

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, Acuicultura 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.

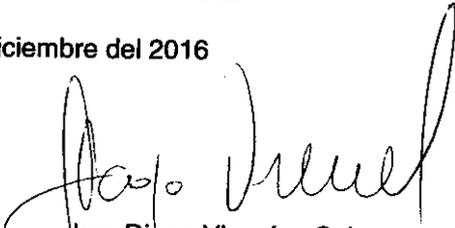
DISPOSICIONES FINALES

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**

Hoja de Ruta

Fecha y hora generación: 2021-03-12 14:57:47 (GMT-5)

Generado por: Carla Elizabeth Cueva Flores

Información del Documento			
No. Documento:	AGR-AGROCALIDAD/CSV-2021-000081-M	Doc. Referencia:	--
De:	Sra. Ing. Mónica Andrea Gallo Lara, Coordinadora General de Sanidad Vegetal, Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario - AGROCALIDAD	Para:	Sr. Ing. Patricio Almeida Granja, Director Ejecutivo, Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario - AGROCALIDAD
Asunto:	Aprobación de la actualización del Manual de Tratamientos Fitosanitarios	Descripción Anexos:	--
Fecha Documento:	2021-03-10 (GMT-5)	Fecha Registro:	2021-03-10 (GMT-5)

Ruta del documento						
Área	De	Fecha/Hora	Acción	Para	No. Días	Comentario
AGROCALIDAD - DIRECCIÓN DE ASESORÍA JURÍDICA	José Ignacio Moreno Álava (AGR)	2021-03-12 14:51:25 (GMT-5)	Reasignar	Carla Elizabeth Cueva Flores (AGR)	2	favor ateder
AGROCALIDAD - DIRECCION EJECUTIVA	Patricio Almeida Granja (AGR)	2021-03-12 14:30:19 (GMT-5)	Reasignar	José Ignacio Moreno Álava (AGR)	2	AUTORIZADO
AGROCALIDAD - COORDINACIÓN DE SANIDAD VEGETAL	Mónica Andrea Gallo Lara (AGR)	2021-03-10 12:28:19 (GMT-5)	Envío Electrónico del Documento		0	
AGROCALIDAD - COORDINACIÓN DE SANIDAD VEGETAL	Mónica Andrea Gallo Lara (AGR)	2021-03-10 12:28:19 (GMT-5)	Firma Digital de Documento		0	Documento Firmado Electrónicamente
AGROCALIDAD - COORDINACIÓN DE SANIDAD VEGETAL	Mónica Andrea Gallo Lara (AGR)	2021-03-10 12:27:55 (GMT-5)	Registro	Patricio Almeida Granja (AGR)	0	Documento firmado digitalmente

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Edición No: 3

Fecha de Aprobación: 29/01/2021

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

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. 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 y será distribuido a las siguientes oficinas:

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

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.

SECCIÓN 2: Tabla de contenidos

SECCIÓN 1. Control, expedición, revisión y distribución	2
SECCIÓN 2: Tabla de contenidos	3
SECCIÓN 3: Introducción	4
3.1 Objetivo	4
3.2 Alcance.....	4
3.3 Definiciones y abreviaturas	4
3.4 Base Legal.....	7
3.5 Punto oficial de contacto	7
SECCIÓN 4: Tratamientos Fitosanitarios.....	8
4.1. Tratamientos Químicos.....	9
4.1.1 Fumigantes como medida fitosanitaria.....	9
4.1.2 Tratamiento con fosfina.....	19
4.1.3 Fumigación con bromuro de metilo (BM)	36
4.1.4 Tratamiento de desinfección.....	70
4.1.4.1 Tratamientos de inmersión de plantas en pesticidas.....	70
4.1.4.2 Desinfección de semillas	75
4.2 Tratamientos Físicos	77
4.2.1 Tratamiento hidrotérmico.....	77
4.2.2 Irradiación	85
4.2.2.1. Eficacia	85
4.2.2.2 Aplicación	86
4.2.2.3. Medidas de seguridad fitosanitaria en la instalación que ofrece el tratamiento	86
4.2.2.4 Etiquetado.....	87
4.2.2.5. Aprobación de las instalaciones para tratamiento de irradiación	87
SECCIÓN 5: Autorización de empresas para tratamientos fitosanitarios de plagas reglamentadas.....	88
SECCIÓN 6: Anexos	89
Anexo A. Formulario de registro para tratamiento de fumigación con bromuro de metilo.....	89
Anexo B Formulario para habilitación de sitios destinados para tratamientos fitosanitarios y fumigar con bromuro de metilo en contenedores y encarpados.....	90
Anexo C Fórmulas para calcular el volumen de cuerpos geométricos	91
SECCIÓN 7. Control de cambios	92
SECCIÓN 8. Tabla de responsabilidades	96

