eliminar plagas o ya sea para esterilizarlas o desvitalizarlas [FAO 1990; revisado FAO, 1995; NIMF n.º 15, 2002; NIMF n.º 18, 2003; CIMF, 2005]
<b>Tratamiento térmico</b>	Proceso mediante el cual un producto básico es sometido al calor hasta alcanzar una temperatura mínima, durante un período mínimo, conforme a especificaciones técnicas oficiales [NIMF n.º 15, 2002; revisado CIMF, 2005]

**Abreviaturas**

AFAS	Sistema Australiano para Acreditación en Fumigación
AQIS	Australian Quarantine Inspection Service
CAN	Comunidad Andina
CFE	Certificado Fitosanitario de Exportación
CIPF	Convención Internacional de protección Fitosanitaria
CGSV	Coordinación General de Sanidad Vegetal
CT	Concentración Tiempo
EPP	Equipo de protección personal
DAFF	Department of Agriculture, Forestry and Fish, Departamento de Agricultura, Forestal y Pesca
LMR	Límite Máximo de Residuos
NIMF	Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias
ONPF	Organización Nacional de Protección Fitosanitaria
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero (ONPF de Chile)
TVL	Thershold Value Limit, Nivel de exposición ocupacional
TWA	Thershold Weigth AVERAGE, Tiempo promedio ponderado
PAN	Presión atmosférica Normal
PPQ	Plant Protection and Quarantine (Servicio de Cuarentena Vegetal de Estados Unidos)
USDA	United States Department of Agriculture

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

### 3.4 Base Legal

- Nuevo Texto Revisado Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (1997)
- Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias (NIMF) N° 28. Tratamientos Fitosanitarios para plagas reglamentadas
- USDA. Treatment Manual<sup>1</sup>
- Decisión 804 de la Comunidad Andina – Norma para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola
- Resolución 630 de la Comunidad Andina, Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola
- Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria del 03 de julio de 2017.
- Resolución 133 Manual General de Cuarentena Vegetal del 15 de mayo del 2014.
- Decreto Ejecutivo No. 1429 publicado en Registro Oficial No. 420 de 19 de abril de 1990, Ecuador se adhiere al Protocolo de Montreal para la protección de la Capa de Ozono.
- The Australian Fumigation Accreditation Scheme (AFAS), Sistema Australiano para Acreditación en Fumigación del Departamento de Agricultura, Forestal y Pesca del Gobierno Australiano (Norma de DAFF)

### 3.5 Punto oficial de contacto, Organización Nacional de Protección Fitosanitaria de la República de Ecuador

El punto oficial de contacto en la República de Ecuador es la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. Todas las comunicaciones en relación a esta guía operacional deben ser dirigidas a:

Director Ejecutivo de la Agencia

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario

República de Ecuador

Dirección: Av. Eloy Alfaro N30-316 y Amazonas, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 9no. Piso.

Teléfono: 593 2 2 543 319| Fax: 593 2 2 543 319

E-mail: [direccion@agrocalidad.gob.ec](mailto:direccion@agrocalidad.gob.ec); [relaciones.internacionales@agrocalidad.gob.ec](mailto:relaciones.internacionales@agrocalidad.gob.ec)

---

<sup>1</sup> Aunque el Manual del USDA no es una Norma Internacional, es el documento de referencia más actualizado y completo en relación a esquemas de tratamientos por plaga y productos vegetales, requisitos para su eficacia, y medidas de seguridad.

## SECCIÓN 4: Tipos de tratamientos.

### 4.1 Tratamientos de fumigación

Fumigación es el acto de liberar y dispersar un tóxico químico en estado gaseoso y así alcanzar el organismo objetivo.

Los productos químicos aplicados como aerosoles, humos, nieblas son suspensiones de material particulado que se dispersan en el aire y no constituyen fumigantes.

La toxicidad de un fumigante depende de la tasa respiratoria del organismo objetivo. Generalmente, a menor temperatura, la tasa respiratoria es menor lo cual tiende a hacer al organismo menos susceptible.

Las fumigaciones a menores temperaturas requieren de mayores dosis por períodos más largos de exposición que a temperaturas altas.

Los fumigantes varían en gran medida en sus modos de acción. Algunos matan rápidamente mientras que otros lo hacen en forma lenta.

Con dosis subletales, algunos fumigantes pueden tener un efecto paralizante sobre las plagas mientras que otros no permiten que la plaga se recupere.

Algunos fumigantes no tienen efecto sobre el producto básico mientras que otros son detrimentales aún a bajas concentraciones. Los productos básicos varían en la sorción del fumigante y en el esfuerzo requerido para airear el producto básico después de la fumigación.

Los fumigantes autorizados en Ecuador para tratamientos cuarentenarios son:

- Fosfina (Fosfuro de Magnesio y Fosfuro de Aluminio)
- Bromuro de Metilo

#### 4.1.1 Tratamiento con fosfina<sup>2</sup>

Las formulaciones utilizadas corresponden a fosfuro de aluminio y fosfuro de magnesio. Estos compuestos son productos sólidos disponibles bajo varios nombres comerciales en formulaciones como tabletas, pellets, o artículos generadores de gas.

##### a) *Características de la fosfina*

El fosfuro de hidrógeno (PH<sub>3</sub>) es emitido desde el producto sólido en presencia de humedad.

---

<sup>2</sup> Resumen de USDA/PPQ: Treatment Manual (09/2008- 28)

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

El punto de inflamación es de 100 °C. El contacto directo con un líquido puede causar combustión espontánea. En caso de fuego, se debe usar un extintor de polvo de CO<sub>2</sub>. **NUNCA** se debería usar agua para extinguir un fuego por ignición de PH<sub>3</sub>.

El fosfuro de hidrógeno es incoloro, a concentraciones bajo el LEP tiene un olor como pescado en descomposición con ajo, lo cual permite que el mismo gas sirva como su propio sistema de advertencia. Sin embargo, en algunas ocasiones el olor se pierde, aún en concentraciones tóxicas, exposiciones intermitentes a baja concentraciones pueden causar dolor de cabeza, malestar, zumbido de oídos, fatiga, náuseas y presión en el pecho.

La fosfina (PH<sub>3</sub>) es altamente tóxica a humanos y otros animales. Se debe evitar la exposición de organismos no objetivo.

El límite de exposición (LEP) para fosfina es 0,3 ppm en un tiempo de 8 horas con un peso promedio. El Límite de exposición de corto tiempo (LECP) para fosfina es de 1ppm en un período de 15 minutos a peso promedio.

Una exposición moderada causa debilidad, vómitos, y dolor de estómago y pecho, con dificultades para respirar. El gas de fosfina reacciona con la humedad para formar ácido fosfórico, el cual causa edema pulmonar.

La fosfina puede hacer ignición espontánea en el aire a niveles sobre su menor límite de inflamación de 1,8% v/v (18.000 ppm). **No exceda** esta concentración porque, puede ocurrir una explosión. **Nunca permita que la fosfina exceda la concentración explosiva.**

La fosfina solo se aplica a presión atmosférica. Bajo condiciones de vacío, la fosfina puede causar un peligro de explosión. **No aplique fosfina en cámaras de vacío.**

Además, puede reaccionar con ciertos metales y causar corrosión (especialmente a mayores temperaturas y bajas humedades relativas). Oro, plata, cobre, **latón, y otras aleaciones de cobre son susceptibles a la corrosión.**

Remueva o proteja los siguientes ítems antes de la fumigación:

- baterías y cargadores de baterías
- cabezas de aspersores de latón
- aparatos de comunicación
- computadoras
- motores eléctricos
- equipo electrónico o eléctrico
- grúas horquilla
- detectores de humo
- motores
- sistemas de monitoreo de temperatura

Los ventiladores y sopladores que se usen en los procesos de fumigación con fosfina deben ser fabricados con productos resistentes al fumigante. De preferencia las aspas deben ser de aluminio o plástico.

### **b) Detección de fugas: Análisis de gas**

Los niveles de fosfina pueden ser detectados usando tarjetas detectoras, tubos detectores colorimétricos, dosímetros, detectores electroquímicos.

Estos equipos son usados para determinar tanto las altas concentraciones (concentración de fumigación) como las bajas concentraciones de fosfina (seguridad del personal).

**No se usan los aparatos de Conductividad Térmica para fosfina como fumicospio.**

### **c) Seguridad**

#### **i. Requisitos para el aplicador**

Un aplicador autorizado deberá estar físicamente presente, siendo responsable por el proceso de fumigación. Debe mantener contacto visual y de voz con todos los trabajadores de la fumigación durante la aplicación y durante la apertura para iniciar la aireación.

#### **ii. Almacenaje y manejo**

Aunque la fosfina es inflamable y puede hacer ignición cuando se expone a humedad excesiva, las precauciones comerciales para fosfuro de aluminio y fosfuro de magnesio se consideran seguras respecto del fuego y explosión cuando se usan de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

No coloque más de 10 pellet de fosfina en un solo recinto.

Una placa no debería estar en contacto con otra placa ni con el producto básico.

Los empaques de fosfuro de aluminio y de magnesio se almacenan en lugares frescos, secos, bajo llave, ventilados en áreas protegidas, no sometidas a temperaturas extremas.

Nunca permita que el agua entre en contacto con el fosfuro de aluminio o fosfuro de magnesio.

La vida útil de un envase no abierto es virtualmente ilimitada. Cuando un tubo o envase es abierto por primera vez, el olor a ajo y amonio será notable y a veces se produce una llama de color azul. Sin embargo, la cantidad de  $\text{PH}_3$  presente dentro del envase no debería ser considerada peligrosa.

Adicionalmente a las instrucciones y precauciones encontradas en la etiqueta, se debe:

- Estudiar y seguir todos los procedimientos de aplicación
- Cumplir con todas las regulaciones (agricultura, trabajo, salud, ambiente)
- Permitir solo personal entrenado para conducir la fumigación bajo la supervisión de un aplicador autorizado.
- Asegurar la disponibilidad en el sitio de un equipo de primeros auxilios, hoja de seguridad del producto, y etiquetas del fumigante.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

- Señalar el área a ser fumigada y un área que se extienda 9,14 metros más allá del recinto de fumigación – (Avisos de fumigación)
- Siempre trabaje en parejas, nunca solo- un mínimo de dos personas deben estar presentes durante la introducción, muestreo y aireación del fumigante
- Nunca coma, beba o fume cuando maneja productos de fosfina.
- Remueva los avisos cuando la aireación ha sido completada y la concentración está bajo el Valor Umbral Límite (TLV Treshold Limit Value )
- Los avisos pueden ser removidos solo por el aplicador o su personal bajo su supervisión.
- No aplique fosfina en cámaras de vacío
- Use guantes secos cuando manipule Fosfuro de aluminio o magnesio
- Use zapatos de seguridad (con punta de acero)
- Siempre use lentes de seguridad cuando manipule equipo presurizado.

**iii. Tratamiento de primeros auxilios****Las inhalaciones en exposiciones leves causan:**

- Malestar
- Zumbido de oídos
- Fatiga
- Náusea
- Presión en el pecho

**Las inhalaciones en exposiciones moderadas causan:**

- Debilidad
- Vómitos
- Dolor epigástrico
- Dolor de pecho
- Diarrea
- Disnea (dificultad para respirar)

**Las inhalaciones venenosas severas** pueden ocurrir dentro de pocas horas o sobre varios días. Los síntomas pueden ser:

- Edema pulmonar (fluido en los pulmones)
- Mareo
- Cianosis (piel de color azul o púrpura)
- Inconsciencia
- Muerte

Si una persona se encuentra afectada debe ser llevada al aire fresco, conducirla rápidamente a un servicio médico, llevando la etiqueta del producto.

**iv. Protección respiratoria**

Cuando aplique fosfuro de aluminio y fosfuro de magnesio, debe haber un equipo de respiración autónoma disponible en el sitio.

La lenta evolución de la fosfina desde el fosfuro de aluminio y fosfuro de magnesio permite que el operador dispense las tabletas, pellets, paquetes, placas o cintas, en forma segura generalmente sin la necesidad de usar un equipo de respiración.

Sin embargo, se debe usar el aparato de respiración:

- durante la exposición a concentraciones que excedan el límite de exposición a corto plazo (short-term exposure limit STEL) (ver cuadro siguiente)
- cuando la concentración es desconocida.
- se está verificando una posible fuga.

Se debe entrenar a los trabajadores en el uso de los equipos de respiración y los mismos deben estar probados para saber que están en óptimas condiciones de funcionamiento y deben ser apropiadamente almacenados.

**v. Concentraciones de fosfina que ameritan uso de sistemas de respiración**

Ppm de gas Fosfina	Protección respiratoria mínima
0.3 - 3.0	Suministre un respirador de aire
3.1 - 7.5	Suministre un respirador de aire operado en modo de flujo continuo
7.6 - 15	1. Aparato de respiración autónomo con la máscara completa 2. Suministre un respirador de aire con máscara completa 3. Purificador de aire con máscara completa con un cilindro frontal en la barbilla o montado en la espalda
16 - 50	1. Suministre un respirador de aire con máscara completa y operado en modo de presión por demanda 2. Sistema de respiración autónomo con máscara completa operada en el modo de presión por demanda



**d) Dosificación**

La tasa de dosificación de fosfuro de aluminio y fosfuro de magnesio se mide en gramos por m<sup>3</sup> y varía con el producto que se fumiga, temperatura del tratamiento y tipo de recinto. La dosis inicial de fumigante se determina por el volumen de espacio a ser fumigado y la dosis de fosfina necesaria para matar la plaga objetivo.

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No:</b> 2
	<b>Fecha de Aprobación:</b> 21/03/2019
<b>PROCESO:</b> SANIDAD VEGETAL	<b>SUBPROCESO:</b> CONTROL FITOSANITARIO

Para calcular el número de tabletas o pellets de fosforo de aluminio y fosforo de magnesio requeridas para una fumigación se considera:

- Tasa de dosificación = la tasa de dosificación del esquema de tratamientos (gramos)
- Volumen del recinto=largo x ancho x alto (m<sup>3</sup>)
- Gramos de fosfina liberado depende del producto

En Ecuador se encuentran registradas solo las siguientes formulaciones:

Composición del producto	Formulación	Unidades y peso en gramos	Gramos de fosfina
Fosforo de aluminio	<b>Tabletas</b>	1 tableta; 3.0	1.0
Fosforo de magnesio	<b>Generador de gas</b>	1 placa; 117.0	33.0
Fosforo de aluminio	<b>Generador de gas</b>	1 pellet;3.0	33.0

**Paso 1: gramos de fosfina (PH3) = (tasa de dosificación \* Volumen del recinto)/m<sup>3</sup>**

**Paso 2: número de tabletas o pellets necesarios = gramos de PH3 / gramos de fosfina liberada**

#### ***e) Fumigación de carga a granel***

La carga a granel que está siendo descargada de una nave, vagón, contenedor o carro de ferrocarril puede ser fumigada cubriendo los pallets, cajas o materia prima con una lona impermeable.

#### **Paso 1: Selección de sitio**

- Seleccione un sitio bien ventilado y en un área resguardada. La buena ventilación se requiere para extraer el gas después que se remueve la carpa que cubre el producto.
- Sellar el espacio después que se logra la concentración objetivo
- Se deben usar ventiladores portátiles o permanentes para disminuir el tiempo requerido para la aireación, por lo cual el área debe tener suministro de electricidad.
- Para asegurar que el gas extraído no reentra en el edificio donde se condujo la fumigación y no poner en riesgo a las personas trabajando en el exterior, se deben monitorear los niveles de gas en los límites de la propiedad y cerca de las estructuras adyacentes al sitio de fumigación.
- Si la fumigación es conducida en exteriores, seleccione un sitio que sea semi resguardado tal como el lado de sotavento de un almacén, muelle, o un edificio que ofrezca cierta protección contra los vientos fuertes

#### **❖ Capacidad para calentar el área**

Cuando se esperan temperaturas frías (bajo los 40°F o 4,4°C), se debe calentar el sitio o mantener el producto a fumigar sobre los 4,4°C; la temperatura ambiente se toma a 30,5 cm sobre el suelo. Debido a que se produce ácido fosfórico si la fosfina se quema, nunca se debe usar fuego o elementos eléctricos expuestos durante la fumigación

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

❖ **Superficie impermeable**

- Para fumigar sobre una superficie porosa, se debe cubrir la superficie con papel asfáltico o carpas plásticas
- Para grandes fumigaciones, cubrir la superficie no es factible porque los pallets deben acomodarse y se usa equipo pesado para mover el producto.
- Cuando se fumiga sobre las cubiertas, embarcaderos y muelles, se debe comprobar si hay grietas, agujeros, y tapas que permitan que el gas de fosfina escape a través del piso. Hay que sellar todas las grietas, agujeros, tapas y cubiertas con papel asfáltico o plástico.

❖ **Área de “No trabajo” o Área segura**

- Seleccionar un área segura de “no trabajo” donde el tráfico y el acceso de las personas sea restringido
- Se considera como área de fumigación la estructura entera donde se realiza la fumigación o un área extendida en 9 metros desde la carpa y separada por una barrera física tal como paredes, cuerdas o barricadas.
- Si una pared de material impermeable al gas está a menos de 9 metros de la carpa, la pared puede servir de eje del área segura
- Hay que colocar avisos que queden claramente a la vista de quien se acerque y que sean muy explícitos. Deben incluir el nombre del fumigante, la fecha de fumigación, tiempo que durará la fumigación, y el nombre de la compañía que conduce la fumigación con un teléfono para cualquier emergencia.
- No permita la operación de vehículos a motor (incluyendo montacargas) en el área dentro del área de seguridad de los 9 metros contados desde la carpa, durante la fumigación y períodos de aireación. La concentración del gas nunca debería exceder los 0,3 ppm de fosfina en el área de seguridad, la cual se mide con tubos colorimétricos u otros aparatos específicos.

❖ **Suministro de agua**

Se requiere una fuente de suministro de agua con propósitos de seguridad, si no es una fuente permanente pueden ser envases con agua limpia.

❖ **Áreas bien iluminadas**

El área debería tener una buena iluminación para propósitos de seguridad para realizar lecturas fáciles de los niveles de gas en los aparatos de monitoreo para gas y temperatura así como poder determinar si la carpa tiene agujeros o rajaduras.

**Paso 2: Disposición del producto a fumigar**

- Si es posible disponga la carga, en forma de cuadrado o rectángulo para facilitar el cubrimiento con la lona y el cálculo del volumen.
- Distribuya la carga en la forma más pareja que pueda. Un producto con un apilamiento bien distribuido es más fácil de cubrir con la lona

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	Edición No: 2
	Fecha de Aprobación: 21/03/2019
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

- El peso del apilamiento debería ser uniforme para que la dosificación pueda ser calculada en forma segura
- Disponiendo la carga bien distribuida y con espacio entre los pallets o cajas el fumigante puede ser efectivamente distribuido.
- El máximo tamaño de un recinto para fumigar es de 708 m<sup>3</sup>
- Para fumigaciones muy grandes se requieren más puntos de muestreo y se debe introducir el fumigante en varios sitios

Cuando la fumigación involucra múltiples pilas de carga que serán cubiertas con lona, se debe dejar a lo menos 3 metros de espacio entre cada pila no cubierta. Después que están cubiertas por la lona, debería haber entre ellas 1,5 metros



### Paso 3. Colocación de las formulaciones de fosfina dentro del recinto de fumigación

#### ❖ Precauciones al abrir los envases de las formulaciones generadoras de fosfina

Los envases (latas, frascos, etc) que contienen los productos generadores de fosfina siempre deben ser abiertos con cuidado. Esto es porque a veces el gas de fosfina se genera dentro del envase. Al abrir el envase el gas escapa a presión y puede hacer ignición.

Para evitar la exposición de la persona al gas, y del gas a una llama, asegúrese de que cuando abra la tapa, esta no apunte hacia la cara de la persona que la abre. Siempre asegúrese que no haya fuego cerca del área donde está abriendo el envase.

#### ❖ Tabletas o pellets

Cuando se usan tabletas o pellets, estos deben ser colocados en cajas de cartón o bandejas plásticas de manera que:

- El producto no se contamine con los residuos (el polvo que deja la fosfina después de liberada)
- Los residuos sobrantes puedan ser colectados y dispuestos de manera segura.
- Las bandejas conteniendo las tabletas o pellets deben ser distribuidas en forma uniforme alrededor de la base de la pila de la mercadería. Si la mercadería está en pallets, pueden ser colocadas debajo de ellos. Cuando no se usan pallets, se pueden colocar a lo largo de los lados de la mercadería apilada.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

No es necesario colocar tabletas en la parte superior del apilamiento o en los espacios entre las bolsas

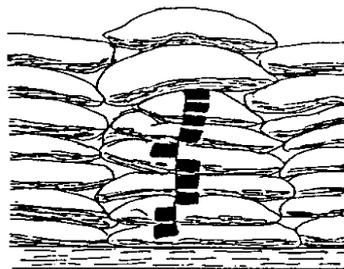
Cuando se colocan las tabletas o pellets en las bandejas, es importante estar seguro de que están uniformemente distribuidas en la bandeja, **en una sola capa**. Esto porque si están apiladas o amontonadas:

- La fosfina puede hacer ignición cuando se generan altas concentraciones de gas que exceden el límite inferior de inflamabilidad.
- Las tabletas o pellets en la parte inferior del montón, pueden no descomponerse totalmente porque están cubiertas de los residuos de las tabletas o pellets que quedaron más en la superficie del montón.



❖ **Bolsas, sachets o cadenas.**

Cuando se usan las formulaciones de fosfina en bolsas, sachets o cadenas, estas deben adherirse a los costados de las pilas de sacos. Esto es para evitar el contacto con cualquier condensación resultado de las fluctuaciones de temperatura.



❖ **Placas**

Si se usan placas estas deben estar ajustadas a los lados de la pila. Cuando se coloque cualquier formulación generadora de fosfina alrededor de la base de la pila, se debe tener cuidado de que no exista ningún contacto con agua, colocándolas en bandejas a prueba de agua y teniendo cuidado de que haya suficiente espacio para permitir la libre circulación del aire y que las unidades estén bien distribuidas.

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No:</b> 2
	<b>Fecha de Aprobación:</b> 21/03/2019
<b>PROCESO:</b> SANIDAD VEGETAL	<b>SUBPROCESO:</b> CONTROL FITOSANITARIO

### ❖ Distribución del fumigante dentro del recinto

La fosfina pura es 1,17 veces más pesada que el aire. Sin embargo cuando se aplica a las concentraciones requeridas para fumigación la mezcla fosfina-aire no es mucho más pesada que el aire. Esto porque se mezcla muy rápidamente con el aire y muy rápidamente penetra grandes cargas de grano a granel y materiales cuidadosamente embalados.

Por esta razón no es necesario distribuir las preparaciones generadoras de fosfina en la parte superior o entre las bolsas de la pila o usar ventiladores para distribuir dentro del recinto ya cerrado.

#### **Paso 4: El arreglo de las esquinas**

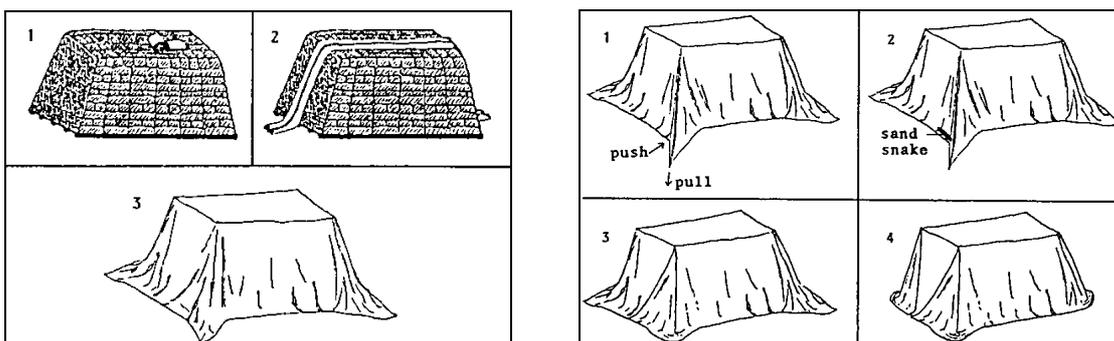
Se debe examinar todas las áreas que pueden romper la lona como esquinas y ángulos agudos. Si las esquinas o ángulos agudos no pueden ser eliminados, estos deben ser cubiertos con sacos, estopa, trozos de neumáticos u otros que las amortigüen

#### **Paso 5: Cubrir o encarpas la carga**

Después de cubrir la carga, se debe verificar si tiene roturas o agujeros. Mirar las áreas donde hay impresos o marcas para verificar que están apropiadamente selladas. Haga que el fumigador repare todos los agujeros.

La lona debe ser de un material resistente como el vinilo, plástico de polietileno o de nylon recubierto. Las lonas deben tener un mínimo de espesor de 2-mil (50 micras), sin embargo, se recomienda el uso de lonas de 6 mil (150 micras) siempre que sea posible.

La carpa debe ser lo suficientemente grande para permitir un recubrimiento del piso de al menos 46 cm. alrededor de todos los lados de la pila. Evite los pliegues o arrugas en exceso a lo largo del piso, especialmente alrededor de las esquinas.



Fuente: NZLD.org

#### **Paso 6: Sellar la carpa**

El objetivo de sellar la carpa es conseguir que esta quede como una capa plana sobre el piso para prevenir escapes o fugas de gas. La carpa se puede sellar con arena suelta húmeda o culebras de arena, culebras de agua, adhesivos o una combinación de todos ellos. Si hay peligro de rotura o torsión de los tubos de muestreo de gas, se usa arena húmeda suelta. Si

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

usa culebras, use dos filas de culebras a lo largo de los lados y tres filas en las esquinas. Las culebras deben superponerse una con la otra en aproximadamente 30 cm.

Selle las esquinas colocando dos capas de culebras de arena alrededor de las esquinas y trabaje la carpa hasta que esté plana. Presione la carpa contra el piso, coloque la tercera culebra en la parte superior de las otras dos para proveer de peso adicional. Se puede usar arena suelta húmeda en las áreas donde hay introducción de cables eléctricos y tubos de muestreo de gas que se extienden bajo la carpa.

**Paso 7: Colocar las líneas de muestreo de gas**

Coloque un mínimo de tres conductos de toma de muestras de gas para recintos de fumigación sobre 283 m<sup>3</sup>.

Ubique los tubos de muestreo de gas en las siguientes posiciones:

- Frente-bajo: frente a la carga, 8 cm sobre el piso
- Medio - Centro de la carga (dentro de la caja con la mercadería) en la mitad medida desde el piso al tope de la carga
- Posterior-Alto, en la parte posterior de la carga en el extremo superior de la carga

Para fumigaciones de 284 a 700 m<sup>3</sup> use 6 tubos de muestreo de gas. Las posiciones de muestreo de gas son las siguientes:

- Frente-bajo: frente a la carga, 8 cm sobre el piso
- Cuarto superior frontal (dentro de una caja de la mercadería)
- Medio-Centro de la carga (dentro de la caja con la mercadería) en la mitad medida desde el piso al tope de la carga
- Cuarto superior posterior
- Cuarto superior inferior (dentro de una caja de la mercadería)
- Posterior-Alto, en la parte posterior de la carga en el extremo superior de la carga

Antes de insertar dentro de la mercadería, cubra el final de las líneas de muestreo de gas con arpillera y asegúrela con cinta.

Use líneas de muestreo de gas lo suficientemente largas para extenderse desde la posición de muestreo dentro del recinto de fumigación hasta 9 m. más allá de la carpa.

Conecte todas las líneas de muestreo de gas en una sola área para hacer una lectura de concentración fácil y rápida.

**No haga empalmes** en las líneas de muestreo de gas. Fije todas las líneas de muestreo de gas en forma segura bajo la carpa y etiquete cada una para poder realizar el registro de las lecturas de concentraciones de cada una.

**Paso 8: Pruebas de fuga**

Para asegurar que la atmósfera fuera del área de fumigación tiene niveles aceptables de fosfina, se deben monitorear los niveles en el sitio de fumigación y a 9 m desde el recinto de fumigación. La fosfina puede ser detectada usando tubos colorimétricos específicos

### Paso 9: Monitoreo de las concentraciones de gas

Tome las lecturas de concentración dentro del recinto usando las líneas de muestreo conectadas a un aparato de monitoreo ubicado a 9 m o más del recinto.

#### ❖ Precauciones de seguridad

La generación de fosfina desde las formulaciones de fosforo de aluminio **puede demorar entre 15 a 30 minutos** después que se expone al aire. La fosfina es generada más rápidamente desde las formulaciones de Fosforo de Magnesio.

Debido a esto:

- Se debe usar el equipo apropiado de protección personal incluyendo protección respiratoria, guantes, ropa apropiada.
- El proceso de distribución debe ser realizado en forma cuidadosa y rápida, para evitar la exposición a la fosfina
- En las áreas tropicales húmedas el proceso debe completarse dentro de 15 minutos.

Después que las formulaciones generadoras de fosfina se han distribuido dentro del recinto a fumarigación, este debe ser revisado para fugas usando los equipos apropiados.

**En condiciones no húmedas, la fosfina es producida casi inmediatamente después de su exposición al aire. Debido a esto el proceso de dispensar las formulaciones debe completarse dentro de 15 minutos**

Durante el monitoreo:

*Pueden ocurrir lecturas erróneas si las líneas de monitoreo se bloquean o tuercen. Podría ser imposible instalar una nueva línea de monitoreo durante un proceso de fumigación, por lo tanto, siempre se deben probar las líneas antes de que el tratamiento comience. Para detectar líneas de monitoreo bloqueadas se utiliza una bomba de mano como los modelos de la foto*



*Antes de la introducción del fumigante, conecte la bomba de mano a la línea de monitoreo. Apriete el mango. Si la línea está bloqueada, el manómetro de vacío de la unidad indicará un vacío. Para el monitoreo de líneas de 7,6 m, apriete el mango dos o tres veces. Repita este procedimiento para cada una de las líneas de monitoreo existentes. Conecte las líneas de monitoreo al analizador de gases antes de la introducción del gas.*

Las concentraciones de fosfina dentro del recinto se miden a:

- Seis a veinticuatro horas (6–24) después de dispensadas las formulaciones de fosfuro de aluminio
- Dos a cuatro horas (2–4) después de dispensadas las formulaciones de fosfuro de magnesio

**f) Fumigación de carga en contenedores**

Los contenedores requieren pequeñas cantidades de fosfina por lo cual el fosfuro de aluminio y el fosfuro de magnesio se recomiendan para este tipo de fumigaciones. Sin embargo, la fumigación de contenedores debe realizarse bajo una carpa sellada para evitar las pérdidas de gas.

En este caso se deben seguir los mismos pasos previamente detallados.

❖ **Consideraciones adicionales para fumigar carga en contenedores**

Si se fumiga en contenedores autorizados **no encarpados**:

- Cierre y asegure una de las puertas
- Selle todas las aberturas y uniones
- Si es posible, selle todas las ranuras y marco de la puerta entera con una lámina de polietileno, asegurando los bordes de las paredes interiores, piso y techo con cinta adhesiva.
- Inspeccione el techo, piso para grietas y hoyos
- Selle todas las aberturas con cinta adhesiva o un compuesto sellador
- Los contenedores requieren de una minuciosa inspección y una gran cantidad de sellador para prevenir el escape del fumigante, si es posible, cuelgue láminas de polietileno en la puerta antes de cerrarla.
- Asegure los ejes de la puerta y el piso
- Cierre la puerta y asegure
- Si la puerta está cubierta con polietileno, puede no ser necesario sellar la puerta por el lado de afuera
- Si la puerta no está cubierta con polietileno, selle todas las grietas, aberturas, ranuras con cinta y un compuesto sellador por fuera
- Ponga avisos en todas las puertas del contenedor con las advertencias antes que la fumigación se inicie.

❖ **Si fumiga un contenedor encarpado:**

- Si no es posible sellar completamente un contenedor, use una carpa para cubrirlo enteramente
- Use carpas de vinilo o polietileno plástico de 4,6,10 o 12 mil (100, 150,250,300 micras respectivamente) o carpas cubiertas de nylon
- Después de cubrir el contenedor con la carpa verifique rasgaduras o agujeros

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

- Examine todas las áreas encarpadas y verifique que estén apropiadamente sellada.
- Haga que el fumigador repare todos los agujeros
- La carpa debe ser lo suficientemente grande como para sobrepasar el piso en 46 cm alrededor de todos los lados del contenedor. Estire cuidadosamente la carpa para prevenir el exceso de pliegues o arrugas a lo largo del piso, especialmente en las esquinas.

**g) Fumigación de granos a granel: Sondeo**

Cuando se va a tratar una gran cantidad de grano u otro producto a granel, es necesario “sondear” las tabletas o pellets dentro de la masa para una apropiada distribución. Existen sondas de tubos de acero de 1 y ¼ de pulgada de diámetro especialmente construidas para este fin.



Fuente: Tagrisa.com

**Cabezal:** aparato de dosificación y conteo numérico que indica el número de tabletas usadas

**Tubo:** generalmente de tres secciones que pueden ser agregadas unas a otras para dar el largo deseado

**Pieza final:** cortada oblicuamente y con una tapa colgante cerrando el tubo, que previene que cuando el tubo se inserta en el producto ésta entre al mismo.

Cuando la sonda es retirada, la tapa se abre debido al diámetro ligeramente más grande sobre la misma.

Las tabletas o pellets son liberadas una cada vez en la medida que la sonda es extraída.

Los granos u otra mercadería suelta pueden ser sondeados hasta una profundidad de 9m.

Los mejores resultados se obtienen sondeando dos veces cada pie cuadrado (0,1 m<sup>2</sup>) y tan regularmente como sea posible. La penetración de la fosfina alcanza a 3 m debajo del área en que la tableta se coloca. Cuando se tratan grandes almacenes de grano, se pueden colocar

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

muchas sondas antes del tratamiento y una sola pieza cabezal se mueve de sonda en sonda y las tabletas o pellets pueden ser colocadas a mano en los tubos. (Se deben usar guantes desechables quirúrgicos de goma delgada o polietileno).

La generación de gas se inicia a las **4 horas de colocados** los pellets o tabletas (dependiendo de la humedad relativa). Sin embargo, el fosforo de magnesio se puede comenzar a liberar dentro de **2 horas**. Por lo tanto, el procedimiento completo de colocación de los pellet o tabletas o cubierta con lona debe ser completado dentro de este marco de tiempo.

Es posible trabajar en un área sondeada si está cubierta con una lona a prueba de gas. Se debe monitorear las concentraciones de gas para determinar si existen o se han alcanzado niveles tóxicos tomar las acciones correctivas para prevenir la exposición de las personas.

**h) Requerimientos de aireación**

**❖ Fumigación de carga transportada a granel (cajas, sacos) y en contenedores**

Después de completarse el tratamiento la mercadería tratada debe airearse usando extractores eléctricos o aireación pasiva al aire.

No se permitirá la reentrada del personal a las áreas fumigadas con fosfina hasta que no se haya comprobado que las concentraciones de fosfina están bajo el Valor Umbral Límite. (TLV Threshold Limit Values). Se debe verificar el aire ambiente y el aire dentro de las cajas, cartones, bins de la mercadería durante la aireación. La concentración del gas se mide con un aparato sensible a la detección del gas. Se debe airear toda la mercadería hasta lograr un aceptable nivel de tolerancia. (Ver tabla siguiente)

**Tolerancia a los residuos de fosfina (ppm) y periodos mínimos de aireación en horas.**

Productos	ppm	Periodo mínimo de aireación (horas)
Alimentos de uso animal, granos, nueces, dátiles	0.1	48
Alimentos procesados	0.01	48
Frutas y hortalizas frescas	0.01	48
Productos no alimenticios	<0.3	Ninguno
Tabaco	<0.3	48

Debido a que se puede continuar liberando gas después que los niveles iniciales de gas han caído a un nivel aceptable, se debe continuar monitoreando aquella mercadería que está en empaques densos.

Un aplicador certificado debe estar físicamente presente, y es responsable por mantener el contacto visual y /o de voz con los trabajadores de la fumigación durante la apertura inicial de la estructura de fumigación para la aireación.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

***i) Disposición de los residuos de fosfuro de aluminio***

Cuando finaliza el tratamiento con fosfuro de aluminio, queda un polvo, compuesto esencialmente de hidróxido de aluminio. Este material se colecta y se mezcla en un contenedor con agua a la que se le ha agregado un detergente líquido (dos cucharadas soperas de detergente por galón de agua). El líquido debería ser entonces enterrado o depositado en un sitio aprobado para estos fines. En Ecuador los desechos de las aplicaciones de empresas grandes, son entregados a las empresas registradas de agroquímicos, quienes en coordinación con la Agencia incineran en un horno industrial. En cualquier caso se deben seguir las instrucciones del fabricante en la etiqueta para estos efectos.

***j) Esquemas de fumigación con fosfina***

❖ **Granos**

Para insectos de la Familia Bruchidae y *Prostephanus truncatus* (Coleoptera Bostrichidae).

DOSIS (gr/m <sup>3</sup> ) de fosfina	TIEMPO DE EXPOSICION (días)	TEMPERATURA DEL PRODUCTO (°C)
2.5	7	12-15
2.5	6	16-20
2.5	5	21-25
2.5	4	26 o más

❖ **Semillas**

Para insectos de la Familia Bruchidae

DOSIS (gr/m <sup>3</sup> ) de fosfina	TIEMPO DE EXPOSICION (días)	TEMPERATURA DEL PRODUCTO (°C)
2.5	7	12-15
2.5	6	16-20
2.5	5	21-25
2.5	4	26 o más

#### 4.1.2 Fumigación con bromuro de metilo (BM)

##### a) *Situación del Bromuro de metilo en Ecuador*

Mediante Decreto Ejecutivo No. 1429, publicado en el Registro Oficial No. 420 del 19 de abril de 1990, el Ecuador se adhirió al Protocolo de Montreal para la Protección de la Capa de Ozono; mediante el Decreto Ejecutivo No. 3289 de 28 de abril de 1992, promulgado en el Registro Oficial No. 930 de 7 de mayo de 1992, se designó al Ministerio de Industrias y Productividad como la entidad oficial ejecutora y punto focal del Programa del Protocolo de Montreal en el Ecuador para la Protección de la Capa de Ozono por lo anteriormente mencionado en el Ecuador no está autorizado el uso de bromuro de metilo para uso agrícola desde el año 2015.

Sin embargo el uso de bromuro de metilo para tratamientos fitosanitarios de cuarentena y pre embarque está actualmente excluido de dicha disposición, debido a la dificultad de identificar alternativas técnica y económicamente factibles; su importación se encuentra habilitada con licencia de importación del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca - MPCEIP.

##### b) *Características del bromuro de metilo*

El bromuro de metilo ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) es un fumigante incoloro, sin olor e ininflamable. Por esta razón en ciertos casos se le agrega un 2% de cloropicrina o tricloro-nitrometano ( $\text{CCl}_3\text{NO}_2$ ) que por su intenso olor y propiedades lacrimógenas sirve como agente delator.

El bromuro de metilo se evapora a 3.6 °C pero sigue siendo efectivo en una amplia gama de temperaturas sobre los 5°C aunque es recomendable que las fumigaciones se hagan a temperaturas igual o superior a 10°C y es muy poco soluble en agua. Como gas, es tres veces más pesado que el aire; como líquido a 0 °C, 1 litro de bromuro pesa 1.730 kg., para facilitar el transporte y el manejo, se almacena en estado líquido a presión, en latas o en cilindros metálicos. En general no reacciona con metales, excepto los ligeros como aluminio y magnesio, formando compuestos como el trimetil-aluminio que es espontáneamente inflamable

El bromuro de metilo líquido puede disolver muchos materiales plásticos. Tanto el hule natural como el PVC (policloruro de vinilo) son fuertemente atacados por este producto, el polietileno, el polipropileno y el politetrafluoroetileno (Teflón) reaccionan ligeramente al bromuro de metilo líquido. En forma gasificada y a las concentraciones que normalmente se utilizan, el bromuro de metilo tiene poco efecto sobre estos plásticos.

En presencia de agua se hidroliza lentamente, con desprendimiento de ácido bromhídrico, que es corrosivo a la mayoría de los metales y plásticos. Por lo anterior, cuando se usa el bromuro de metilo es muy recomendable revisar frecuentemente mangueras, tubos y accesorios de acero inoxidable, de latón, de teflón y de polietileno como medida de seguridad.

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No:</b> 2
	<b>Fecha de Aprobación:</b> 21/03/2019
<b>PROCESO:</b> SANIDAD VEGETAL	<b>SUBPROCESO:</b> CONTROL FITOSANITARIO

Propiedades físico-químicas del Bromuro de metilo.

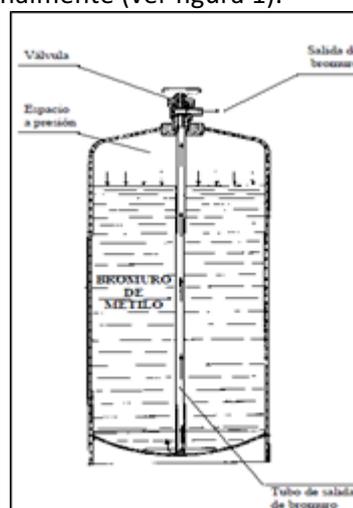
<b>Fórmula</b>	CH <sub>3</sub> Br
<b>Peso molecular</b>	95 gr
<b>Punto de ebullición</b>	3.6 °C
<b>Volumen específico a 30 °C a (1 atm)</b>	0,256 m <sup>3</sup> /kg
<b>Peso específico (gas) [aire = 1.0]</b>	3.40
<b>Densidad del gas a 30 °C (at 1 atm)</b>	3.908 kg/m <sup>3</sup>
<b>Presión de vapor a 30 °C</b>	2.5 atm
<b>Factor de conversión, g/m<sup>3</sup> a ppm (a 30 OC, 1 atm)</b>	260
<b>Límites de inflamabilidad en el aire (% v/v)</b>	13.5-14.5.
<b>Solubilidad en agua (v/v)</b>	3.4
<b>Peso específico a 30 °C, 60%R.H. (liquido, kg/L)</b>	1,7
<b>Umbral límite:</b>	5 ppm (0.02 g/ m <sup>3</sup> )

Fuente: Quarantine Treatments and Application. Procedures: I. Methyl Bromide Fumigation, OIRSA.

El bromuro de metilo cuando viene en latas de lámina de acero contiene 454 o 680 g (1 o 1.5 lb) y en los cilindros de acero tiene de 13.6 a 90.72 kg (30 a 200 lb). Los más comúnmente usados son las latas de 680 g y los cilindros de 90.72 kg.

Para tratamientos en pequeña escala, el uso de latas resulta más práctico, puede decirse que para fumigaciones esporádicas de espacios o mercancías de hasta 300 m<sup>3</sup>, es preferible el uso de latas. Para quienes deben hacer estos tratamientos repetidamente o con frecuencia, como es el caso de empresas dedicadas a la fumigación con este producto como tratamiento fitosanitario, resulta más sencillo y económico usar los cilindros, igualmente se prefieren los cilindros para tratamientos de volúmenes o áreas grandes, aunque las fumigaciones sean poco frecuentes.

Los cilindros son semejantes en forma a los de gas doméstico, pero el mecanismo de descarga es totalmente distinto, y es muy importante que los técnicos dedicados a la fumigación lo conozcan perfectamente para poder trabajar con seguridad y poder resolver algunos problemas que se presentan ocasionalmente (ver figura 1).



Esquema del cilindro de bromuro de metilo.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

El bromuro de metilo sale a través de un tubo de latón que corre de la válvula hasta cerca del fondo del cilindro; de esta forma, se asegura que al abrir la válvula, el bromuro de metilo líquido salga solo, sin aire ni mezcla de bromuro y aire.

La presión generada por el bromuro gasificado (y mezclado con aire) en la parte superior empuja hacia abajo el bromuro líquido para forzar su salida por el tubo de latón. Además, normalmente se inyecta nitrógeno en la parte superior del cilindro para aumentar la presión a 10.5 - 14.1 kg/cm<sup>2</sup> (150-200 psi) con objeto de asegurar la descarga del bromuro con mayor rapidez o en condiciones de bajas temperaturas. Debe tenerse en cuenta que aunque el bromuro de metilo se evapora espontáneamente a unos 4 °C, toma calor del medio al evaporarse (Calor latente de evaporación = 60 cal/g). Por lo tanto, aún a temperaturas de más de 4 °C, si la descarga es rápida, el calor tomado por la evaporación del bromuro, puede enfriar el sistema de salida y detenerlo o tapar las mangueras de descarga con agua condensada del ambiente, y posteriormente congelada.

La acción biocida del bromuro de metilo es muy amplia; actúa sobre hongos, nematodos, contra plantas y animales superiores. Parecería por tanto que altera los procesos biológicos más elementales, comunes a todos los organismos. El bromuro de metilo bloquea las deshidrogenasas que intervienen en el ATP y otras reservas energéticas de los seres vivos.