SECCIÓN 3: Introducción

3.1 Objetivo

- Establecer y estandarizar los procedimientos para realizar tratamientos fitosanitarios eficaces, considerando los requerimientos de seguridad del personal y del medio ambiente, para prevenir la introducción y/o dispersión de plagas reglamentadas o de importancia económica.

3.2 Alcance

Este manual es de adopción obligatoria para todas las personas naturales o jurídicas que realicen tratamientos fitosanitarios químicos, físicos u otros que se desarrollen en el futuro, destinados a controlar plagas que se consideren cuarentenarias para plantas, productos vegetales y artículos reglamentados en Ecuador, o que se estipulen en sus medidas fitosanitarias y/o para aquellos tratamientos que son exigidos a productos vegetales para la exportación a distintos mercados o en tránsito

La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) define tratamiento como el procedimiento **oficial** para matar, **inactivar** o eliminar **plagas** o ya sea para esterilizarlas o **desvitalizarlas**

3.3 Definiciones y abreviaturas

Definiciones

El presente manual utiliza definiciones de acuerdo con las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF 5), Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria y los siguientes:

Contaminación	Presencia de plagas u otros artículos reglamentados en un producto básico , lugar de almacenamiento, medio de transporte o contenedor, sin que constituya una infestación (véase infestación) [CEMF, 1997, revisado CEMF, 1999]
Culebra de arena o agua	Estructuras hechas de material durable, impermeable y flexible que puede contener agua o arena del 65% al 75% de su capacidad, y se colocan sobre los bordes de los cobertores plásticos que cubren los recintos encarpados, cuya función es sujetar el cobertor plástico para evitar que se escape el fumigante durante el tratamiento fitosanitario.
Desorción	Separar una molécula o átomo adherido en una superficie. (Término no estandarizado en la CIPF)
Eficacia (del tratamiento)	Efecto definido, mensurable y reproducible mediante un tratamiento prescrito [NIMF n.º 18, 2003]
Fumigación	Tratamiento con un agente químico que alcanza al producto básico en forma total o principalmente en estado gaseoso [FAO, 1990; revisado FAO, 1995]
Fumigación al	Proceso de liberar un gas en una cámara de donde se ha extraído la

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Edición No: 3

Fecha de Aprobación: 29/01/2021

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL
FITOSANITARIO

vacío	mayor parte del aire
Ignición	Proceso químico que puede desatarse cuando una sustancia combustible entra en contacto con una fuente de energía y continúa ardiendo independientemente de su causa original.
Infestación (de un producto básico)	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]
Nivel de exposición ocupacional (TLV) – Tiempo promedio ponderado (TWA)	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.
Plaga cuarentenaria	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]
Recintos encarpados	Son espacios previamente seleccionados para realizar tratamientos fitosanitarios con fumigantes químicos, donde se cubre el contenedor o el arrume con una lona impermeable al fumigante para evitar su disipación fuera el recinto
Sorción	Es el proceso de unión química o física del fumigante libre sobre la superficie o en el interior del producto básico, del embalaje o recinto fumigado [NIMF N° 43 Requisitos para el uso de la fumigación como medida fitosanitaria, abril 2019]
Tratamiento Fitosanitario	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]
Tratamiento con calor	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