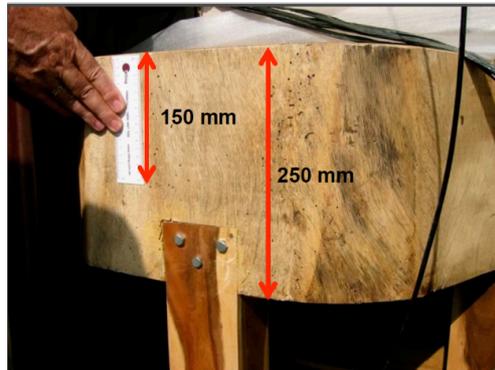
Por otra parte, también se inhibe la citocrom-oxidasa rompiéndose la secuencia respiratoria. A concentraciones bajas, no afecta seriamente los mecanismos de ventilación pulmonar pero sí al proceso indicado de respiración celular y por ello es muy peligroso. Es un fumigante efectivo y se emplea frecuentemente como fumigante en los tratamientos cuarentenarios.

El material vegetativo vivo tolera ciertas dosis, pero varía con la especie, la variedad, el estado de crecimiento y las condiciones del material.

El bromuro de metilo es usado para fines de cuarentena, debido a sus características, como son:

- Buena capacidad de penetración.
- Acción rápida.
- Ovicida.
- Se mezcla adecuadamente con el aire dentro del recinto.
- Penetra en los bienes o mercancías
- Alta toxicidad para un amplio espectro de insectos y plagas similares.
- Se disipa rápidamente en la atmosfera al ventilarse.
- Sus residuos son mínimos.

Para el caso de la madera la penetración efectiva del gas puede verse afectada por un grosor mayor que 200 milímetros.



Penetración efectiva del tratamiento con bromuro de metilo según grosor de la madera.

En el presente documento se toma como referencia las disposiciones generales y específicas que determina la Norma de DAFF para la fumigación con bromuro de metilo como tratamiento fitosanitario.

***c) Consideraciones generales del sitio en donde se va a aplicar la fumigación:***

El lugar para aplicar el bromuro de metilo debe ser adecuadamente seleccionado y hermético, ya que de esto depende en gran parte, no solamente la eficacia de la fumigación, sino también la seguridad del personal involucrado en la fumigación y del entorno. En este sentido se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

**i. Espacio:** el lugar donde se va a realizar la aplicación debe tener suficiente espacio para la implementación de la estructura de fumigación, ubicación de equipo y hermeticidad. Si las fumigaciones se llevan a cabo al exterior, se debe seleccionar un lugar semi-cubierto como el costado de una bodega, o edificio que ofrezca alguna protección contra la acción de vientos.

**ii. Características del piso:** debe reunir condiciones de hermeticidad para gases, en este caso, no son adecuadas superficies como tierra, grava, madera o materiales porosos; si se tiene que fumigar sobre una superficie porosa, esta debe cubrirse con películas de plástico. Para fumigaciones grandes, generalmente no es práctico cubrir el piso y es necesario reacomodar las plataformas de carga y usar equipo especial para mover la mercancía. El área se debe revisar cuidadosamente en busca de grietas, agujeros por donde pudiera escapar el BM.

**iii. Temperatura:** Después de la concentración y el tiempo de exposición, el elemento más importante para obtener un buen resultado en una fumigación es la temperatura. El bromuro de metilo se evapora a 3.6 °C; por debajo de esta temperatura, el bromuro vuelve a su estado líquido y no tiene acción como fumigante. A temperaturas bajas es factible hacer una fumigación pero las condiciones no son ideales, la evaporación del bromuro es lenta por la baja temperatura y también porque al evaporarse se enfría, por tanto tarda en llegar a los puntos alejados del recinto donde pueden localizarse las plagas, además con temperaturas bajas durante la fumigación las plagas se encuentran en un nivel bajo de actividad metabólica, siendo más resistentes a la fumigación. Todo lo anterior conduce a la necesidad de tener que

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No: 2</b>
	<b>Fecha de Aprobación: 21/03/2019</b>
<b>PROCESO: SANIDAD VEGETAL</b>	<b>SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO</b>

subir la dosis o el tiempo de exposición, o ambos; siempre y cuando la temperatura sea igual o mayor a 10 ° C. Los mejores resultados en fumigaciones se obtienen a 21 °C de temperatura.

**iv. Luz natural:** el área debe tener luz natural o iluminación apropiada para brindar mayor facilidad en la implementación de la fumigación así como permitir la toma de lecturas de los instrumentos de medición de concentración del gas, presión, temperatura, así como lograr el registro de datos de la fumigación en los formatos respectivos.

**v. Fuente de energía eléctrica:** debe haber disponible una fuente adecuada de electricidad para operar los ventiladores y los equipos para medir concentraciones como el fumiscopio. Las tomas eléctricas deben tener polo a tierra y además conviene que estén ubicadas adecuadamente con relación al área de fumigación. No deben usarse generadores de combustión interna como fuente eléctrica, salvo en situaciones de emergencia.

**vi. Fuente de agua:** se necesita el abastecimiento de agua para situaciones de seguridad, tales como lavado de derrames de bromuro en forma líquida, primeros auxilios para alguna persona u otros usos como suplir niveles de agua del vaporizador.

**vii. Aislamiento:** Se debe restringir el acceso al área de fumigación, permitiendo solamente la entrada del personal de la empresa fumigadora y a los técnicos o terceros autorizados de la Agencia. Usar cuerdas o cintas señalizadoras para limitar el acceso dentro de un radio de 10 metros del recinto de fumigación, durante los periodos de fumigación y aireación o recaptura del fumigante.

**d) Equipos y materiales para la aplicación de bromuro de metilo:**

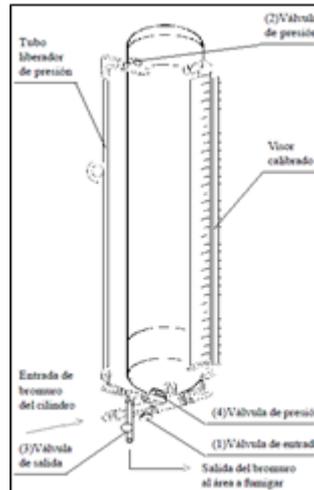
**i. Dosificador por Volumen:** para realizar fumigaciones cuarentenarias o preembarque, en forma intermitente, resulta muy práctico el uso de dosificadores conectados a los cilindros de bromuro de metilo

El dosificador a usar debe cumplir con las siguientes características:

- Útil para medir la descarga de los cilindros con capacidad para 5 libras.
- Estructura de bronce y latón.
- Tanque de acero inoxidable.
- Tubo de cobre para purga.
- Válvula de entrada de bromuro de metilo.
- Tuerca de conexión al cilindro.
- Conector de manguera para salida de bromuro.
- Válvula de purga.
- Regleta para medir la descarga de bromuro en incrementos de 0.25 lb, 0.5 lb y 1.0 lb o su equivalente en gramos.
- Válvula de salida de bromuro.
- El bromuro se colecta en un cilindro vertical y el volumen se muestra en un nivel de vidrio, que aparece en kilos o libras.

Dependiendo del trabajo a realizar y para obtener mejores resultados, si la temperatura y el tiempo son críticos, debe haber una manguera para conducir el bromuro de metilo a un

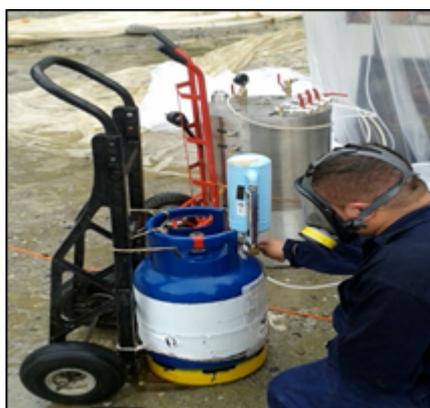
vaporizador antes de inyectarlo al recinto de fumigación. El diagrama de la figura 2 ilustra un dosificador por volumen típico.



Esquema del dosificador para bromuro de metilo.

El dosificador se conecta a la salida del cilindro de bromuro mediante un tubo con cabeza que cierra herméticamente contra el interior del cilindro. Esta conexión se fija mediante una tuerca libre que sujeta la cabeza del tubo del dosificador contra la rosca exterior del tubo de salida del cilindro.

El bromuro pasa del cilindro al tanque del dosificador a través del tubo de cabeza del dosificador. El nivel del bromuro en el tanque se observa a través de un visor de vidrio lateral que comunica con el tanque y el visor puede estar calibrado en gramos o en libras. Normalmente tiene marcas a 0.5 lb. Al lado izquierdo del dosificador puede observarse un tubo de cobre, con una vuelta de espiral al centro, que conecta la parte superior con la inferior del tanque y que tiene por objeto liberar la presión, evitando que ésta se acumule en la parte superior y detenga la entrada del bromuro líquido.



Equipo para fumigación con BM

Para operar el dosificador el procedimiento a seguir es el siguiente

❖ Una vez conectando el dosificador a la salida del cilindro y habiendo cerrado todas las válvulas del dosificador, se abre la válvula del cilindro. En este momento debe verificarse que no haya fuga alguna; en caso de haberla, debe cerrarse la válvula del cilindro y corregir el problema.

❖ Se abre la válvula de entrada al tanque del dosificador que puede observarse a través del visor, como entra el bromuro, burbujeando al tanque; poco a poco la entrada se vuelve más lenta por la acumulación de presión en la parte superior del tanque del dosificador.

❖ Se abren ahora las válvulas: primero la superior del tubo liberador de presión y luego la de salida del bromuro. El aire atrapado se libera hacia el espacio a fumigar a través de la manguera de salida. Se observará que se reanuda la entrada de fumigante al dosificador y se espera a que el nivel de bromuro en el visor llegue a la marca deseada.

❖ Se procede entonces a cerrar la válvula del cilindro de bromuro y la válvula de entrada al dosificador, y se abre la válvula inferior de presión hasta que salga todo el bromuro del tanque del dosificador cerrándose ahora todas las válvulas abiertas. Con esto se concluye un ciclo que toma unos 5 minutos; ciclo que se repite las veces que sea necesario hasta aplicar la cantidad total deseada de bromuro de metilo.

**ii. Báscula de Piso:** La forma más tradicional de medir el bromuro de metilo es pesando el cilindro antes del tratamiento y descontando el peso de bromuro que se va a usar. Es un procedimiento muy práctico para la fumigación de instalaciones grandes en que no es necesario estar moviendo los cilindros de un lado para otro.

El procedimiento a seguir consiste en pesar primero el cilindro con el bromuro, incluyendo las conexiones y mangueras, tal como se van a usar. A partir del peso obtenido anteriormente, se resta la cantidad de bromuro que se pretende usar, y se corre el fiel de la balanza hasta señalar el peso final que debería resultar.

**iii. Vaporizador de Agua Caliente:** se usa un vaporizador para mejorar la efectividad del bromuro, en especial cuando se fumiga a temperaturas por debajo de 15.5 °C. Al aplicar el bromuro gasificado se logra el importante beneficio de iniciar de inmediato la exposición de las plagas al fumigante, sin tener que esperar a que el bromuro se evapore en forma espontánea.

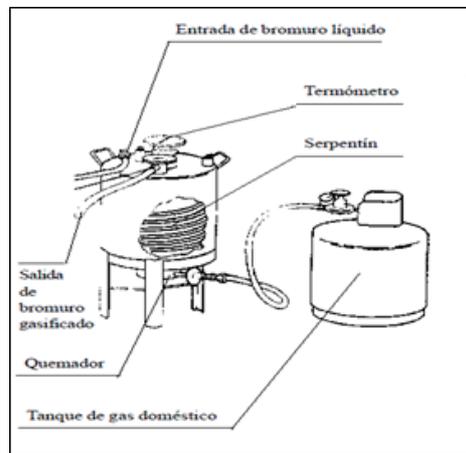
El vaporizador consta de un serpentín por el cual se hace pasar el bromuro de metilo que sale del cilindro. El serpentín se introduce en un tanque de agua que ha sido calentada por un quemador de gas.

El fumigante se descarga a razón de 1.5 - 2.0 kg de gas por minuto. El tubo de introducción del gas debe sentirse tibio al tacto: es ésta la mejor indicación de una vaporización satisfactoria.

Para vaporizar el bromuro de metilo en mayor volumen o con mayor intensidad, se usará un tubo de cobre de 12.7 - 19.1 mm (1/2" - 3/4") de diámetro exterior por 20 - 25 m de longitud,

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	Edición No: 2
	Fecha de Aprobación: 21/03/2019
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

enrollado en un recipiente con un mínimo de 60 litros de agua. La temperatura del agua no debe bajar de 65.5 °C.



Esquema de las partes de vaporizador para aplicación de bromuro de metilo

#### ❖ Vaporización

El bromuro de metilo ejerce su acción a partir de que se obtiene una cierta concentración congruente con el tiempo de exposición previsto. Es por tanto de gran trascendencia, que se obtenga lo más rápidamente posible la concentración deseada; es a partir de este momento que empieza a contar el tiempo de exposición, de ahí se deriva la importancia de asegurar que se aplique el bromuro de metilo en forma gasificada.

Tomar en cuenta que extender el tiempo de exposición, en la mayoría de los casos, no compensa el tiempo que tarda el fumigante en gasificarse espontáneamente. Aunque el bromuro de metilo evapora rápidamente arriba de los 4 °C, al evaporarse se enfría y regresa al estado líquido.

En consecuencia, en un sistema cerrado o restringido, como lo pueden ser las mangueras de inyección o un espacio limitado, o una cubierta plástica, el bromuro se va enfriando y la evaporación va siendo cada vez más lenta.

Si la temperatura es menor de 10 °C, el problema de alcanzar con rapidez la concentración planeada se vuelve crítico porque se hace más difícil la circulación del gas a temperaturas bajas, inclusive se corre el riesgo de volver a condensarse.

#### e) Hermetización del recinto y distribución del gas.

i. **Ventiladores:** Son máquinas concebidas para producir una corriente de aire mediante un rodete con aspas que giran produciendo una diferencia de presiones. Su aplicación hace circular el gas produciendo una corriente de aire en un lugar cerrado.

#### ❖ Carga en arrumes

Utilizar ventiladores con capacidad para cambiar el volumen total del recinto en un minuto. Para arrumes de hasta 140 m<sup>3</sup>, usar 2 ventiladores axiales (de aspas) uno por cada 70 m<sup>3</sup>. Para

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

fumigaciones de 140 a 210 m<sup>3</sup>, agregar un tercer ventilador en la parte superior media del arrume, dirigido hacia atrás. Para fumigaciones de 210 a 280 m<sup>3</sup>, agregar un cuarto ventilador, en el piso cerca del centro del arrume y dirigido hacia el frente. Volúmenes de 280 a 700 m<sup>3</sup>, pueden requerir hasta 7 ventiladores para obtener una buena circulación y cuando se requiera fumigaciones mayores de 700 m<sup>3</sup> solicitar la aprobación previa de la Agencia.

Es importante prender todos los ventiladores para verificar que están funcionando, mantenerlos encendidos solo el tiempo necesario durante el periodo de introducción. Si después de las lecturas de concentración del gas, éste no se ha distribuido uniformemente, entonces mantener los ventiladores en funcionamiento hasta que se haya alcanzado la uniformidad requerida (diferencia máxima de 4 g/m<sup>3</sup> entre varias lecturas).

❖ Carga en contenedores

Usar el número necesario de ventiladores para mover un volumen de aire por minuto equivalente al volumen total del espacio a fumigar. Además, colocar un ventilador adicional de por lo menos 70 m<sup>3</sup> /min cerca de la puerta, en parte delantera inferior de cada contenedor, dirigido hacia el fondo del contenedor.

**ii. Colocación de estructuras de soporte de la carpa y acolchado de esquinas.**

Es necesario considerar que cuando se requiera fumigar el producto o productos básicos en recintos encarpados se debe disponer de ciertas condiciones que garanticen la hermeticidad y a su vez cotejar que el material del que está compuesto la carpa no reaccione con el fumigante.

Antes de cada tratamiento se debe inspeccionar visualmente todas las carpas en busca de roturas, agujeros y abrasiones

A continuación se detalla las características que debe disponer el cobertor plástico para ser considerado adecuado en el tratamiento fitosanitario:

- Lona de polietileno de baja densidad
- Contar con una sola pieza sin añadiduras o parches
- Preferentemente que sean transparentes
- Grosor menor de 0,006 milésimas de pulgada o su equivalente 0.02 gramos por metro cuadrado

Antes de colocar las carpas sobre el o los arrumes o contenedores elegidos, se deberá ubicar estructuras de soporte o separación entre la carpa y la mercancía a fumigar y lograr un espacio libre entre estos donde se permita la circulación del fumigante, se pueden usar estructuras de madera o plástico, de tal manera forma que se consiga esta, pudiendo ser de 60 cm en la parte superior y de 30 cm en los costados. Tener cuidado con las esquinas y partes angulosas que se puedan presentar y alcancen a desgarrar la cubierta plástica. No se recomienda emplear parte de la mercancía como soporte de la cubierta, si no se pueden eliminar las esquinas o los

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

ángulos muy cerrados, éstos deberán cubrirse con sacos de arena (llenos del 65 - 75% de su capacidad) u otro material acolchante que sea adecuado (por ejemplo pedazos de alfombras).

Si hay vientos fuertes, se deben usar cuerdas o cinturones para mantener las carpas de fumigación en su lugar y evitar que se aflojen, se muevan o vuelen.



**Contenedores encarpados**

**f) Requisitos generales y de infraestructura**

Los prestadores de servicios fitosanitarios de fumigación con bromuro de metilo deben disponer de los siguientes ítems:

De forma general se debe contar con infraestructura, equipos y materiales necesarios para la aplicación del fumigante, mismos que deberán mantenerse en buen estado, limpios, funcionales y en las cantidades descritas en el presente documento para la atención de los usuarios y garantizar un tratamiento efectivo.

❖ **Infraestructura**

Contar con una bodega para almacenar los materiales, plaguicidas y equipo de aplicación y equipo de protección personal.

❖ **Equipos**

- i. Equipo de transporte (camioneta) para atender los servicios en los puntos de control donde se ofrece el servicio (cuando aplique) para trasladar materiales, equipos y al personal operativo.
- ii. Equipo de protección personal de acuerdo a la lista del personal de la empresa, incluyendo guantes y anteojos de seguridad por cada operario,
- iii. Un generador de electricidad, con capacidad para soportar la demanda de energía de los equipos de medición de concentraciones de bromuro de metilo.
- iv. Una mascarilla de protección de cara completa por operario con cartuchos tipo AX diseñados exclusivamente para bromuro de metilo
- v. Disponer de dosificadores volumétricos para cilindros de bromuro de metilo, con graduación en kilogramos o su equivalente, visible y legible (por lo menos 3 unidades).
- vi. Respiradores purificadores de aire para bromuro de metilo tipo AX, vigentes y un juego por mascarilla de cara completa y además llevar bitácora de horas de uso

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

- vii. Tubos colorimétricos para bromuro de metilo de rango bajo (por lo menos 10 unidades, con rango de medición que abarque la medición de 5 ppm), vigentes, además de una bomba auxiliar de muestreo funcional para tubos colorimétricos.
- viii. Detector de fotoionización para gases orgánicos el cual se solicitará en caso de no contar con la Unidad de Conductividad Térmica, los tubos colorimétricos para bromuro de metilo y la bomba de muestreo.
- ix. Una Unidad de Conductividad Térmica funcional, para medición de concentraciones de bromuro de metilo en  $\text{g/m}^3$ , con certificado de calibración con vigencia de doce (12) meses emitido por un laboratorio acreditado.
- x. Detector de haluros a base de gas propano o de sensor electrónico, funcionales.

❖ Materiales

- i. Cinta métrica con un mínimo de 30 metros.
- ii. Cintas adhesivas con dimensiones que aseguren el correcto sellado del área donde se realizará la aplicación del tratamiento.
- iii. Extensión de cable eléctrico industrial (mínimo calibre 12)
- iv. Bomba de muestreo para tubos colorimétricos
- v. Ductos de PVC para extracción del gas con un diámetro mínimo de 5 pulgadas y una longitud mínima de 6 metros, se debe disponer al menos de 2 ductos con estas características.
- vi. Contar con bromuro de metilo en cantidad suficiente para cubrir las necesidades mínimas previstas para el consumo de quince (15) días, comprobable con el producto y la documentación que acredite la adquisición del mismo.

La Agencia podrá aceptar infraestructura y equipos equivalentes, siempre que sus especificaciones garanticen efectividad en la aplicación del tratamiento fitosanitario, por otra parte se deberá demostrar la capacidad técnica del personal operativo que aplicará los tratamientos fitosanitarios, presentando constancias de capacitaciones recibidas con una antigüedad no mayor a un (1) año donde la temática impartida esté relacionada al conocimiento del fumigante, el proceso de aplicación de bromuro de metilo como tratamiento fitosanitario, manejo y registro de información y demás temas vinculados con el uso de equipos de protección personal, recaptura del fumigante y cuidado del medio ambiente.

**Requisitos específicos para tratamiento en bodegas, furgones, contenedores, tolvas, barcos o bajo cubierta plástica (encarpado).**

Deben disponer de los siguientes:

- i. Almohadillas con una longitud de 50 cm y de diámetro de 13 cm como mínimo, las cuales deberán estar rellenas al 80% de su capacidad con arena o material equivalente (se deberá contar con un mínimo de 40 unidades).
- ii. Cubierta plástica con calibre 600 micras o mucho menor tamaño de agujeros, de dimensiones variables, sin fisuras para evitar fugas, se recomienda al menos 3 unidades.
- iii. Termómetro de vástago digital, certificado anualmente por un laboratorio de calibración acreditado
- iv. Dos ventiladores industriales, con capacidad para circular y extraer el gas aplicado, con caudal igual o mayor de  $70 \text{ m}^3/\text{minuto}$ , con adaptación para conectar los ductos y poder realizar la extracción del gas.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

- v. Cinco mangueras de polietileno de 20 metros de longitud como mínimo para muestreo de concentraciones a colocarse en el espacio a tratar.
- vi. Rollos de polietileno con la leyenda "PELIGRO" para acordonar el área donde se aplicará el tratamiento, preferible de color amarillo.
- vii. Tener un evaporador o vaporizador a base de gas LP o eléctrico, para gasificar el bromuro de metilo, con termómetro integrado (al menos uno).
- viii. Presentar inyectores para introducción de bromuro de metilo con perforaciones a lo largo del inyector.
- ix. Mangueras de polietileno para bromuro de metilo, con una longitud de por lo menos 10 m cada una (30 mangueras para empresas que presten el servicio de tratamientos fitosanitarios que realicen fumigación en barco y 10 para empresas que presten el servicio de tratamientos fitosanitarios en aplicaciones terrestres). Para aplicaciones en barcos, se puede presentar redes de mangueras con las dimensiones y cantidades señaladas como mínimo.

**Características específicas para tratamiento con bromuro de metilo en cámaras de fumigación**

- i. Contar con un letrero fijo de 80 cm de ancho por 60 cm de alto como mínimo por cámara con señalización de peligro con la siguiente leyenda: Peligro. Área Restringida. Aplicación de bromuro de metilo. Extremadamente tóxico
- ii. Un dosificador volumétrico para cada cámara de fumigación, con graduación en kg o en lb, visible y legible.
- iii. Un evaporador o vaporizador a base de gas LP o eléctrico con termómetro integrado, por cada dosificador volumétrico.
- iv. Una bomba auxiliar funcional, para apoyo en el muestreo de concentraciones de bromuro de metilo, con una o más líneas de muestreo, de longitud igual o mayor a 10 m.
- v. Las cámaras de fumigación, pueden ser construidas de concreto, que deberán contar con recubrimiento interior liso, no presentar fracturas, fisuras en su estructura o paredes enmendadas, o bien, estar construidas de acero u otro material que asegure hermeticidad.
- vi. El interior de la cámara de fumigación, deberá contar con recubrimiento con pintura epóxica, aplicada a piso, paredes, techo y tarimas de madera.
- vii. La cámara de fumigación debe contar con cinco dispositivos para toma de muestras de concentraciones de bromuro de metilo, ubicadas en diferentes niveles de la misma.
- viii. Deberá cumplir con la prueba de hermeticidad (Constatación del nivel de hermeticidad de la cámara de fumigación mediante la generación de una presión positiva dentro de la misma) para tener la seguridad de que el gas es retenido en la cámara durante el periodo de exposición del tratamiento. El tiempo de la presión interna de la cámara debe ser de 2 minutos, el cual se tomará en función de la reducción de la presión del manómetro de 50 a 5 mm (reducción de 25 mm a 2.5 mm del brazo abierto).
- ix. Durante la certificación, para constatar el correcto funcionamiento de los equipos de medición y de las tomas de muestra, deberá realizarse una prueba en blanco (Proceso de fumigación normal con la cámara de fumigación vacía, para detectar pérdidas de fumigante a través del tiempo de exposición), con la cámara completamente vacía y cerrada herméticamente, se deberá inyectar bromuro de metilo al 100%, a una dosis de 20 g/m<sup>3</sup>. Realizar mediciones de concentración del producto a los 30 minutos y a las 2 horas en todas las líneas de muestreo ubicadas en el interior de la cámara de fumigación. La concentración

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	Edición No: 2
	Fecha de Aprobación: 21/03/2019
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

mínima aceptable será de 16 g/m<sup>3</sup> a la media hora y de 12 g/m<sup>3</sup> a las 2 horas. Antes de realizar la lectura de concentraciones se podrá encender los ventiladores.

- x. Ducto de recirculación y extracción con ventilador industrial que permita mover al menos 1/3 del total del gas contenido dentro de la cámara por minuto.
- xi. Termómetro e higrómetro con carátula al exterior, por cada cámara de fumigación.
- xii. Un inyector de aire y un manómetro con adaptación para conectarse a la cámara de fumigación, que se utilizará para realizar las pruebas de hermeticidad.
- xiii. Si se ofrece el servicio de fumigación al vacío, se deberá contar con equipo de extracción de aire, tenga una capacidad de 650 mm de vacío.
- xiv. Termómetro portátil con vástago de 10 a 17 cm para tomar la temperatura del producto a fumigar, certificado anualmente por un laboratorio de calibración acreditado.
- xv. Anaqueles para colocar la muestra de fruta tomada antes y después del tratamiento.

**g) Equipos para detección de fugas**

Se requieren detectores de fugas para conocer si existe escape de bromuro de metilo mismo que se pueden localizar en el cilindro, vaporizador, las mangueras de suministro, las conexiones, por puntos de salidas de mangueras desde y hacia el contenedor o en las sondas de medición de concentraciones.



Imagen donde se observa la revisión de fugas en contenedor no encarpado con dispositivo electrónico de altas concentraciones alrededor de los sellos en las puertas



Equipo para detectar de fugas, implemento electrónico y de fácil uso.

### ***h) Seguridad y control de los equipos de protección personal***

#### **i. Riesgos del bromuro de metilo para la salud**

La exposición al bromuro de metilo puede causar los siguientes síntomas:

- Dolores de cabeza.
- Visión borrosa y problemas en el habla.
- Cansancio.
- Mareo y tambaleos.
- Pérdida de apetito
- Dolores abdominales, náuseas y vomito.
- Síntomas de reacción tardía pueden ocurrir desde 8 a 24 horas luego de la exposición.

#### **ii. Nivel de exposición ocupacional (TLV) –Tiempo promedio ponderado (TWA)**

El TLV de acuerdo a la norma australiana adoptada por Ecuador es de 5ppm, el equipo para medir TLV debe computar con precisión un rango tan bajo como 1ppm, y son requeridos equipos especializados para estos casos.

Los fumigadores como parte de su equipo de protección personal pueden utilizar dos tipos de respiradores:

- (SCBA) Aparato respiratorio auto contenido
- Mascara y filtro de gas apropiado (respirador de cara completa)

Otras medidas de seguridad a considerar son el de asegurarse que las válvulas estén limpias y operando adecuadamente

- Se debe limpiar las máscaras regularmente con agua tibia y jabón
- Guardar los equipos para prevenir daño

#### **iii. Uso de filtro adecuado para el fumigante:**

- AX para bromuro de metilo
- Los cartuchos con filtro AX pueden usarse por un día
- Chequee fecha de vencimiento de los cartuchos
- Use los cartuchos estrictamente de acuerdo a las normas del fabricante
- Evite altas concentraciones de fumigante ya que los cartuchos pueden saturarse rápidamente y ser inefectivos

**Nota:** Se ha determinado que existe 50 ppm de penetración de bromuro de metilo luego de 40 minutos de exposición a este fumigante y 230 ppm en 20 minutos en los cartuchos que se utilizan como EPP.

#### **iv. Procedimiento para ajuste de un respirador de cara completa**

- Verifique el tiempo de vida útil restante de los cartuchos en su respirador
- 
- Examine si el cartucho tiene daños
- Extienda las correas completamente
- Ajuste las correas para asegurar la máscara
  - o Inferior primero
  - o Laterales después

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No: 2</b>
	<b>Fecha de Aprobación: 21/03/2019</b>
<b>PROCESO: SANIDAD VEGETAL</b>	<b>SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO</b>

- Superior al final

Bloquee la entrada de aire por 10 segundos para asegurarse de que exista un sellado total con su rostro.

**v. Otras medidas de seguridad**

Vestimenta:

- Remera o camisa suelta de manga larga y pantalones u overol
- En caso que se requiera en determinado sitio:
  - Calzado con recubierto de acero
  - Vestimenta de alta visibilidad
  - Casco resistente
- Trabaje siempre en parejas
- Chequee los procedimientos a seguir en caso de emergencia
- Tener a mano los números de los organismos de socorro

**i) Evaluación de las características de sorción del objeto a fumigar.**

Se deberá considerar la naturaleza y condición del objeto a tratar; ya que una particularidad propia de cada producto es la capacidad de sorción que estos tienen.

❖ **Sorción:** Es la acción de retención de las moléculas de los gases por la fase sólida o líquida de la materia. El término sorción incluye los fenómenos de adsorción y absorción, que son generalmente de índole reversible, ya que las fuerzas que intervienen en ellos (denominadas de Van der Waal), son débiles. Un enlace más fuerte denominado quimiosorción se produce corrientemente en una reacción química entre el gas y el material expuesto, siendo en circunstancias ordinarias irreversible.

La sorción puede ser también influenciada por la humedad, se dice que ocurre adsorción cuando las moléculas de un gas permanecen adheridas la superficie de un material. Se produce absorción cuando el gas penetra en la fase sólida o líquida y es retenido en ella por las fuerzas capilares que rigen las soluciones. La sorción varía inversamente con la temperatura y por consiguiente la sorción es mayor a temperaturas bajas. Esto tiene aplicaciones prácticas y es una de las razones por las cuales las dosis tienen que aumentarse a medida que la temperatura de la fumigación disminuye.

❖ **Desorción,** es el proceso inverso a la sorción física; las partículas de gas retenidas en la materia sólida, al encontrar una menor presión tienden a dispersarse y difundirse en el ambiente del entorno, esta acción que puede ser acelerada mediante: un aumento de la temperatura, utilización de ventiladores, o exposición del producto a corrientes de aire en forma artificial o natural.

Algunos productos no son apropiados para este tratamiento puesto que absorben grandes cantidades de bromuro de metilo como por ejemplo aceites, grasas y materiales finamente molidos. Esto puede causar que se manche o generar fitotoxicidad en estos productos y puede llevar a riesgos tales como la presencia de residuos excesivos de bromuro, resultando que el producto fumigado no sea apropiado para su uso destinado.

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No: 2</b>
	<b>Fecha de Aprobación: 21/03/2019</b>
<b>PROCESO: SANIDAD VEGETAL</b>	<b>SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO</b>

Si existe preocupación de que un producto pueda ser afectado adversamente por el bromuro de metilo, los importadores, exportadores, y fumigadores deberían pedir orientación respecto a sus efectos a un experto o realizar pruebas en el producto.

En la tabla siguiente se detallan algunos productos que pueden presentar problemas al ser expuestos al bromuro de metilo, considerar que la información aquí señalada corresponde a una lista referencial y no abarca a todos los productos que podrían ser afectados en la fumigación con este fumigante.

<b>Producto</b>	<b>Observaciones</b>
Productos alimenticios a. Mantequilla, manteca y grasas; b. Sal yodada estabilizada con hiposulfito de sodio; c. Harina de soya con toda la grasa, harina integral de trigo, otras harinas con mucha proteína y polvos de hornear; d. Nueces con alto contenido de aceite; e. Ciertos bicarbonatos de soda para hornear, piedras de minerales para ganado, bloques de sal, u otros alimentos que contenga compuestos de azufre reactivo; f. Harina de hueso.	Nunca se debe exceder la dosis recomendada y los periodos de exposición para alimentos o productos alimenticios.
Artículos de cuero	Especialmente cabritilla u otros artículos de cuero curtidos mediante procesos con azufre.
Artículos de hule	
Carbón, bloques de ceniza y carbón activado	
Obras de arte al óleo	
Empaques y contenedores de poliestireno	El poliestireno puede absorber grandes cantidades de bromuro de metilo, el cual puede necesitar mucho tiempo para desorberse.

Fuente: Norma DAFF para fumigación con bromuro de metilo. Version 2.1

#### ***j) Penetración del fumigante***

La mercancía; objeto de la fumigación, no debe estar recubierta con materiales que sean impermeables al bromuro de metilo, el responsable de la fumigación debe verificar que el envío no esté envuelto en materiales impermeables que puedan evitar que el fumigante alcance el objetivo de la fumigación.

Se consideran superficies impermeables o recubrimientos aislantes a las estructuras que se encuentren pintadas, lacadas y barnizadas evitando la penetración efectiva del bromuro de metilo. Otras estructuras consideradas impermeables son los plásticos, papeles alquitranados o encerados, hojas de aluminio, etc. Si el producto básico dispone de estas envolturas

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

entonces estas debe ser perforada, cortadas o removidas antes del inicio de la fumigación para permitir que el fumigante alcance el objetivo de la fumigación

La Norma AQIS para envolturas y perforaciones indica que para cumplir con los requisitos de perforaciones para fumigación con bromuro de metilo, los materiales impermeables deben tener no menos de cuatro (4) perforaciones de 6 mm de diámetro/m<sup>2</sup> o cinco (5) perforaciones de 5 mm de diámetro /m<sup>2</sup>; por otra parte las envolturas plásticas que disponen de múltiples agujeros (al menos 6 agujeros /cm<sup>2</sup>), que se usan frecuentemente para el transporte de fruta o vegetales, también son aceptables.

Los productos de madera sin procesar deben tener al menos una dimensión física que sea de un espesor menor de 200mm, por lo general el fumigante penetrará en la madera únicamente 100mm desde la superficie durante el periodo de exposición del fumigante.

***k) Cálculo de dosis y aplicación de bromuro de metilo***

La cantidad calculada de fumigante que se deba aplicar en un recinto de fumigación se encuentra determinada por varios factores.

***i. Tasa de dosis requerida***

Es la concentración inicial de fumigante que debe ser aplicada dentro del recinto durante un período de tiempo definido. La identificación del objetivo biológico que se pretende eliminar es el primer paso en la selección del tratamiento a aplicar, para el caso de organismos como los artrópodos es necesario considerar el estado de su ciclo biológico en que pudieran encontrarse (huevos, larvas, ninfas, pupas, adultos), es necesario recordar que cada plaga requiere de condiciones especiales para su completa eliminación, en este sentido ya se han determinado gran parte de estas condiciones y se dispone de los tratamientos efectivos; en otros casos estas condiciones todavía están sujetos a investigación, comprobación o validación.

En el Manual de Tratamientos Cuarentenarios de USDA se pueden consultar varios ejemplos de los procedimientos para fumigaciones de productos vegetales misceláneos, y dentro de estos se demuestran los tratamientos T400 que corresponde a tratamientos contra termitas en madera que se indica a continuación.

Programas de Tratamientos T400 – Programas para Productos Misceláneos  
T404 – Productos de Madera Incluyendo Contenedores

**T404-c-1-1 Productos de madera incluyendo contenedores**



Si está usando un analizador de gases C/T, deberá montar un filtro Ascarite® cuando tome las lecturas de concentración mínima para T404-c-1-1.

Plaga: Termitas

Tres tratamientos alternativos:

Tratamiento: **T404-c-1-1** – BM a PAN – bajo carpa o en cámara

Temperatura	Dosificación (lb/1000 pies <sup>3</sup> )	Lecturas Mínimas de Concentración (onzas) A:				
		0.5 h	2 h	4 h	16 h	24 h
40 °F o más	3 lb	36	30	27	25	24



Importante

- ♦ Se debe alcanzar la concentración mínima en fumigaciones en cámara a PAN de materiales absorbentes (Véase [Sorción](#) en página 2-3-8 para ver una lista de materiales sortivos o absorbentes)
- ♦ Si están presentes tanto termitas como barrenadores a 40°F-60°F, use el programa contra barrenadores con exposición extendida hasta 20 horas. Use las mismas concentraciones mínimas.

**ii. Concentración:**

Es la cantidad de fumigante presente en un volumen conocido. Es importante conocer el volumen total del gas que debe circular en el recinto seleccionado al momento de la aplicación del fumigante y durante el periodo de exposición, por estas razones es de vital trascendencia conocer los valores de las concentraciones alcanzadas. Al realizar la toma de las mediciones de concentraciones altas, estas advierten que se ha logrado una buena hermeticidad del recinto, así como también indican que la cantidad inyectada es la adecuada para controlar la plaga objetivo, estas lecturas señalan además que el fumigante se distribuyó por todo el recinto fumigado. Las concentraciones altas se expresan en peso por unidad de volumen en gramos por metro cúbico (g/m<sup>3</sup>).

Ahora bien una vez terminado el proceso de fumigación es necesario airear o capturar el bromuro de metilo remanente que se encuentra en el recinto para garantizar que las cantidades restantes del fumigante no sean nocivas para el personal operativo que se encuentran laborando en el área del recinto o que afecten al medio ambiente. Por estas razones se debe volver a tomar lecturas para constatar los valores de las concentraciones presentes sean bajas y seguros permitiendo manipular la mercancía que se encuentra en el recinto y además permita su posterior liberación estas concentraciones se expresan en partes por millón (ppm)

La concentración del fumigante en el recinto puede verse afectada por volumen del recinto, absorción y por fugas de gas.

**iii. Ajustes por temperatura**

Las tasas de dosis estándar se basan en una temperatura de 21°C como temperatura ideal dentro del recinto a ser fumigado:

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	Edición No: 2
	Fecha de Aprobación: 21/03/2019
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

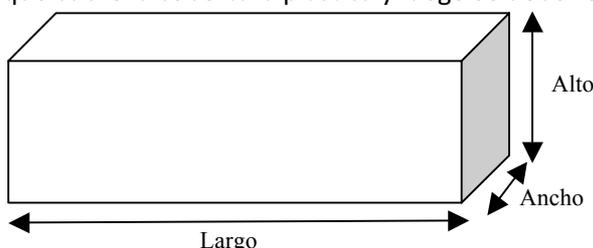
- ❖ Si durante el periodo de exposición de la fumigación con bromuro de metilo; se pronostica temperaturas ambientales inferiores a 21°C, sobre todo en las horas de la madrugada en eso casos es necesario realizar ajustes en la dosis de la aplicación del fumigante.
- ❖ Debe revisar la temperatura mínima pronosticada para el periodo que va desde el comienzo de la fumigación hasta el final del proceso. No se recomienda realizar fumigaciones cuando se espera que la temperatura del recinto baje a menos de 10°C en cualquier momento durante el proceso de fumigación.
- ❖ La temperatura ambiental mínima que se espera en el recinto destinado para la fumigación debería determinarse mediante verificación con el departamento de oficial de clima y de producirse estas bajas de temperatura se debe proceder a subir o incrementar a la tasa de dosis inicial en 8g/m<sup>3</sup> por cada rango de 5°C que descienda la temperatura ambiente tal como se muestra en el siguiente cuadro

Tasa de dosis determinada	Temperatura mínima pronosticada	Observaciones	Dosis ajustada
48g/m <sup>3</sup>	21°C	No se aumenta la dosis calculada	No aplica
48g/m <sup>3</sup>	Entre 20°C y 16°C	Aumento de 8g/m <sup>3</sup>	56g/m <sup>3</sup>
48g/m <sup>3</sup>	Entre 15°C y 11°C	Aumento de 16g/m <sup>3</sup>	64g/m <sup>3</sup>
48g/m <sup>3</sup>	10°C	Aumento de 24g/m <sup>3</sup>	72g/m <sup>3</sup>
48g/m <sup>3</sup>	Menos de 10°C	NO se debe fumigar a estas temperaturas	No aplica

- ❖ Cuando la temperatura está sobre los 21°C no se debe ajustar la tasa de dosis requerida.

#### iv. Tamaño del recinto.

Este cálculo se debe realizar tomando en cuenta las medidas internas del contenedor considerando que este no sea encarpado (cámaras, recintos fijos o contenedores secos), si la fumigación se deba hacer en un encarpado entonces se debe tomar las medidas del área total que cubre la cobertura plástica y luego se debe realizar los cálculos respectivos.



$$\text{Volumen} = (\text{Largo}) \times (\text{Ancho})$$

#### v. Cálculo la dosis

El cálculo para determinar la dosis que se requiere para realizar la fumigación con bromuro de metilo es el siguiente

**Volumen del recinto x Tasa de dosis requerida = Dosis**

Cuando el bromuro de metilo contenga agente delator (cloropicrina) dentro de su composición, los cálculos para determinar la dosis de aplicación deberán considerar la cantidad que este agente ocupa en la totalidad del producto y que corresponde generalmente al 2% del volumen total del envase, por lo que es necesario ajustar el cálculo de la dosis y establecer el valor final a ser aplicado, por lo tanto cuando se presente esta situación se debe realizar el siguiente cálculo:

**Dividir la dosis por 0.98 (98% bromuro de metilo)**

**vi. Dosis comunes y estándar para fumigación con bromuro de metilo**

Para la mayoría de productos (excepto los perecederos) las dosis de tratamientos AQIS deben basarse en la temperatura ambiente mínima pronosticada que experimentarán los productos dentro del recinto de fumigación durante el periodo del tratamiento.

A continuación se detalla un cuadro referencial de las dosis comunes para la fumigación con bromuro de metilo

PLAGA/PRODUCTO	CONCENTRACIÓN REQUERIDA
Caracol gigante africano	128 g/m <sup>3</sup> a 21°C por 24 horas a presión atmosférica normal
Gorgojo Khapra	80 g/m <sup>3</sup> por 48 horas con una concentración mínima de 24 g/m <sup>3</sup> luego de 24 horas a PAN (presión atmosférica normal)
Plagas de productos almacenados de importancia cuarentenaria	32 g/m <sup>3</sup> a 21oC por 24 horas a PAN
Madera (para construcción)	48 gr/m <sup>3</sup> a 21oC por 24 horas a PAN

Fuente: Norma DAFF para fumigación con bromuro de metilo – Versión 2.1 – Agosto 2013

**vii. Monitoreo de la concentración del gas**

La concentración del gas debe ser medida en todas las fumigaciones; el monitoreo se lleva a cabo para conocer si:

- ❖ La concentración de la aplicación de bromuro de metilo realizada se encuentra igual o está sobre el valor estándar de concentración de bromuro de metilo calculada.
- ❖ Determinar si el gas está distribuido uniformemente dentro de recinto.
- ❖ Se deben tomar lecturas de al menos 3 sondas de monitoreo en recintos que tengan 30 m<sup>3</sup> o más de capacidad, y determinar el cumplimiento de los 2 puntos anteriores.
- ❖ Se requiere al menos una lectura de una sola sonda de monitoreo para recintos menores de 30 m<sup>3</sup>, la sonda debe ser colocada en la parte central superior de los bienes dentro del recinto a ser fumigado.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

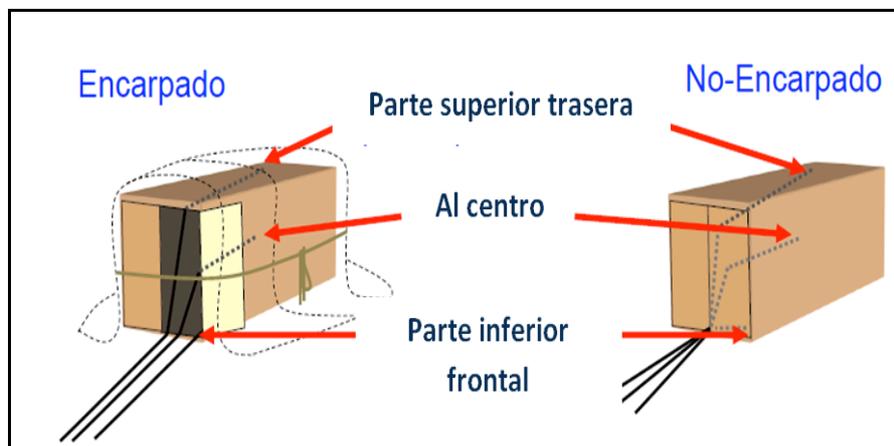
SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

A continuación se muestra una tabla donde se realiza un comparativo entre los tiempos de monitoreo de concentraciones de bromuro de metilo contrastado con el porcentaje de conservación de la dosis original aplicada del gas fumigante según la Norma DAFF.

Monitoring Times Tiempo de Monitoreo	Percentage of Original Dose Porcentaje de dosis Original
¼ Hours / horas	85% or more / o más
½ Hours / horas	75% or more / o más
1 Hour / hora	70% or more / o más
2 Hours / horas	60% or more / o más
4 Hours / horas	50% or more / o más
12 Hours / horas	35% or more / o más
24 Hours / horas	30% or more / o más
48 Hours / horas	25% or more / o más

Fuente: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según Norma de la DAFF

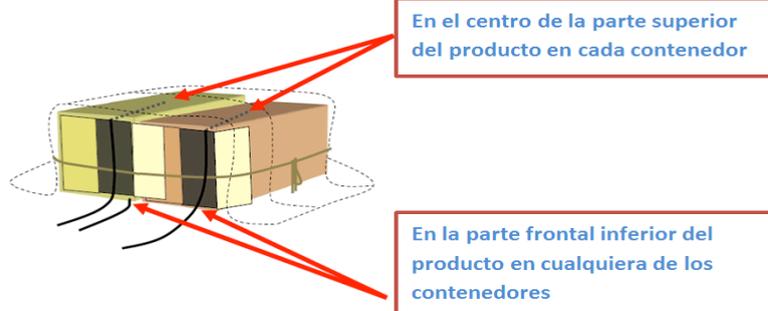
❖ **Distribución de sondas de monitoreo**



Fuente: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según la Norma de la DAFF

Para dos contenedores en un recinto encarpado:

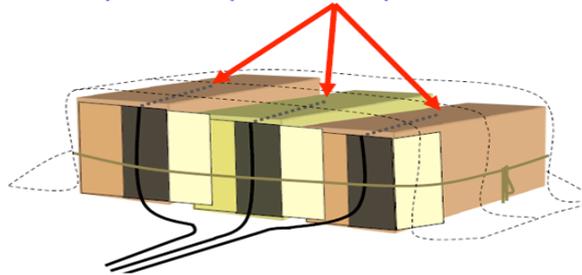
Un mínimo de tres sondas de monitoreo de gas



Fuente: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según la Norma de la DAFF

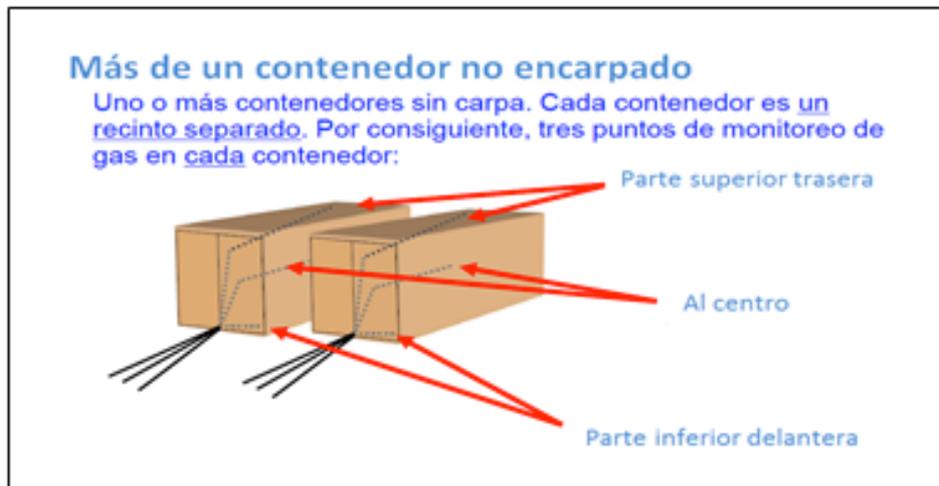
Para tres contenedores o más en un recinto

Deberán colocar una sonda de monitoreo en el centro de la parte superior del producto en cada contenedor



Fuente: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según la Norma de la DAFF

Cuando se fumigue carga en contenedores, no colocar más de ocho sondas bajo una sola cubierta plástica, si se fumigan varios contenedores en una fila, colóquense de forma que las puertas abran hacia el mismo lado. Si los contenedores se colocan en dos filas, entonces todas las puertas deben abrir hacia el pasillo central, una frente a otra, el pasillo debe ser por lo menos de 1 metro de ancho. Todas las puertas deben estar abiertas completamente.



Fuente: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según Norma de la DAFF

#### viii. Periodo de exposición.

El punto de partida del tratamiento fumigante empieza solamente cuando:

- ❖ Todas las lecturas son iguales o están por sobre el estándar de concentración.
- ❖ El fumigante esté distribuido de forma uniforme por todo el recinto (Equilibrio).
- ❖ El equilibrio se logra cuando la concentración de gas en cada punto de monitoreo está dentro del 15% de la lectura más baja. Se requiere equilibrio solo al comienzo de la fumigación.

Para lograr el equilibrio en el recinto, el fumigante DEBE circular mediante la ayuda de ventiladores, debiendo disponer del espacio suficiente alrededor de los productos dentro del recinto, también considerar que para la dispersión del bromuro de metilo en recintos más grandes se debe usar más de una manguera de suministro.

**Cómo calcular el equilibrio:**

$$\frac{(\text{highest} - \text{lowest})}{\text{lowest}} \times 100 = \%$$

$$\frac{(\text{Lectura más alta} - \text{lectura más baja})}{\text{lectura más baja}} \times 100 = \%$$

Las fumigaciones con periodos de exposición igual o superiores de 48 horas requieren monitoreo al punto de partida, durante la mitad del tiempo del proceso (24 horas) y al punto de término.

El punto de partida del tratamiento empieza cuando se haya alcanzado el equilibrio en el sistema. La concentración mínima permitida al punto de partida es de 70% de la dosis inicial.

Para considerar el “punto de término” o fin del periodo de exposición, TODAS las lecturas DEBEN ser iguales al estándar o encontrarse por sobre el mismo. Registre todas las lecturas de

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

concentración y al momento en el que las lecturas han sido generadas, no se requieren cálculos de equilibrio en el punto de término.

Ejemplo de punto de término:

Tasa de Dosis=48 g/m<sup>3</sup>  
Duración = 24 horas  
Lecturas de 24h =18, 25, 21  
Estándar = 14.4  
Más baja = 18.0

Conclusión: Fumigación exitosa, comienzo de ventilación o proceso de captura de bromuro de metilo.

***1) Compensación de fumigante***

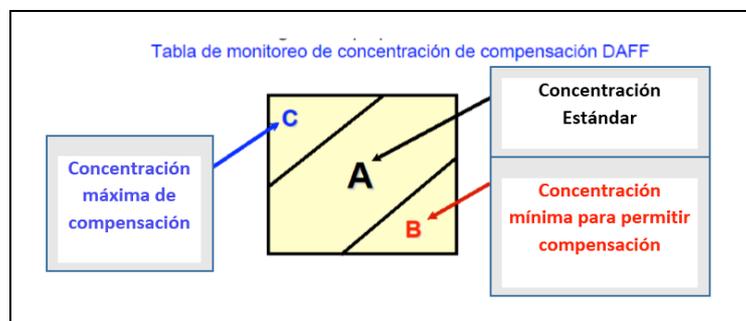
La información que aquí se proporciona corresponde a la norma australiana DAFF para fumigación con bromuro de metilo, misma que hace referencia a las compensaciones del fumigante. Este proceso solo deberá hacerse mientras las concentraciones de fumigante estén por encima del *nivel mínimo* en todos los puntos de monitoreo. Existen dos opciones para compensar el bromuro de metilo

**i. Opción 1 Compensación - Monitoreo en el punto de inicio y en el punto final**, con la posibilidad de compensar al final, esta decisión permite compensar el nivel del bromuro al final del periodo de fumigación, pero solo en ciertas circunstancias y sólo si los niveles de concentración del fumigante han sido monitoreados en conformidad con la tabla y que se hace referencia a continuación.

TABLA PARA MONITOREO DE BROMURA DE METILO											Australian Government Department of Agriculture
Fase de dosificación	Dosis Inicial	32 g/m <sup>3</sup>	40 g/m <sup>3</sup>	48 g/m <sup>3</sup>	56 g/m <sup>3</sup>	64 g/m <sup>3</sup>	72 g/m <sup>3</sup>	80 g/m <sup>3</sup>	88 g/m <sup>3</sup>	128 g/m <sup>3</sup>	La dosificación está completa una vez que TODA la cantidad requerida de gas ha sido aplicada al recinto
Fase de Distribución Punto de Inicio	¼ - ½ hr 85% o más de la dosis inicial	32	40	48	56	64	72	80	88	128	El punto de inicio se alcanza cuando TODAS las lecturas de monitoreo están a o arriba de la Norma y dentro de 15% de la lectura más baja (Equilibrio).
	½ - 1 hr 75% o más de la dosis inicial	32	40	48	56	64	72	80	88	128	
	> 1 hr 70% o más de la dosis inicial	32	40	48	56	64	72	80	88	128	
Fase de Fumigación Concentración de bromuro de metilo después punto de	2 hrs 60% o más de la dosis inicial	24.2	29	33.8	38.6	46.4	51.2	56	60.8	84.8	El período de exposición comienza cuando se ha alcanzado el Punto de Inicio.  Por ejemplo, si una fumigación de 24 horas alcanza el Punto de Inicio 1 1/2 horas después de dosificar la fumigación, se considera completa 25 1/2 horas después de la dosificación y que TODAS las concentraciones estén en o arriba del estándar especificado para 24 horas.
	4 hrs 50% o más de la dosis inicial	21	25	29	33	40	44	48	52	72	
	12 hrs 35% o más de la dosis inicial	16.2	19	21.8	24.6	30.4	33.2	36	38.8	52.8	
	24 hrs 30% o más de la dosis inicial	14.6	17	19.4	21.8	27.2	29.6	32	34.4	46.4	
	48 hrs 25% o más de la dosis inicial	13	15	17	19	24	26	28	30	40	

A = Concentración estándar  
B = Concentración mínima para permitir compensación  
C = Concentración máxima de compensación

Sí la concentración del fumigante cae por debajo de la concentración estándar (A) pero no disminuye hasta por debajo de la concentración mínima (B) como se indica en la tabla anteriormente mencionada, los niveles de fumigante pueden ser compensados hasta no más allá de la concentración máxima de compensación (C)



ii. **Opción 2 Compensación – Monitoreo continuo con opciones de compensación.** Esta alternativa deberá ser usada cuando tenga que fumigarse productos altamente sortivos y se indique la necesidad de una compensación. Dentro de los productos considerados como

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No: 2</b>
	<b>Fecha de Aprobación: 21/03/2019</b>
<b>PROCESO: SANIDAD VEGETAL</b>	<b>SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO</b>

altamenten sortivos se incluye harinas de pescado, harinas de huesos, harinas de maíz, nueces, semillas, grasas, granos de café, y productos empacados en materiales de poliestireno

**Norma DAFF Para Fumigación Con Bromuro de Metilo - Versión 2.1 - Agosto 2013**

**Tabla 4: Concentraciones estándar requeridas para una tasa de dosis en un tiempo específico**

Concentraciones Estándar Requeridas (g/m <sup>3</sup> )															
Hours	Retention	32	48	56	64	72	80	88	96	104	128	136	144	152	
¼	85.00%	27.2	40.8	47.6	54.4	61.2	68.0	74.8	81.6	88.4	108.8	115.6	122.4	129.2	
½	75.00%	24.0	36.0	42.0	48.0	54.0	60.0	66.0	72.0	78.0	96.0	102.0	108.0	114.0	
1	70.00%	22.4	33.6	39.2	44.8	50.4	56.0	61.6	67.2	72.8	89.6	95.2	100.8	106.4	
2	60.00%	19.2	28.8	33.6	38.4	43.2	48.0	52.8	57.6	62.4	76.8	81.6	86.4	91.2	
3	54.80%	17.5	26.3	30.7	35.1	39.5	43.8	48.2	52.6	57.0	70.1	74.5	78.9	83.3	
4	50.00%	16.0	24.0	28.0	32.0	36.0	40.0	44.0	48.0	52.0	64.0	68.0	72.0	76.0	
5	47.80%	15.3	22.9	26.8	30.6	34.4	38.2	42.1	45.9	49.7	61.2	65.0	68.8	72.7	
6	45.70%	14.6	21.9	25.6	29.2	32.9	36.6	40.2	43.9	47.5	58.5	62.2	65.8	69.5	
7	43.70%	14.0	21.0	24.5	28.0	31.5	35.0	38.5	42.0	45.4	55.9	59.4	62.9	66.4	
8	41.80%	13.4	20.1	23.4	26.8	30.1	33.4	36.8	40.1	43.5	53.5	56.8	60.2	63.5	
9	40.00%	12.8	19.2	22.4	25.6	28.8	32.0	35.2	38.4	41.6	51.2	54.4	57.6	60.8	
10	38.30%	12.3	18.4	21.4	24.5	27.6	30.6	33.7	36.8	39.8	49.0	52.1	55.2	58.2	
11	36.60%	11.7	17.6	20.5	23.4	26.4	29.3	32.2	35.1	38.1	46.8	49.8	52.7	55.6	
12	35.00%	11.2	16.8	19.6	22.4	25.2	28.0	30.8	33.6	36.4	44.8	47.6	50.4	53.2	
16	33.35%	10.7	16.0	18.7	21.3	24.0	26.7	29.3	32.0	34.7	42.7	45.4	48.0	50.7	
20	31.65%	10.1	15.2	17.7	20.3	22.8	25.3	27.9	30.4	32.9	40.5	43.0	45.6	48.1	
24	30.00%	9.6	14.4	16.8	19.2	21.6	24.0	26.4	28.8	31.2	38.4	40.8	43.2	45.6	
28	29.15%	9.3	14.0	16.3	18.7	21.0	23.3	25.7	28.0	30.3	37.3	39.6	42.0	44.3	
32	28.31%	9.1	13.6	15.9	18.1	20.4	22.6	24.9	27.2	29.4	36.2	38.5	40.8	43.0	
36	27.47%	8.8	13.2	15.4	17.6	19.8	22.0	24.2	26.4	28.6	35.2	37.4	39.6	41.8	
40	26.64%	8.5	12.8	14.9	17.0	19.2	21.3	23.4	25.6	27.7	34.1	36.2	38.4	40.5	
44	25.82%	8.3	12.4	14.5	16.5	18.6	20.7	22.7	24.8	26.9	33.0	35.1	37.2	39.2	
48	25.00%	8.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	32.0	34.0	36.0	38.0	
La concentración mínima que permite compensación es:		- 5g/m <sup>3</sup> bajo el Estándar de Concentración.				- 8g/m <sup>3</sup> bajo el Estándar de Concentración									
La concentración máxima que permite compensación es:		+ 5g/m <sup>3</sup> por sobre el Estándar de Concentración				+ 8g/m <sup>3</sup> por sobre el Estándar de Concentración									

Las lecturas de concentración deben ser iguales a, o estar por sobre, las concentraciones requeridas especificadas para la hora precedente a la lectura. Por ejemplo, una lectura tomada a las 2,5 horas debe ser igual a, o estar por sobre, la concentración especificada a las 2 horas en la tabla arriba.  
Si el instrumento de medición de concentración que se utiliza puede leer solamente en gramos enteros, entonces el Estándar Mínimo de Concentración requerido debe redondearse hacia arriba, al número entero más cercano.

Tabla monitoreo de concentración de compensación de norma la de DAFF

En el manual de USDA para los tratamientos T300 y T400 sugieren que después de haber hecho la lectura de la concentración de las 24 horas; si fuese necesario agregar gas adicional para alcanzar el nivel de concentración que se recomienda, se debe calcular cuántos g/m<sup>3</sup> es necesario adicionar para evitar que la concentración se encuentre por debajo del estándar requerido.

En ese sentido se debe aplicar la siguiente fórmula para conocer la cantidad de gas que se necesita agregar para prevenir que baje la concentración por debajo del estándar

$$\text{Concentración estándar} - (\text{Valor promedio real de las Lecturas tomadas} \times \text{índice de corrección}) \times \text{volumen del recinto calculado (m}^3\text{)}$$

A continuación un ejemplo:

Se ha fumigando un volumen de 280 m<sup>3</sup> de troncos de encino para exportación, la concentración estándar considerada a las 24 horas debe ser de 240 g/m<sup>3</sup>, pero la

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No: 2</b>
	<b>Fecha de Aprobación: 21/03/2019</b>
<b>PROCESO: SANIDAD VEGETAL</b>	<b>SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO</b>

concentración observada corresponde a  $160 \text{ g/m}^3$ . Para establecer cuánto gas se necesita agregar en el recinto y conseguir que la fumigación sea correcta se debe proceder con los siguientes cálculos:

$$240 \text{ g/m}^3 - 160 \text{ g/m}^3 = 80 \text{ g/m}^3 \text{ por debajo del valor estándar}$$

Ahora bien multiplicando el valor obtenido ( $80 \text{ g/m}^3$ ) X ( $1.6/1000$ ) X ( $280 \text{ m}^3$ ) = 35.84 Kg de bromuro de metilo

Redondeando, 36 kg del fumigante se debe adicionar a la cantidad inicial de bromuro aplicada para evitar que la fumigación sea fallida., no olvidar que es necesario registrar todas las lecturas de concentraciones en el momento mismo en que las lecturas han sido producidas para su respectivo análisis.

❖ **Consideraciones para realizar compensación durante el periodo de fumigación:**

- Debe usarse solamente en productos altamente absorbentes.
- No debe usarse para corregir prácticas de fumigación inadecuadas,
- No se debe extender el periodo de exposición
- Todas las lecturas finales DEBEN ser iguales al estándar de la concentración o encontrarse por sobre el mismo
- La compensación solo puede llevarse a cabo siempre y cuando la lectura más baja esté por encima de la concentración mínima que permita compensación, en todos los puntos de monitoreo.

❖ **Consideraciones para realizar compensación al término del proceso de fumigación:**

El proceso de fumigación solo se puede extender por 4 horas más, todas las lecturas finales después de las 4 horas de exposición DEBEN ser iguales o estar por sobre el estándar para el periodo de exposición inicial (ej.: 24horas), como lo determina la Norma DAFF está permitido realizar solamente una compensación al punto de término y esta compensación está permitida incluso cuando se han realizado compensaciones durante la fumigación.

❖ **Para llevar a cabo una compensación:**

Los cálculos de compensación son idénticos para ambas opciones de compensación y se debe considerar lo siguiente:

- Use vaporizadores
- Emplee ventiladores para su distribución y apáguelos una vez realizada la adición del fumigante
- Chequee las concentraciones nuevamente
- No se requiere "Equilibrio"
- Registre los datos

❖ **La compensación no está permitida cuando:**

- Si la concentración ha caído por debajo del mínimo requerido en todos los puntos de monitoreo. Si esto ocurre, la fumigación ha fallado
- Los niveles del fumigante no deben ser compensados por encima de la concentración máxima.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

- La compensación no es una opción para fumigaciones de menos de 12 horas de aplicación.
- Se realice simplemente para corregir procesos de fumigación deficientes.

Además de los tiempos de monitoreo ya establecidos, el monitoreo debe tener lugar a intervalos no mayores de 6 horas a lo largo del periodo de fumigación siempre y cuando el periodo de exposición sea mayor de 24 horas, y se sospeche que la concentración final pertinente no será lograda.

**m) Procedimiento para verificación de puntos críticos del tratamiento con BM.**

A continuación se describe los puntos críticos del proceso de fumigación que se deben tomar en cuenta para garantizar una fumigación exitosa:

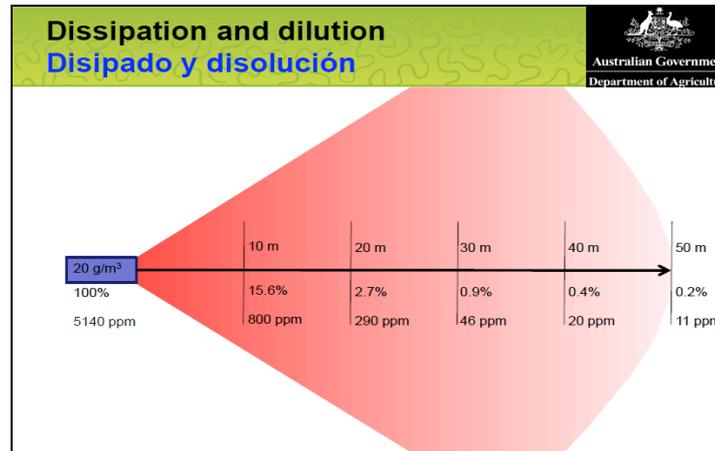
- Sellado de las instalaciones donde se aplicará el tratamiento – Hermeticidad. Cuando se fumigue en cámaras se debe comprobar que la presión de verificación sea igual o mayor a 10 segundos en bajar de 50 a 5 mm
- Temperatura del producto vegetal sea superior a 10 grados centígrados.
- Inyección de bromuro de metilo en estado gaseoso, observar que el evaporador (vaporizador) este a una temperatura igual o mayor a 65<sup>0</sup>C para lograr que el gas se difunda fácil y completamente.
- Cumplir con la tasa de dosis fijada por la Agencia para la aplicación de bromuro de metilo para el control de las plagas reglamentadas.
- Detección y sellado de posibles fugas (considerando el uso de detector de haluros)
- Lectura de concentraciones en los tiempos establecidos en el esquema del tratamiento (considerando el uso de la unidad de conductividad térmica) para confirmar la correcta aplicación del tratamiento, caso contrario tomar las medidas correctivas que apliquen y garantizar el éxito, cuando sea posible.
- Cumplir con el tiempo de exposición en el mismo lugar donde se inició la inyección del bromuro de metilo según lo establecido en la disposición oficial, determinada por la Agencia.

**n) Ventilación del recinto.**

El desalojo del gas de bromuro de forma segura se lleva a cabo para minimizar el peligro de exposición, es importante que el personal en el área de riesgo esté protegido debiéndose además comprobar que el área hacia donde el gas será dispersado no tenga riesgos en un rango de 50 metros mínimo.

Para los contenedores encarpados corresponde levantar y enrollar las puntas de la carpa evidenciando que se encuentren debidamente aseguradas, en contenedores no encarpados se debe tener cuidado al abrir las compuertas tomando en cuenta los flujos de aire para impedir que movilicen las compuertas y puedan volver a cerrar nuevamente, los ventiladores pueden ayudar en el proceso de ventilación si así se lo requiere (disipación del gas).

En el siguiente cuadro se muestra el grado de disipación y dilución del bromuro de metilo remanente cuando se abre el recinto una vez cumplido con la finalización del periodo de exposición del fumigante y se empieza con el periodo de aereación.



Fuente: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según Norma de la DAFF

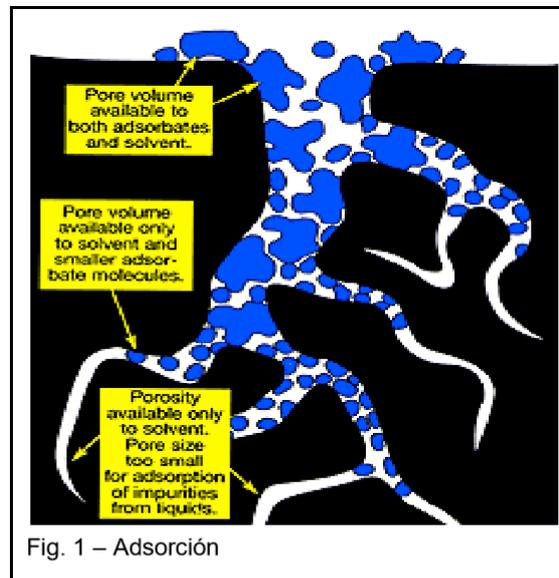
Debemos comprobar que el recinto esté libre de niveles tóxicos de gas, es importante verificar que los niveles de TVL establecidos se cumplan y sean menores a 5 ppm y considerarlos seguros, por este motivo y como medida de seguridad se debe llevar consigo los equipos para detección de gases (instrumentos electrónicos).

Si los niveles de toxicidad siguen altos entonces se debe esperar 30 minutos y examinar los niveles del TLV nuevamente, el proceso de ventilación y chequeo de TLV puede tener que repetirse varias veces hasta que la concentración se mantenga bajo los 5ppm y se considere seguro.

***o) Captura de bromuro de metilo.***

El sistema para la captura del fumigante corresponderá al proceso denominado adsorción química utilizando carbón activado.

Este procedimiento se genera por las fuerzas de dispersión de London, que existen entre las moléculas químicas. Estas fuerzas de dispersión son de un rango extremadamente escaso y por ende sensibles a la distancia entre la superficie del carbón y la molécula de adsorbato (metilbromuro), siendo además aditivas, lo que significa que la fuerza de adsorción es la suma de las interacciones entre todos los átomos. El escaso rango y la naturaleza aditiva de estas fuerzas dan como resultado un carbón activado que tiene las mayores fuerzas de adsorción físicas de cualquier material conocido para la humanidad.



La adsorción es un fenómeno superficial que da como resultado la acumulación de moléculas en la superficie de los poros internos del carbón activado (Figura. 1).

Esto ocurre en los poros apenas mayores que las moléculas que están siendo adsorbidas, que es por lo cual es muy importante que se haga coincidir el tamaño del poro del carbón activado con las moléculas que está tratando de adsorber.

La capacidad de adsorción de un compuesto aumenta con:

- El aumento del peso molecular
- Una mayor cantidad de grupos funcionales tales como dobles adherencias o compuestos halógenos (bromuro de metilo)
- Aumento de la capacidad de polaridad de la molécula. Esto está relacionado con las nubes de electrones de la molécula

El bromuro de metilo se adsorbe directamente en el filtro de carbón activado, en una proporción de aproximadamente 1:10 (sujeto a las condiciones del ambiente). Lo cual significa que se requiere un mínimo de 10 kg de carbón activado por cada kg de bromuro de metilo.

Los sistemas de recuperación funcionan a una eficiencia de recuperación >99 % y no permiten la saturación del metilbromuro. Los filtros están diseñados para entregar la eficiencia más óptima (99,9 %) para recuperar el bromuro de metilo del aire (**emisiones nulas**). Los filtros contienen un grado especial de carbón activado elegido específicamente para recuperar este fumigante.

#### i. Beneficios del proceso de captura del bromuro de metilo

Sin duda alguna el principal y más importante beneficio es mitigar el daño que se causa en el agotamiento de la capa de ozono sin embargo existen otros beneficios que contribuyen a que la captura de bromuro de metilo sea importante:

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

- Cuidado del medio ambiente como también de la comunidad
- Se están implementan buenas prácticas fitosanitarias
- Se da cumplimiento con los estándares internacionales
- Seguro para el personal operativo, habitantes cercanos y transeúntes
- Aporte importante en el control y cuidado de sus efectos en la salud.

**ii. Equipos y materiales requeridos para la captura de bromuro de metilo (en contenedores secos)**

Los equipos indispensables para realizar la captura de bromuro en contenedores de 40 pies son:

- Dos (2) blowers (soplador – extractor) de 220 v
- Tres (3) filtros con carbón activado
- Un (1) tanque con su respectivo conector para extraer el carbón activado usado
- 16 consolas – puertas que se colocan en el contenedor con la siguiente medida 8´6’’
- 4 consolas – puertas para colocación en el contenedor con la siguiente medida 9´6’’
- Conectores para capturar el fumigante y llevarlo hacia los filtros de carbón activado

**iii. Procedimiento para la captura de bromuro de metilo (en contenedores secos)**

Para garantizar que el proceso de captura sea eficiente se requiere realizar lo siguiente:

- Instalar las mangueras de medición para registrar las concentraciones de bromuro de metilo
- Colocar cada consola de captura de bromuro de metilo en el contenedor a ser fumigado
- Realizar la aplicación de bromuro de metilo.
- Tomar medidas para el punto de inicio de la fumigación
- Después de 24 horas de aplicación, se toman las lecturas de concentración.
- Colocar el conector para la captura del bromuro de metilo
- El tiempo de captura de bromuro de metilo deberá ser al menos de 3 horas
- Luego de este lapso hay que verificar que la concentración de fumigante esté por debajo de 5ppm, solo bajo esta condición se libera el contenedor.
- El filtro número uno (1) deberá haber capturado el 80% del fumigante mientras que el segundo (2) filtro deberá capturar el 20% restante.

**iv. Adaptabilidad del equipo de captura de bromuro a diferentes recintos**

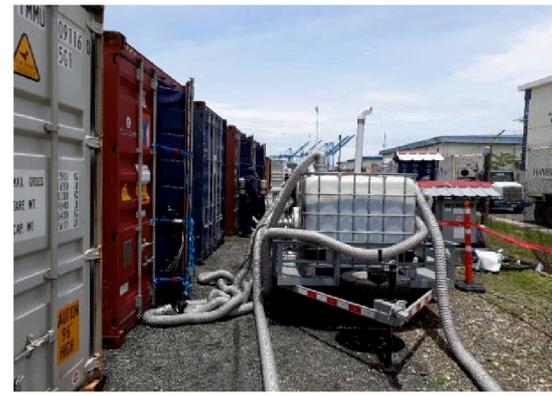
Las empresas u organizaciones autorizadas por la Agencia que brinden la fumigación de bromuro de metilo como tratamiento fitosanitario y pre embarque, deben considerar todos los tipos de recintos que se dispongan en Ecuador para que avalen y presten las garantías fitosanitarias al momento de realizar este procedimiento, en este sentido las empresas deben diseñar o disponer de equipos que aseguren la captura del fumigante en un rango mayor al 99% sobretodo en contenedores secos y otros de recintos autorizados cuando se requiera.

A continuación se muestra varias imágenes de recintos donde se aplica el proceso de captura de bromuro de metilo.

Carpas



Contenedores secos



Cámaras fijas



Por otra parte las empresas u organizaciones acreditadas deben demostrar su probidad y experticias en el uso de equipos de recaptura de bromuro de metilo, estos equipos deberán estar diseñados para su uso exterior principalmente, debiendo ser resistente a rayos UV (Ultra Violeta), deberán resistir a precipitaciones copiosas típicas de las zonas tropicales o subtropicales de nuestro país, presencia de partículas de polvo o del proceso de limpieza de los equipos por estas razones considerar que la parte eléctrica del equipo deberá estar montada o diseñada para proteger, resistir y evitar daños que puedan sufrir bajo esas condiciones y no afecte el normal desempeño de la aplicación del tratamiento fitosanitario.

**p) Término de la fumigación**

La fumigación se da por finalizada solamente cuando se ha logrado un TLV de 5ppm o menos, siempre será necesario registrar todas las actividades ejecutadas durante el proceso de fumigación.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

**q) Documentos**

El registro del proceso de fumigación debe ser completado en el sitio de fumigación, debiendo ser claro y legible, procurando lo siguiente:

- La información se debe registrar en forma física y/o digital en los formatos designados para tal efecto
- Revisar y comprobar la validez de la orden de fumigación respectiva
- Observar la orden de cargamento
- Prestar atención a los tiempos de trabajo y control de uso de los EPP
- Registro de capacitaciones de los operadores

Todos los documentos que se generan de los procedimientos deben ser archivados y mantenidos en un solo lugar para verificaciones y auditorias posteriores cuando así la Agencia lo requiera

**r) Requisitos obligatorios para los prestadores de servicios fitosanitarios de fumigación con bromuro de metilo.**

En Ecuador la fumigación con bromuro de metilo está autorizada como tratamiento fitosanitario de cuarentena y pre embarque.

Las personas naturales o jurídicas que estén interesadas en brindar este servicio, deberán aparte de cumplir con lo detallado en el presente documento, contar con la Certificación de la Dirección de Agricultura, Forestal y Pesca (Norma de DAFF) del Ministerio de Agricultura de Australia a través del Sistema Australiano para Acreditación en Fumigación (AFAS), y estarán obligadas a emplear técnicas de captura de bromuro de metilo cuyos sistemas garanticen una eficiencia de captura mayor al 99 %

**s) Responsabilidades del proveedor de tratamiento fitosanitario con BM**

Las empresas u organismos autorizados deberán:

- i. Designar un profesional agrónomo, agropecuario o carreras afines como contraparte técnica de la empresa u organismo autorizado, para ser un interlocutor oficial y mantener un canal de comunicación con la Agencia.
- ii. Disponer de al menos dos operadores técnicos, capacitados en el servicio de fumigación con bromuro de metilo como tratamiento fitosanitario bajo el Sistema Australiano para Acreditación en Fumigación (AFAS).
- iii. Las empresas u organizaciones prestadoras del servicio de tratamiento fitosanitario deberán proporcionar todas las facilidades al personal técnico o tercero autorizado de la Agencia para verificar la correcta aplicación del tratamiento fitosanitario.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

**Edición No: 2**

**Fecha de Aprobación: 21/03/2019**

**PROCESO: SANIDAD VEGETAL**

**SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO**

- iv. La empresa u organismo autorizado a través de su contraparte técnica deberá corroborar que se cuente con las condiciones necesarias para la realización de la aplicación del bromuro de metilo en los sitios de operadores designados y registrados para este fin en el sistema GUIA, cuando no existan las condiciones de temperatura, humedad relativa, hermeticidad, sorción del embalaje de mercancía regulada, documento oficial que declare este tratamiento, seguridad, sistema de recaptura de bromuro u otro factor que afecte el normal desempeño de la fumigación y/o la recaptura del bromuro de metilo, la empresa prestadora del servicio deberá abstenerse de realizar la aplicación del tratamiento fitosanitario hasta que no se cumplan las condiciones detalladas en la presente normativa.

Ante cualquier irregularidad o hecho ilícito que se suscite en: las instalaciones donde se aplicará la fumigación, en el recinto mismo de la aplicación, antes durante o después del proceso de fumigación, en el proceso de recaptura o durante el registro de información ya sea por la empresa proveedora del servicio, por terceros autorizados o por el personal oficial de la Agencia, inmediatamente se debe dar aviso a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario a los correos detallados en este documento como puntos de contacto.

**t) *Aprobación y certificación del tratamiento fitosanitario con bromuro de metilo***

Cuando se realice la supervisión de la fumigación con bromuro de metilo, el personal técnico o los terceros autorizados de la Agencia deberán estar presentes desde el inicio hasta la conclusión del tratamiento fitosanitario a fin de constatar que las condiciones y el procedimiento efectuado aseguren un proceso de fumigación fue exitoso en cumplimiento de las observancias y lineamientos que se dictan en este presente documento legal, y dan constancia que el mismo ha sido efectivo en la mitigación de los riesgos fitosanitarios para las plagas reglamentadas sujetas a control, por lo tanto una vez cumplidos con los mismos se realizará la emisión de la certificación fitosanitaria respectiva.

**u) Sanciones**

El incumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente documento oficial, será sancionado conforme a lo establecido en la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria y las demás disposiciones legales aplicables.

## 4.2 Tratamientos de desinfección

### 4.2.1 Tratamientos de inmersión de plantas en pesticidas

#### *a) Equipos y materiales para el tratamiento de inmersión*

El siguiente es el equipo de protección personal y elementos básicos que se requerirán para los tratamientos de inmersión. Sin embargo, puede haber especificaciones adicionales dependiendo del producto químico que se esté utilizando.

##### **i. Equipo básico de protección personal**

- Calzado resistente a los químicos (botas de goma o neopreno)
- Guantes resistentes a productos químicos (neopreno)
- Trajes resistente a los químicos con capucha para exposiciones sobre la cabeza
- Gafas de protección
- Máscaras y respirador (apropiado a los químicos que se usen, recomendados en las etiquetas)

##### **ii. Equipos y materiales para el tratamiento de inmersión**

La siguiente es una lista básica de equipos y materiales que se requerirán para el tratamiento de inmersión:

- Papel periódico u otro papel absorbente
- Recipientes para realizar mezclas y recipientes para hacer la inmersión con tapa para evitar derrames durante el transporte y almacenaje
- Cajas nuevas (cuando no se pueden reacondicionar las cajas originales o no se puede eliminar de las mismas el exceso de contaminación)

##### **iii. Los pesticidas**

Los pesticidas deben mantener su estabilidad en almacenamiento respecto de su composición y a las propiedades físicas relacionadas con su uso, y esta condición aplica para todos los tipos de formulaciones de plaguicidas.

Se debe aportar información con base científica que pruebe que la formulación debidamente envasada, almacenada, transportada y distribuida tendrá una vida útil no menor de 24 meses de la fecha de formulación indicada en la etiqueta y esta debe estar perfectamente legibles para que se puedan seguir las instrucciones para su transporte y almacenamiento.

##### **iv. Ventiladores**

Un extractor mecánico es el mejor método de aireación cuando está específicamente instalado para remover vapores químicos desde el área de tratamiento.

Los ventiladores pueden ser usados solo cuando se está seguro que ellos no producirán deriva a través del aire del pesticida contaminando la instalación de tratamiento el aire respirable.

El flujo del aire debe ser a través del recipiente o tina de inmersión y alejándolo de las personas en el área de tratamiento.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

**v. Pallets**

Coloque el papel de plástico o papel absorbente cubriendo las plataformas antes de apoyar los recipientes para evitar que el pesticida sea absorbido en la madera.

- Bolsas plásticas (Plástico de 4 a 6 mil)
- Tijeras
- Esponjas
- Jabón líquido
- Material de embalaje

**b) Procedimientos del tratamiento de inmersión**

**Paso 1: Planificación del tratamiento de inmersión**

Antes de iniciar el tratamiento de inmersión, informe al cliente o su representante de los materiales específicos del tratamiento y aquellos para la protección personal que serán necesarios para llevar a cabo el tratamiento.

Todos los materiales requeridos deben estar disponibles en el momento del tratamiento.

**Paso 2: Definir las áreas de trabajo y áreas restringidas**

Designar las siguientes áreas de uso restringido:

**i. Área de medición y mezcla**

El área de medición y mezcla para los pesticidas debe ser un área bien ventilada, lejos de cualquier área donde se consuman o preparen alimentos o de las oficinas o viviendas. De preferencia estas áreas deben tener sistemas mecánicos de extracción.

**ii. Área de inmersión de las plantas o partes de plantas**

Esta debe ser un área de acceso limitado por barricadas y signos de advertencia. De preferencia estas áreas deben tener sistemas mecánicos de extracción.

**iii. Área de secado del material vegetal**

Debe tener la circulación de aire apropiada y sistemas de ventilación de extracción de aire. Esta área debe estar cerca del área de inmersión. El camino desde el área de inmersión de las plantas hasta el área de secado debería estar marcado con papel plástico o papel absorbente para evitar perder el exceso de la solución pesticida.

**Paso 3: Preparación del material vegetal**

Eliminar los envoltorios y cualquier material que dificulte la penetración. Cuide respetar las identificaciones varietales y no mezclar o confundir los materiales.

Verifique que el pesticida es apropiado para la especie vegetal

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

#### **Paso 4: Preparación de la solución pesticida**

Use equipo de protección y mantenga los sistemas de extracción funcionando mientras prepara la solución pesticida. Para minimizar su exposición al polvo o partículas llevadas por el viento, mantenga el pesticida entre Ud. y el extractor

- Mida la cantidad de agua requerida para el tratamiento
- Mida la cantidad de pesticida requerido para el tratamiento
- Prepare la solución de la siguiente manera:
  - o Coloque la cantidad previamente medida de agua dentro de un recipiente limpio y vacío
  - o Forme una pasta (con el pesticida seco) agregando la cantidad medida del pesticida a una pequeña cantidad de agua y mezcle suavemente.
  - o Diluya la pasta agregando la cantidad previamente medida de agua
  - o Lentamente agregue la solución concentrada al resto del agua medida
- Agregue algunas gotas de jabón líquido a la solución ( el jabón es usado como adherente)
- Mezcle la solución final removiendo suavemente

Es necesario tomar en cuenta que una vez terminado el tratamiento de inmersión, la solución preparada y sobretodo el producto químico utilizado va a degradarse y por esta razón la solución sobrante no puede reutilizarse y debe disponerse conforme sugieren las medidas de seguridad establecidas para este caso.

#### **Paso 5: Sumerja las plantas en la solución pesticida**

Sumerja las plantas completas, por el tiempo especificado en cada tratamiento

#### **Paso 6: Remueva las plantas de la solución pesticida**

Remueva las plantas de la solución permitiendo que el exceso de solución escurra dentro del recipiente de inmersión

#### **Paso 7: Secado de las plantas**

Coloque las plantas sobre pallets cubiertos con papel periódico para permitir que se sequen. Asegúrese de tener el suficiente espacio de secado para el tamaño del envío. Las plantas deben estar secas antes de liberarlas para manipulación del cliente

#### **Paso 8: Desinfección de los recipientes originales de embarque.**

Desinfecte los recipientes originales del embarque con una esponja conteniendo la solución pesticida. El material vegetal puede ser empacado con material de embalajes nuevos y colocados en los recipientes previamente usados.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

**Paso 9: Limpie el área de tratamientos y el equipo**

Descarte todos los recipientes vacíos, los excesos de pesticidas, los materiales de empaque, bolsas plásticas / material de mezclado, papeles de diario o absorbentes cuidando cumplir las regulaciones del Ministerio de Salud y de Medio Ambiente. Todas las áreas deben ser descontaminadas, incluyendo los equipos de protección usados.

**Paso 10: Liberación de la carga**

Después que el material se ha secado avise al inspector de la Agencia para proceder a la entrega definitiva o bajo cuarentena de pos entrada.

**c) Pesticidas que la legislación fitosanitaria de Ecuador indica para tratamientos de inmersión de plantas.**

Para tratamientos de inmersión, la Agencia dispone de los siguientes productos registrados:

Producto vegetal	Ingredientes activos
Banano	Thiabendazole
	Myclobutanil
	Imazalil
Rosas	Imazalil
Otros	Dicofol

❖ **Myclobutanil**

Fungicida sistémico de la familia de los triazoles con actividad preventiva y curativa. Actúa impidiendo la biosíntesis de los ergosteroles de los hongos o sustancias presentes en las membranas de las células en donde regulan los intercambios entre el medio ambiente y el interior. El hongo muere al perturbarse esos intercambios. Como fungicida sistémico se trasloca, fundamentalmente, de forma acrópeta más que en sentido basípeta. Se degrada rápidamente en el suelo, plantas y animales. Se considera poco persistente.

Campo de actividad: Es específicamente activo contra hongos de la subclase Loculoascomicetos y contra cenicillas y royas. Su campo de acción incluye: carbón cubierto del grano de los cereales (*Tilletia caries*), carbón descubierto de la cebada (*Ustilago nuda*), cenicilla de la vid (*Erysiphe necator*), cenicilla del jitomate y otras solanáceas (*Leveillula taurica*), cenicilla del mango (*Oidium mangiferae*), cenicilla del rosál y del durazno (*Podosphaera pannosa*), cenicilla polvorienta de la fresa (*Podosphaera macularis*), cenicilla polvorienta de las cucurbitáceas (*Golovinomyces cichoracearum*), cenicilla vellosa del manzano (*Podosphaera leucotricha*), viruela de los frutales de carozo (*Tranzschelia pruni-spinosae*), mancha negra del rosál (*Diplocarpon rosae*), mancha o tizón de la hoja (*Alternaria sp.*), moniliosis de los brotes y del fruto (*Monilinia laxa*), oídio de la acelga (*Erysiphe betae*), oídio de la uva-espino (*Podosphaera mors-uvae*), oídio del chabacano ciruelo y otros frutales de hueso (*Podosphaera*

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

*tridactyla*), pudrición ácida (*Aspergillus sp.*), pudrición del fruto del aguacate (*Diplodia sp.*), pudrición morena (*Monilinia fructicola*), pudrición negra de la vid (*Guignardia bidwellii*), pudrición negra del fruto (*Alternaria citri*), pudrición suave de la vid (*Botryosphaeria rhodina*), roña o sarna del manzano (*Venturia inaequalis*), roña o sarna del peral (*Venturia pyrina*), roya blanca del crisantemo (*Puccinia horiana*), roya de las ornamentales (*Phragmidium sp.*), roya del café (*Hemileia vastatrix*), roya del espárrago (*Puccinia asparagi*) y tizón o carbón hediondo de los cereales (*Tilletia sp.*), etc. Los formulados que siguen únicamente pueden ser utilizados en los cultivos y en el control de las enfermedades que en cada uno de ellos se especifica.

Aparentemente no tiene restricciones regulatorias.

❖ **Dicofol**

Es un **Hidrocarburo clorado**, no sistémico, con actividad **acaricida de contacto**, efectivo sobre ácaros tetraníquidos, de gran efecto de choque y **larga actividad residual: 35-40 días**.

En el suelo es estable casi **1 año** a 10 ppm en condiciones aerobias, **siendo su persistencia de, al menos, 4 años**. Sus residuos son apenas móviles en suelos limo-arenosos, pudiendo **bioacumularse en peces y algunos cultivos rotacionales**.

**Situación registral en la UE:** No incluido en el Anexo I por Decisión de la Comisión de 30 de septiembre de 2008 (2008/764/CE) [DO L 262 de 01.10.2008]. Los registros que contengan dicofol se retirarán, a más tardar, el 30 de marzo de 2009; las prórrogas el 30 de marzo de 2010.

**Información toxicológica.** Toxicidad aguda: LD50 Oral: 2740 mg/kg.; LD 50 Dermal: > 2100 mg/kg. Toxicidad aguda: Puede causar irritación vías respiratorias si se inhala. Levemente irritante a los ojos. Sobreexposición puede ocasionar dolor de cabeza, náuseas, sensación de fatiga e hiperactividad nerviosa. Convulsiones y coma pueden seguir. Vías de ingreso: Por ingestión, inhalación, absorción por la piel

**Manipulación:** No inhalar. Usar máscara NIOSH/MSHA aprobada para polvos orgánicos o neblinas según corresponda.

**Protección respiratoria:** Reducir al mínimo la inhalación de este producto, restringiendo el área de trabajo e instalando extractores en los lugares donde se manipula el producto. Usar máscara para neblina con filtros aprobados por NIOSH/MSHA.

**Guantes de protección:** Evitar el contacto con el producto. Usar guantes y ropa protectora.

**Protección a la vista:** Usar antiparras y protector facial. No usar lentes de contacto.

**Otros equipos de protección:** Usar equipo protector completo (mameluco, guantes, protectores de calzado, gorro), debe estar limpio cada día. Se recomienda Neopreno para su confección (guantes y botas).

**Ventilación:** Manipule el producto solo en áreas bien ventiladas, para evitar cualquier acumulación de producto que cause daño a las personas.

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No:</b> 2
	<b>Fecha de Aprobación:</b> 21/03/2019
<b>PROCESO:</b> SANIDAD VEGETAL	<b>SUBPROCESO:</b> CONTROL FITOSANITARIO

**Antídoto:** No tiene antídoto específico.

**Dicofol** es compatible con Captan y otros productos fitosanitarios de uso común con excepción de aquellos con reacción alcalina. No se recomienda las mezclas con metalaxil, iprodione y aceite.

#### ❖ **Metalaxyl**

Metalaxyl es un compuesto levemente tóxico. Es un fungicida benzoico sistémico usado en mezclas para aspersiones foliares y para tratamiento de suelo, y como tratamiento de semilla para los mildiú pulverulento.

**Campo de actividad:** Entre las numerosas enfermedades de origen fúngico que previene y controla destacan las producidas por especies de los géneros *Bremia*, *Peronospora*, *Phytophthora*, *Plasmopara*, *Pseudoperonospora*, *Pythium* y otros peronosporales; entre las especies de mayor interés agronómico cabe citar: *Pythium ultimum*, *Pythium sp*, *Nectria haematococca*, *Phytophthora nicotianae*, *Athelia rolfsii*, *Peronospora destructor*, *Hyaloperonospora parasitica*, *Bremia lactucae*, *Plasmopara viticola*, *Pseudoperonospora cubensis*, *Phytophthora citrophthora*, *Peronospora viciae*, *Peronospora hyoscyami var. tabacina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora cactorum*, *Phytophthora capsici*, *Phytophthora infestans*, *Phytophthora cinnamomi*

#### **4.2.2 Desinfección de semillas**

La transmisión por semillas es el medio más eficiente de introducir fitopatógenos a nuevas áreas geográficas. Una de las estrategias para disminuir la probabilidad de que esto suceda es someter las semillas a tratamientos de desinfección que sean efectivos en mitigar los patógenos objetivo considerados plagas cuarentenarias.

Los patógenos involucrados en la transmisión por semilla pueden estar asociado a estas como acompañantes o ser portados externa o internamente.

Mientras que es relativamente fácil eliminar contaminantes superficiales, las infecciones situadas profundamente (por ejemplo en el embrión), son difíciles de tratar por el peligro de dañar los tejidos de la semilla y afectar adversamente la germinación.

Los objetivos de la aplicación de fungicidas a las semillas tienen por objeto reducir el número de semillas infectivas a un número extremadamente bajo, tal que sea un nivel en el que los patógenos no pueden experimentar explosiones poblacionales, y los tratamientos de desinfección químicos son los más usados.

Si se logra fijar el producto con exactitud, uniformidad y seguridad este queda ubicado donde su acción es más eficaz. Pueden ser efectivos contra estados de infección profunda, ya que pueden penetrar el tejido de las semillas y matar patógenos sin causar fitotoxicidad. Muchos compuestos sistémicos tienen esa capacidad.

**a. Tipos de tratamiento según la forma de aplicación**

Tratamiento seco	Aplicar directamente sobre la semilla productos formulados como polvos y se usa cuando el tratamiento slurry o inmersión no es posible. Las formulaciones deben ser adecuadas para este uso y aun así se debe humedecer levemente la semilla para facilitar la adherencia.
Inmersión en solución o suspensión acuosa	Implica sumergir la semilla en una solución o suspensión por un tiempo que depende del tipo de semilla y del producto usado. Generalmente ese tratamiento se usa cuando la cubierta de la semilla es gruesa y se recomienda usarlo justo antes de sembrar. Por esto no es muy apropiado para acciones de cuarentena
Slurry o pasta acuosa	Para realizarlo se usan formulaciones que se dispersan en agua como polvos solubles o polvos mojables con los cuales se forma una pasta. La mayoría de los fungicidas para semillas pueden ser aplicados con este tipo de tratamiento.
Nebulización	Se realiza con una suspensión desinfectante que se quiebra en finas gotas, cubriendo uniformemente la semilla.
Revestimiento en películas	En este caso los compuestos a aplicar van disueltos o dispersos en un adherente líquido, usualmente una solución coloreada de un polímero en el que se sumergen momentáneamente las semillas o que se asperja sobre las mismas. También se pueden utilizar productos formulados como polvo, los cuales se agregan después que la semilla se ha impregnado de un adhesivo, logrando un efecto de capas concéntricas al cambiar la formulación a intervalos. Después de realizado el tratamiento el producto queda incorporado sobre la superficie de la semilla en la forma de una capa dura, pero permeable. Es la técnica más ventajosa.

**b) Productos químicos establecidos en las regulaciones de la Agencia para desinfección de semillas**

❖ **Carboxín:** Fungicida del grupo de las oxítonas, de acción sistémica que actúa inhibiendo la función mitocondrial. Es un producto formulado para la desinfección en semillas. Su espectro de acción incluye royas, y hongos de los géneros *Ustilago*, *Urocytis*, *Tilletia* y *Helminthosporium*.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

❖ **Thiram:** Fungicida del grupo de los derivados ditiocarbámicos, no sistémico, es decir actúa por contacto, se puede usar en una amplia gama de semillas y su utilidad es para aquellos hongos llevados externamente en la semilla como *Alternaria*, *Phoma*, y una amplia gama de hongos.

❖ **Mancozeb:** Fungicida del grupo de los derivados ditiocarbámicos, no sistémico, es decir actúa por contacto y es efectivo contra una amplia gama de hongos llevados externamente en la semilla

Las mezclas como Carboxin + Captan (2gr/Kg de semilla) combinan los efectos sistémico y de contacto resultando efectivas para hongos portados interna y externamente.

Otras mezclas aceptadas por la Agencia y utilizadas en el tratamiento cuarentenario de importación de material propagativo (exclusivamente semillas) se encuentran colgadas en la página web de la Agencia en el siguiente link: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2014/10/equivalencias-tratamientos-2017-17.pdf> donde el usuario puede ingresar y consultar los tratamientos equivalentes

### 4.3. Tratamiento hidrotérmico

Los tratamientos de inmersión en agua caliente o tratamiento hidrotérmico usan agua caliente para elevar la temperatura del producto básico a la temperatura requerida por un período especificado de tiempo. Son usados fundamentalmente en ciertas frutas que son hospederas de **moscas de la fruta y también para material de vivero para una variedad de plagas.**

Las relaciones de tiempo y temperatura varían con el producto básico y la plaga. Típicamente, la temperatura de la pulpa es elevada a 46,1 y 47,7 °C, usando agua caliente por determinados períodos de tiempo.

#### ❖ Diseño de la instalación

Ninguna de las ONPF, entrega detalles sobre la construcción de las instalaciones, sino solo una lista de requisitos mínimos. El diseño y construcción de las instalaciones de tratamiento de agua caliente es responsabilidad del dueño, asesorado por firmas de ingeniería

Hay dos diseños básicos para las instalaciones de agua caliente. Los dos tipos se refieren a “sistemas de tina” y “sistemas de flujo continuo”

#### ❖ Sistema de tina (o “Sistema Jacuzzi”)

La mayoría de las instalaciones de inmersión en agua caliente son del tipo tina o Jacuzzi. En este sistema, las cajas de fruta se cargan en canastos o jaulas, las cuales se introducen dentro del tanque de inmersión de agua caliente, donde la fruta permanece a la temperatura indicada por el tiempo correspondiente y luego son sacadas usualmente por medio de un monta carga. En este sistema los registros impresos deben indicar (por medio de una marca identificable) si un canasto o jaula de fruta ha sido removido prematuramente del tanque. Otras alternativas de seguridad incluyen interruptores solenoides, sensores o artefactos similares que se desconectan en el momento que el canasto es removido del tanque de tratamiento, o un artefacto de cierre que haga físicamente imposible remover la fruta hasta que el tratamiento no se haya completado totalmente

#### ❖ Sistema de flujo continuo

En el tipo de sistema de flujo continuo, la fruta se sumerge (a granel o en cestas de alambre o malla plástica) sobre una cinta transportadora, la cual se mueve lentamente desde un extremo al otro del tanque de agua caliente. La velocidad de la cinta, está establecida para asegurar que la fruta esté sumergida por el tiempo requerido. Este sistema requiere un instrumento que registre y monitoree la velocidad de la cinta transportadora. El indicador de velocidad (codificador) se adjunta al mecanismo del equipo. La velocidad de la cinta se registra en la misma carta (o cinta) que registra el tiempo y la temperatura y que también indica si la cinta está en movimiento o se ha detenido durante el ciclo de tratamiento.

Dado que los tratamientos tienen distintas duraciones dependiendo del tamaño de la fruta, la velocidad de la cinta transportadora debería poder ajustarse para adaptarse a las diferentes duraciones de tiempo de los tratamientos. Como alternativa, la velocidad de la cinta podría permanecer constante y entonces se ajusta el largo de la parte sumergida de la cinta, de acuerdo a la extensión del tratamiento requerido, para el tamaño específico de la fruta.

El transportador debe bloquear los movimientos de la fruta hacia atrás o hacia adelante durante el tratamiento (para evitar la flotación).

#### ❖ Calidad del agua

El agua usada para lavado, sumergimiento e hidrogenfriado o duchas de la fruta debe ser clorada a niveles que **no excedan** las 200 ppm. Este nivel es fácil de mantener si el agua es previamente filtrada y corre a través de un proceso de floculación para remover la materia orgánica que de otra manera podría ligarse con el cloro. Los responsables de la instalación deberían chequear regularmente el agua para verificar los niveles de contaminación microbial y para mantener la condición sanitaria, se debe realizar recambio el agua si es necesario. En los procedimientos estándares de operación de la instalación deben incluirse los esquemas de cambio de agua, para todos aquellos los procesos que la usan. Para asegurara la inocuidad de la fruta, se debe limpiar y sanitizar tan a menudo como sea necesario las superficies que están en contacto con el agua, como la de los tanques de lavado, tanques de agua caliente, tanques de hidrogenfriado, Para asegurar una operación eficiente, se debe rutinariamente inspeccionar y mantener el equipo diseñado para apoyar el mantenimiento de la calidad del agua, como los inyectores del producto clorado, sistemas de filtración y los aparatos de reflujo. Se hace notar que el monitoreo periódico de la instalación es crítico porque niveles de cloro superiores a 300 ppm pueden causar corrosión de los metales.

#### ❖ Componentes eléctricos y electrónicos

##### - Cables

Los cables eléctricos de toda la instalación deben cumplir los códigos de requerimientos tanto internacionales como nacionales en material de seguridad. Para eliminar los peligros de golpes eléctricos, se requieren conexiones a tierra para todos los cables eléctricos localizados en la cercanía del agua. Para prevenir daños, los cables deberían ir enfundados en fundas de metal o PVC

#### ❖ **Computadores o microprocesadores**

Los computadores y microprocesadores deben estar en una oficina o habitación con aire acondicionado de manera de mantener la seguridad y confianza en su funcionamiento. Esta oficina o habitación, debería estar sobre el tanque o tanques de tratamiento, y tener una clara visión de los mismos y que pueda ser cerrada con llave. Esta oficina o habitación puede servir también como oficina del inspector.

##### - **Reguladores de voltaje (protector contra sobretensiones)**

Se recomienda usar un regulador de voltaje para los computadores y microprocesadores para protegerlos de irregularidades del voltaje, reducción del ruido y distorsiones.

##### - **Generador Eléctrico**

En el evento de cortes de la energía eléctrica y para proveer de una fuente secundaria de electricidad que permita continuar la operación de la planta, se recomienda tener un generador de electricidad como respaldo.

#### ❖ **Equipo calibrador de la fruta**

En el esquema de tratamientos, la duración del tratamiento de inmersión en agua caliente depende del peso, clase y variedad particular de la fruta que está siendo procesada. El inspector debería visualmente inspeccionar y pesar las frutas más grandes hasta que esté satisfecho de que todas las frutas están dentro de la clasificación de peso, y que no más de tres frutos sobrepasan la misma.

La inspección de peso debe realizarse para cada cambio de lote (huerto o variedad) para verificar la seguridad del equipo de calibrado de frutos. No se aceptarán frutas que estén sobre la clasificación de peso. Es muy importante tener la seguridad del equipo de calibrado que clasifica la fruta en grupos, ya sea por diámetro o por peso (es preferible el método de clasificación por peso). Si los rangos de peso resultantes son muy amplios, se debe recalibrar el equipo.

#### ❖ **Calderas y controles termostáticos**

##### - **Capacidad apropiada de calentamiento del agua**

La instalación de agua caliente debe tener una capacidad apropiada para calentar el agua (una caldera suficientemente poderosa), y asegurar los suficientes controles termostáticos para conservar la temperatura del agua sobre la temperatura prescrita en el esquema de tratamiento, para el peso de la fruta.

##### - **Controles termostáticos (puntos de ajuste)**

APHIS y las demás ONPF, requieren que los controles termostáticos sean automáticos. El o los puntos de ajuste de las temperaturas son determinados y aprobados durante el test oficial de desempeño y deben ser lo suficientemente altos para asegurar que el agua en el tanque de

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

tratamiento cumplirá o excederá la temperatura mínima prescrita para la fruta. Una vez aprobadas las temperaturas del punto de ajuste, este **no debe ser alterado**. Las temperaturas de los puntos de ajuste deben permanecer constantes durante la estación completa de embarque. Sin embargo, si el operador de la instalación requiere un cambio en los puntos de ajuste, el inspector deberá conducir una nueva prueba de desempeño. Si esta prueba es insatisfactoria se debe revertir el tanque a sus anteriores puntos de ajuste.

- **La opción de múltiples puntos de ajuste**

Los operadores de algunas instalaciones usan múltiples puntos de ajuste para cada tanque. El punto de ajuste inicial es aquel que es mayor a los otros puntos de ajuste. Todos los puntos de ajuste serán seleccionados por el operador de la instalación o sistema de ingeniería basado en los resultados preliminares del test de desempeño. Verifique los puntos de ajuste durante el test oficial de desempeño, y el mismo procedimiento se debe repetir en cada subsecuente tratamiento comercial. Este sistema trabaja solamente para tanques con una jaula (o canasto) de fruta a la vez.

**No se permite la operación de tanques que tengan cualquiera de los puntos de ajuste, menor que el estándar de tratamiento para el producto que está siendo tratado.**

- **Circulación del agua**

Cada tanque debe tener un sistema de circulación de agua para proveer temperaturas uniformes del agua a través de todo el proceso de tratamiento y evitar la formación de bolsillos de frío durante el mismo. Para garantizar, que el equipo no se apague durante el proceso de tratamiento, el control de las bombas de circulación o impulsores debe ser a prueba de manipulaciones. Para la seguridad del personal que trabaja en el área, las bombas se ubican a 6 pies del suelo (183 cm) con estructuras de protección. Después de los primeros 5 minutos de tratamiento (con el sensor del tanque a la “menor temperatura permitida de los puntos de ajuste”), las diferencias entre la lectura de temperatura real menor y mayor de más de 0,1 °C puede ser aceptada en una evaluación caso a caso.

Mediante el uso de una barrera de flotación, la fruta debe mantenerse a por lo menos 10, 2 cm bajo la superficie del agua, durante todo el tratamiento.

❖ **Sensores de temperatura**

- **Tipo de sensores**

Instale un sensor permanente de platino del 100 ohm RTD (Resistive Thermal Detectors) en el tercio inferior del tanque. La resistencia de un sensor RTD cambia linealmente, mientras que los termistores y termocuplas son no lineales y menos estables.

La principal ventaja de los sensores RTD incluye la estabilidad largo plazo, con altos niveles de señal y una seguridad total del sistema.

Coloque la unidad del sensor a 1 pulgada (2,54 cm) del extremo distal dentro de la barra del sensor. El sensor debe tener una vaina externa de 6,4 mm o menos de diámetro.

#### - Número de sensores requeridos y su ubicación

Para los sistemas de flujo continuo, el mínimo número de sensores requeridos es al menos **10 por tanque**, los cuales deben estar espaciados a lo largo del transportador. Para los sistemas de tina o jacuzzi, se requieren al menos **2 sensores por tanque**. Sin embargo, en tanques que tratan múltiples canastos (jaulas) de fruta debe haber al menos **1 sensor por posición de canasto o jaula** (un tanque con 4 posiciones para canastos o jaulas, debería requerir al menos 4 sensores). En ambos sistemas (continuo y por lotes) los sensores se instalan en el tercio inferior del tanque.

Las temperaturas de tratamiento serán registradas automáticamente usando sensores calibrados y aparatos de registro aprobados

La temperatura para cada sensor debe registrarse automáticamente por lo menos cada 2 minutos. La diferencia entre sensores de un tanque no debe exceder de 1°C.

#### ❖ Sistema de alarma

Se requiere un sistema de alarma para el sistema de tinas (Jacuzzi) para notificar a los empleados de la empacadora que el tratamiento se ha completado para una canasta o jaula en particular. Este sistema puede ser un ruido audible (campanilla, zumbido, etc) o una luz altamente visible adjunta al aparato de tiempo localizado sobre el equipo que indica tiempo y temperatura. Algunas instalaciones usan ambos, de ruido y luz, para evitar la “sobrecocción” alertando al operador del montacargas para que remueva el canasto o jaula del tanque de tratamiento al final del mismo.

#### ❖ Termómetros certificados de vidrio-mercurio, no mercurio y digital

##### - Termómetros

Se requiere que la instalación de tratamientos tenga disponible en los locales, todo el tiempo, al menos un termómetro certificado de alta precisión, sumergible en agua de mercurio, no mercurio o digital. Este termómetro debe tener una precisión de 0.1 °F (0 °C) y que cubra un rango entre 45 °C a 47,8 °C. Este será usado como el estándar con el cual serán calibrados todos los sensores.

##### - Registros de Temperatura automáticos

Las temperaturas de tratamiento serán registradas usando sensores calibrados y aparatos de distintos tipos de registro, pero que deben corresponder a aparatos aprobados por las ONPF y que registran el tiempo y la temperatura durante cada tratamiento.

El instrumento usado para registrar la temperatura y el tiempo debe ser capaz de **operaciones automáticas** cuando el tratamiento de agua caliente es activado.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

- **Registro de largo plazo**

El equipo de registro debe ser capaz de registrar sin parar por un período extenso de tiempo. El sistema de flujo continuo requiere equipos de registro capaces de operar por sobre 12 horas consecutivas.

- **Frecuencia de registro**

El intervalo de tiempo entre impresiones no debe ser menor de que una vez cada dos minutos. Alternativamente, se puede usar un sistema de bandas impresas que dibuja líneas continuas de colores. En la impresión ya sea numérica o con líneas de colores, cada sensor de temperatura debe ser identificado en forma única por color, número o símbolo. No es necesario registrar la temperatura de los sensores ubicados en las porciones del tanque que no están en uso.

- **Precisión**

La precisión del sistema de registro de temperatura (sensores y registradores) debe estar dentro de los 0,3 °C de la temperatura real (aquella verificada por el termómetro de mercurio, no mercurio o digital que es el patrón de comparación); La variación de temperatura para el sensor de control debería ser tan cercana a cero como sea posible.

- **Repetibilidad**

Cuando son usados bajo condiciones de campo por extensos períodos de tiempo, el equipo de registro debe ser capaz de repetir las lecturas con márgenes dentro de los 0,1 °C en relación a las lecturas verdaderas calibradas. Si el instrumento previamente aprobado falla en la confianza, precisión y legibilidad de las lecturas, se cancelará su aprobación. El diseño de la construcción y los materiales utilizados, deben ser tales que las condiciones ambientales típicas (incluyendo vibración) no afecten el desempeño.

- **Calibración**

Los sensores serán individualmente calibrados contra las lecturas en un termómetro certificado de mercurio, no mercurio o digital en décimas de grado Celsius, dentro de un rango de 45 °C a 47,8 °C. La firma de ingeniería que instala los equipos de registro debe también calibrarlos. Calibre los sensores a la temperatura alrededor o cercana a la temperatura de tratamiento de la fruta (alrededor de los 46,1 °C), **no a 0°C**.

❖ **Resguardo de la fruta tratada**

- **Disposición (Layout) y modelo de flujo**

El diseño y modelo de flujo del movimiento de la fruta a través del proceso de tratamiento de agua caliente debe asegurar que la fruta que está esperando ser cargada dentro de los tanques de inmersión en agua caliente no pueda llegar a mezclarse con la fruta que ya está completamente tratada. Todas las ONPF solicitan croquis de la disposición del empaque y diseño de flujo.

#### ❖ Disposición de la basura

Para no atraer moscas de la fruta, coloque la fruta cortada, pelada, con pudriciones y basura miscelánea dentro de contenedores cubiertos y remuévalos de la instalación diariamente.

#### ❖ Área de cuarentena

La fruta tratada debe ser llevada en forma inmediata después del tratamiento a un recinto a prueba de insectos. La fruta tratada debe permanecer allí hasta ser cargada dentro de contenedores de embarque también a prueba de insectos. El recinto designado es generalmente un recinto protegido.

La línea de empaque, equipo de hidrogenfriado y almacenaje en frío (si hay) deben estar localizados en esta área, pero estos equipos no son un requisito. Los procedimientos establecidos dentro de esta área están destinados a prevenir el movimiento de fruta no tratada (accidental o intencionalmente) dentro del área de cuarentena libre de insectos, y son de cumplimiento obligatorio por todo el personal.

##### - Mallas y otros materiales

Normalmente las mallas de las ventanas (de al menos 100 mesh por pulgada cuadrada) son suficientes para excluir las moscas de la fruta. Estas mallas deben inspeccionarse regularmente y ordenar su reparación tan a menudo como sea necesario. También se aceptan elementos sólidos como vidrio, ladrillo o madera.

##### - Cortinas de aire

Coloque sobre la pared o cielo raso antes de entrar a cualquier área cuarentenada un aparato que genere una barrera de aire de alta velocidad o Cortina de aire (tal como ventiladores o sopladores y otros como cámaras de aire- pantallas, etc). Estos aparatos pueden excluir la posible entrada de moscas de la fruta dentro del recinto libre de insectos. (Para las instalaciones aprobadas antes del 01 de julio de 1997, se requiere como mínimo cortinas de cintas colgantes de plástico transparente, en las puertas de los recintos libres de insectos)(USDA).

#### ❖ Carga de la fruta tratada

Cuando no estén en uso, las puertas que conducen desde el área de cuarentena a los muelles de carga deben estar cerradas. Cuando se esté cargando, los camiones cerrados y contenedores deben formar un sello a prueba de moscas con la pared exterior. Antes de cargar, se debe inspeccionar y desinfectar el camión cerrado y el contenedor. Si se usan pallet de madera, estos deben estar completamente libres de insectos de la madera y corteza. Instale un sello numerado en cada contenedor antes de su partida.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

❖ **Pre tratamientos para calentamiento de la fruta**

A veces es necesario el precalentamiento de la fruta para cumplir con los requerimientos de APHIS y otras ONPF de que toda la fruta tenga una temperatura de pulpa de al menos 70 °F (21,1°C) antes de empezar el test de certificación de desempeño.

La temperatura de la pulpa debe alcanzar, por lo menos, la mínima temperatura de pulpa estabilizada durante el test de certificación para tratamientos comerciales. Después del precalentamiento, se toma la temperatura de la pulpa desde los mangos localizados en la parte más fría de las cajas y/o canastos. No tome la temperatura de la pulpa de las frutas que están localizados sobre el lado externo del canasto o caja.

❖ **Enfriamiento de la fruta post tratamientos.**

El enfriamiento de la fruta después del tratamiento de agua caliente no es un requerimiento de la ONPF. Sin embargo, desde el punto de vista de la calidad de la fruta, muchas exportadoras instalan un sistema para enfriar la fruta después de removida desde el agua caliente. El hidrogenfriado de los mangos tratados se permite después de un período de 30 minutos siguientes al tratamiento, a menos que el tiempo original de inmersión indicado en el esquema de tratamiento, sea extendido en 10 minutos. Los 30 minutos requeridos después de removida la fruta del tanque de agua caliente, es el tiempo reglamentario para completar el tratamiento hidrotérmico y que este sea efectivo para matar los estados inmaduros de moscas de la fruta.

❖ **Cuartos fríos o almacenaje refrigerado**

La temperatura recomendada de almacenaje de mangos es entre 12.8 °C y 13.9 °C a 85 a 90 % de humedad relativa. Esta temperatura retarda en reblandecimiento y prolonga la vida de almacenaje en aproximadamente 2 a 3 semanas.

❖ **Ventiladores**

APHIS permite ventiladores para soplar aire sobre la fruta tan pronto como es removida de los tanques de agua caliente (si lo desean). Sin embargo el ambiente no puede ser menor que 21,1°C

❖ **Hidrogenfriado**

APHIS permite el uso de tanques de agua fría o sistemas de ducha, pero con las siguientes provisiones:

Durante el periodo de espera y el periodo de hidrogenfriado, se resguardan los mangos en una habitación o túnel, separada de los tanques de agua caliente. La temperatura usada durante el hidrogenfriado debe ser de 70 °F (21,1°C) o superior. El agua usada en el hidrogenfriado debería ser clorada (no excediendo las 200 ppm). Cualquier otro químico tal como fungicidas es opcional, y debe corresponder a productos aprobados.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

❖ **Chequeo de Seguridad y salud**

- Lavamanos apropiados
- Se prohíbe el ingreso de niños o personas no autorizadas dentro de las áreas prohibidas de tratamientos y empaque si no está acompañado por un empleado de la instalación
- Escaleras o pasillos de seguridad (pasarelas, etc.) aprobadas, para observar las operaciones de tratamiento del tanque
- Los requerimientos de fuentes de electricidad cumplen los códigos de requerimientos.
- El cableado eléctrico, incluyendo interruptores y otras conexiones, deben estar contenidas en conductores de metal o PVC y con conexión a tierra para evitar golpes eléctricos.
- Máquinas, poleas, cinturones y otras partes peligrosas móviles, deben estar localizadas dentro de los 6 pies del nivel del suelo, guardados con escudos de seguridad o barreras.
- Extintores de incendio localizados cerca de las calderas.
- Kit de primeros auxilios localizado cerca de la maquinaria en movimiento.
- Se deben usar cascos de seguridad para trabajadores y visitantes en las áreas de carga (esto es opcional si no es requerido por las regulaciones locales)
- Suficiente iluminación en las áreas de trabajo.

#### 4.4. Irradiación

La irradiación ha demostrado ser efectiva para reducir o minimizar los riesgos asociados con ciertas plagas que acompañan a muchas frutas, hortalizas, granos, entre otros.

La irradiación como medida fitosanitaria tiene como objetivo prevenir la introducción o dispersión de plagas reglamentadas. Esto se puede lograr obteniendo ciertas respuestas en la(s) plaga(s) objetivo, tales como:

a mortalidad;

- prevenir el desarrollo exitoso (por ejemplo, inhibir la emergencia de adultos);
- la incapacidad para reproducirse (por ejemplo, esterilidad); o
- la inactivación.

La radiación ionizante puede obtenerse mediante isótopos radiactivos (rayos gamma provenientes del cobalto-60 o cesio-137); con electrones acelerados con energía máxima (de 10 MeV) o por medio de rayos X con energía (de hasta 5 MeV) (límites establecidos por el Codex Alimentarius<sup>30</sup>). La unidad de medición para la dosis absorbida deberá ser en gray (Gy).

Entre las variables que se considerarán cuando se apliquen los tratamientos se incluyen la tasa de dosis, la duración del tratamiento, la temperatura, la humedad, la ventilación y las atmósferas modificadas; las cuales deben ser compatibles con la eficacia del tratamiento. Las atmósferas modificadas pueden disminuir la eficacia del tratamiento a una dosis prescrita.

##### 4.4.1. Eficacia

La ONPF del país importador deberá definir específicamente la eficacia del tratamiento requerido. El mismo consta de dos componentes distintos:

- una descripción precisa de la respuesta requerida;

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

- el nivel estadístico de la respuesta requerida.

Se debe especificar la respuesta describiendo la forma en que se medirá.

El tipo de respuesta requerida que se escoja se basa en el riesgo evaluado por medio del ARP, teniendo especial consideración en los factores biológicos conducentes al establecimiento, y tomando en cuenta el principio de las repercusiones mínimas. Cuando el tratamiento se realiza al vector de un patógeno, la mortalidad podría ser una respuesta apropiada, mientras que la esterilidad podría serlo para la(s) plaga(s) que no son vectores y que permanecen dentro del producto básico o sobre éste.

Si la respuesta requerida es la mortalidad, deberá establecerse el plazo para la eficacia del tratamiento.

Se pueden detallar una serie de opciones específicas cuando la respuesta que se espera sea la incapacidad de la plaga para reproducirse. Entre ellas se pueden incluir:

- la esterilidad total;
- la fertilidad limitada de un solo sexo;
- la oviposición y/o eclosión sin desarrollo adicional;
- el comportamiento modificado; y
- la esterilidad de la generación F1.

#### 4.4.2. Aplicación

La irradiación puede aplicarse:

- como parte integral de las operaciones de embalaje;
- a los productos básicos a granel (tal como los granos que se movilizan sobre una banda);
- en ubicaciones centralizadas tal como los puertos de embarque.

Cuando la seguridad fitosanitaria sea adecuada y la movilización en tránsito del producto básico sin tratamiento sea factible en términos operativos, el tratamiento también puede realizarse en:

- el punto de ingreso;
- en un sitio designado en un tercer país;
- en un sitio designado dentro del país de destino final.

Los productos básicos que han recibido tratamiento deberán certificarse y liberarse solamente cuando las medidas de dosimetría confirmen que se ha cumplido con la dosis mínima. Cuando corresponda, es posible que se repita la aplicación del tratamiento a los envíos, siempre que la dosis máxima absorbida esté dentro de los límites permitidos por el país importador.

#### 4.4.3. Medidas de seguridad fitosanitaria en la instalación que ofrece el tratamiento

Debido a que no suele ser posible distinguir a simple vista los productos irradiados de los no irradiados, los productos básicos que han recibido tratamiento deberán separarse, identificarse claramente y manipularse en forma adecuada bajo condiciones que los protejan

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

contra la contaminación y/o infestación o identificación errónea.

Es esencial contar con un medio seguro para movilizar el producto básico desde las áreas de recepción hacia las áreas de tratamiento sin que haya una identificación errónea o riesgo de contaminación cruzada y/o infestación. Se deberán acordar de antemano, los procedimientos apropiados que sean específicos para cada instalación y programa de tratamiento del producto básico. Los productos básicos que se desembalen o expongan en su embalaje requieren protección inmediata después del tratamiento, con el fin de asegurar que posteriormente no estén sujetos a infestación, reinfestación o contaminación.

Si el tratamiento se aplica antes de que se lleve a cabo la exportación, sería conveniente embalar el producto básico antes de aplicar la irradiación para prevenir la reinfestación; o si se realiza en el lugar de destino, sería recomendable embalarlo para prevenir el escape accidental de la(s) plaga(s) objetivo.

#### **4.4.4 Etiquetado**

Los productos embalados deberán etiquetarse con número de lote de tratamiento y otras características que lo identifiquen, permitiendo de esta manera su rastreabilidad (es decir, la identificación y ubicación de las instalaciones y fecha de embalaje y tratamiento).

#### **4.4.5. Aprobación de las instalaciones Tratamiento de irradiación**

Las autoridades normativas competentes en el campo nuclear deberán aprobar las instalaciones que ofrecen tratamientos, cuando corresponda. Dichas instalaciones igualmente deberán estar sujetas a la aprobación (la calificación, la certificación o la acreditación) por parte de la ONPF en el país en donde se encuentran ubicadas antes de aplicar los tratamientos fitosanitarios. La aprobación fitosanitaria deberá basarse en una serie de criterios comunes, además de los específicos al sitio y a los programas del producto básico

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

**Edición No: 2**

**Fecha de Aprobación: 21/03/2019**

**PROCESO: SANIDAD VEGETAL**

**SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO**

**SECCIÓN 5: Autorización de empresas para tratamientos fitosanitarios de plagas reglamentadas.**

La realización de los tratamientos fitosanitarios para plagas cuarentenarias, tanto para la importación como para la exportación requiere de personal entrenado y técnicamente competente que comprenda las implicaciones de la calidad del trabajo en la protección del patrimonio fitosanitario y en la competitividad de las exportaciones ecuatorianas.

La autorización de empresas y personal para prestar servicios de aplicación de tratamientos fitosanitarios requiere del cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución 0048 del 30 de marzo de 2016, cuando corresponda; además debe cumplir con el registro de proveedores de servicios fitosanitarios de acuerdo a la normativa vigente.

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

**Edición No: 2**

**Fecha de Aprobación: 21/03/2019**

**PROCESO: SANIDAD VEGETAL**

**SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO**

**SECCIÓN 6: Anexos**

**Anexo A Registro de tratamiento de fumigación con bromuro de metilo**

			
<p>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO</p> <p><b>REGISTRO PARA TRATAMIENTO DE FUMIGACIÓN CON BROMURO DE METILO</b></p>			
ANEXO 1			
<b>I. Detalles del trabajo</b>			
Registro No. _____			
Nombre del cliente	Fecha de comienzo de fumigación	Lugar de la fumigación	
Descripción del envío			
Objeto de fumigación	Número del contenedor/Registro del envío		
<b>II. Detalles de la fumigación</b>			
El envío se ajusta los requerimientos de la Norma			
Aire libre suficiente, superficies o envolturas no impermeables, máximo grosor de la madera y espacio apropiado entre apilamientos			
SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Contenedores encarpados	<input type="checkbox"/>	Apilamiento encarpado	<input type="checkbox"/>
		Largo	Ancho
			Altura
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR		 	

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO




**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**  
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

Presurización probada del contenedor	<input type="checkbox"/>	Cámara	<input type="checkbox"/>						
								Volumen	
								m <sup>3</sup>	
Tiempo de descompresión _____ segundos									
Tasa de dosis requerida				Tiempo de exposición		Temperatura mínima pronosticada		Tasa de dosis usada	
g/m <sup>3</sup>				hrs.		°C		g/m <sup>3</sup>	
Dosis calculada		Cloropricrina			Dosis aplicada		Hora - fin de aplicación de dosis		
gr		%			gr		gr		

**III. Lecturas de concentración**

Fase	Estandar	Lecturas de sondas de monitoreo por localización					Cálculo de equilibrio	Dosis de compensación
		g/m <sup>3</sup>	1	2	3	4		
Comienzo							%	%

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR






**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**  
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

Durante el fumigado									
Término									
Comentarios									

**IV. Ventilación**

TVL inicial ppm	Fecha y hora	2da TVL ppm	Fecha y hora
-----------------	--------------	-------------	--------------

**V. Responsables**

Nombre	Firma	Nombre	Firma
--------	-------	--------	-------

Formulario de inspección # \_\_\_\_\_

Aprueba SI  NO

Observaciones

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR



<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No: 2</b>
	<b>Fecha de Aprobación: 21/03/2019</b>
<b>PROCESO: SANIDAD VEGETAL</b>	<b>SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO</b>

**Anexo B Formulario para habilitación de sitios de fumigación con bromuro de metilo como tratamiento cuarentenario.**




AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

**FORMULARIO B PARA HABILITACION DE SITIOS DE FUMIGACION CON BROMURO DE METILO COMO TRATAMIENTO CUARENTENARIO**

	Características	Nivel	Puntaje	Calificación	Observaciones
<b>INFRAESTRUCTURA</b>					
1	Verificar que las áreas de alta concurrencia de personas o animales o/y de tránsito de público, o personas en general sin protección personal, se encuentre alejadas del sitio de fumigación, al menos de 50 metros a la redonda del área destinada para el tratamiento	O	3		
2	Confirmar que se dispone de un área exclusiva para la fumigación, misma que restrinja el acceso al personal no autorizado y solo permitiendo el ingreso al personal operativo y a los técnicos o personal autorizado de la Agencia.	I	2		
3	Evidenciar que el piso del sitio sea impermeable al fumigante y sin grietas. Paredes y techo sin rajaduras, aberturas, agujeros, hendiduras o que se encuentren deteriorados	O	3		
4	Verificar que en caso de observar rajaduras, hendiduras o agujeros, estos se encuentren sellados completamente.	O	3		
5	Revisar que el piso del sitio donde se realice la fumigación sea uniforme con acabado liso y nivelado para evitar el doblamiento del contenedor y por consiguiente sea difícil lograr un buen sellado para evitar la fuga excesiva del fumigante	O	3		
6	Constatar que en los suelos no encementados, porosos o con grietas se utilice una carpa o película plástica sobre el piso para evitar fugas a través del mismo, antes de comenzar la fumigación	O	3		
7	Si la fumigación se va a llevar a cabo en sitios donde habrá recintos encarpados, confirmar que el cobertor (carpa) tenga las siguientes características obligatorias: lona de polietileno de baja densidad, estructura de una sola pieza, transparente (de preferencia) y con grosor de 0,006 milésimas de pulgada o menor	R	1		
8	Evidenciar que en el lugar en donde se llevará a cabo la fumigación de recintos encarpados, no exista drenajes o grietas en al menos en un metro (1) de donde se ubicará el recinto de fumigación	R	1		
9	Verificar que las instalaciones del sitio de fumigación brinden todas las facilidades de espacio para colocación de recinto a ser fumigado, producto a ser fumigado y equipos y materiales para la fumigación.	R	1		
10	Verificar que las instalaciones del sitio de fumigación brinden todas las facilidades de iluminación natural o artificial para implementar la fumigación, permita tomar de lecturas de monitoreos de las mediciones de concentraciones de gas, presión, temperatura, y poder registrar los datos en los respectivos formatos	I	2		
11	Confirmar que el sitio este resguardado de vientos fuertes que puedan afectar la realización de la fumigación	R	1		
12	Revisar que el sitio seleccionado para la fumigación sea ventilado	O	3		
13	Verificar que los accesos de entrada y salida al sitio esten libre de obstáculos	R	1		
14	Verificar que el sitio dispone de acceso a suministros de energía eléctrica para la operación de ventiladores y equipos para medir concentraciones (fumiscopio) durante el tratamiento	O	3		
15	Constatar que las conexiones eléctricas deben tener polo a tierra y además deben estar ubicadas convenientemente con relación al área de fumigación y procurar que no se use generadores de combustión interna, salvo en situaciones de emergencia	I	2		
16	Constatar que las conexiones eléctricas se encuentren en buen estado para evitar descargas y/o posibles conatos de incendios	I	2		
17	Verificar que el sistema de ventilación o extracción de fumigante este operativo	O	3		
18	Disponer de fuentes de agua para el caso de lavado de derrames de bromuro de metilo (en estado líquido), como medida de primeros auxilios cuando alguna persona que lo requiera o para suplir los niveles de agua al vaporizador.	I	2		

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

 SUBPROCESO: CONTROL  
 FITOSANITARIO

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

	Características	Nivel	Puntaje	Calificación	Observaciones
19	Conocer el pronóstico del tiempo del sitio seleccionado para la fumigación y confirmar que la temperatura ambiente mínima sea superior a 10°C durante el tratamiento	O	3		
20	Confirmar que en el sitio se disponga de extintores contra incendios y estos estén disponibles durante el tratamiento	I	2		
21	Constar que el área del tratamiento exhiba señales y símbolos de seguridad visibles tales como: prohibición de ingreso a personas no autorizadas al sitio, cuidado producto tóxico, cintas que digan PELIGRO, prohibido ingreso o consumo de alimentos, utilizar equipos de protección personal (señalética)	I	2		
22	Comprobar la existencia de un botiquín de primeros auxilios, disponibilidad del nombre y dirección de un médico así como de un manual de primeros auxilios	I	2		
23	Procedimiento a seguir en caso de emergencia donde se incluya los números telefónicos del centro de salud más cercano.	I	2		
24	Constar que en los recintos fijos tales como cámaras dispongan de sistemas y registros para la calibración de los equipos de medición de temperatura, así como para el registro de concentraciones altas y bajas.	R	1		
25	Evidenciar que todo el personal que se encuentra en el sitio disponga de equipos de protección personal como medida de seguridad	I	2		
26	Comprobar que se disponga de un registro de entrega de Equipos de Protección Personal a los visitantes	R	1		
<b>Coordenadas geográficas</b>					
X	Inf.	x			
Y	Inf.	x			
Z	Inf.	x			
<b>Parámetro</b>	<b>Item</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Puntaje total</b>	<b>Puntaje aprobación</b>	
Obligatorios	9	3	27	27	
Importantes	10	2	20	20	
Recomendados	7	1	7	0	
TOTAL			54	47	

<b>MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS</b>	<b>Edición No: 2</b>
	<b>Fecha de Aprobación: 21/03/2019</b>
<b>PROCESO: SANIDAD VEGETAL</b>	<b>SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO</b>

### SECCIÓN 7. Control de cambios

FECHA ANTERIOR	CAMBIOS O MODIFICACIONES	FECHA DEL CAMBIO	AUTOR
24-11-2016	<p>Adición de los numerales 4.1.2 Fumigación con bromuro de metilo; 4.1.2.2 Reconocimiento y aprobación del sitio en donde se va a aplicar la fumigación; 4.1.2.3 Cálculo de dosis; 4.1.2.4 Periodo de exposición; 4.1.2.5 Ventilación del recinto; 4.1.2.6 Documentos</p> <p>Cambio de numeración a los ítems del documento desde 4.2 Desinfección de semilla hasta la sección 6 Control de cambios</p> <p>Actualización de autoridades de la Coordinación General de Sanidad Vegetal.</p> <p>Se incluye en el cuadro de abreviaturas los términos TLV y TWA</p> <p>Ampliación del concepto de estabilidad del producto una vez usado realizado en el numeral 4.2 Tratamientos de desinfección.</p> <p>Inclusión del link donde se encuentran los tratamientos equivalentes para desinfección de semillas</p> <p>Actualización del logo institucional del Ministerio de Agricultura y Ganadería.</p>	28/08/2017	Ing. Verónica Manrique. Ing. Ronald Méndez
28/08/2017	<p>Se añade en la sección abreviaturas las palabras AFAS, DAFF, y PAN; y se elimina los códigos AC, MTC y PC.</p> <p>En la sección 4, numeral 4.1.1 tratamiento con fosfina, literal d) Dosificación, se actualiza el cuadro de formulaciones registradas para fosfina en Ecuador.</p> <p>En la Sección 4.1.2 se adicionan los siguientes literales: e) Hermetización del recinto y distribución del gas, e) Requisitos generales y de infraestructura, h) Evaluación de las</p>	21-03-2019	Ing. Ronald Méndez

**MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

Edición No: 2

Fecha de Aprobación: 21/03/2019

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL  
FITOSANITARIO

	<p>características de sorción del objeto a fumigar; en este literal además se adiciona la tabla de los productos que presentan inconvenientes al momento de ser fumigados con bromuro de metilo.</p> <p>Se ingresa los literales i) Penetración del fumigante, j) Cálculo de dosis y aplicación de bromuro de metilo, en este mismo literal en la sección iii. Se incorpora la información sobre los ajustes por temperatura donde se incluye la tabla por compensación por temperatura. Se incluyen los literales k) Compensación del fumigante h) Captura de bromuro de metilo, i) Término de la fumigación, l) Responsabilidades del proveedor del tratamiento fitosanitario con BM, m) Aprobación y certificación del tratamiento fitosanitario con bromuro de metilo, y n) Sanciones</p> <p>Se adiciona los <b>Anexos A</b> Registro de tratamiento de fumigación con bromuro de metilo y <b>Anexo B</b> Formulario para habilitación de sitios de fumigación con bromuro de metilo como tratamiento cuarentenario en la sección 6.</p> <p>Corrección del nombre del Manual en el documento físico en base a la resolución 271.</p>		
--	--	--	--