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Edición No: 3

Fecha de Aprobación: 29/01/2021

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

**SUBPROCESO: CONTROL
FITOSANITARIO**

LEP	Límites de Exposición Profesional
LMR	Límite Máximo de Residuos
NIMF	Norma Internacional para 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 Averange, Tiempo promedio ponderado
PAN	Presión atmosférica Normal
PPQ	Plant Protection and Quarantine (Servicio de Cuarentena Vegetal de Estados Unidos)
USDA	United States Departament of Agriculture

3.4 Base Legal

- Texto Revisado Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (1997)
- Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias (NIMF) N° 28. Tratamientos Fitosanitarios para plagas reglamentadas
- Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) N° 43 Requisitos para el uso de la fumigación como medida fitosanitaria, adoptada en abril 2019
- USDA. Treatment Manual¹
- Decisión 804 de la Comunidad Andina – Norma para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola
- Resolución No. 2075 de la Comunidad Andina, Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola
- Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, publicada en el Registro Oficial suplemento 27 del 03 de julio de 2017
- Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, publicada en el Registro Oficial 91 de 29 de noviembre de 2019
- Resolución 133 Manual General de Cuarentena Vegetal del 15 de mayo del 2014.
- Resolución 0048 Instructivo de procedimientos para el registro y control de empresas de aplicación terrestre de plaguicidas y productos afines de uso agrícola del 30 de marzo de 2016
- Resolución 003 Protocolo de validación para tratamientos fitosanitarios de cuarentena y pre-embarque del 07 de enero de 2020
- 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

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 este manual operacional deben ser dirigidas a:

Dirección Ejecutiva

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario

República de Ecuador

Dirección: Av. Eloy Alfaro y Federico González Suárez, Av. Interoceánica Km. 14 ½, sector La Granja.

Teléfono: 593 2 3828 860 ext. 1063; 1800 247600

Código postal: 170903 / Tumbaco

E-mail: direccion@agrocalidad.gob.ec; relaciones.internacionales@agrocalidad.gob.ec

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

SECCIÓN 4: Tratamientos Fitosanitarios

El Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria en la Sección IX, reconoce como tratamientos fitosanitarios aquellos procedimientos que se aplican a plantas, productos vegetales y artículos reglamentados con la finalidad de matar, inactivar o eliminar plagas; o en su caso esterilizarlas o desvitalizarlas.

Los tratamientos fitosanitarios por otra parte, se emplearán bajo requerimientos o acuerdos comerciales entre las partes, donde contribuyen a evitar la introducción o dispersión de plagas reglamentadas, en este sentido se han determinado las siguientes situaciones de control donde se emplearán los tratamientos fitosanitarios:

- a) Para el cumplimiento de requisitos fitosanitarios establecidos para plantas, productos vegetales y artículos reglamentados;
- b) Cuando exista la presencia de plagas reglamentadas en productos importados y se disponga en Ecuador de un tratamiento fitosanitario comprobado para su control;
- c) Cuando exista recurrencia en la intercepción de plagas no reglamentadas en productos importados y exista un tratamiento probado para su control;
- d) En cumplimiento de los requisitos fitosanitarios establecidos por la ONPF del país de destino o en la normativa internacional para plantas, productos vegetales y artículos reglamentados;
- e) Para evitar el ingreso o dispersión de la plaga objetivo a un área reglamentada;
- f) Para el control oficial de plagas, donde se determine la aplicación y cumplimiento de reglamentaciones y procedimientos fitosanitarios, con el objetivo de prevenir, erradicar o contener las plagas cuarentenarias o suprimir las plagas no cuarentenarias reglamentadas, siempre y cuando fuese factible la aplicación como medidas fitosanitarias para este fin.

1. Procedimiento para la aplicación de tratamientos fitosanitarios en envíos de importación.

- a) El inspector fitosanitario o tercero autorizado por la Agencia previo informe motivado, entregará una orden de tratamiento fitosanitario al propietario de las mercancías o su representante, con la finalidad de que realice la gestión para la aplicación del tratamiento por parte de operadores registrados y autorizados por la Agencia.
- b) El operador registrado y responsable de la aplicación deberá informar a la Agencia de la aplicación del tratamiento a realizar conforme al reglamento vigente.
- c) Terminado el tratamiento, el operador registrado deberá emitir un Certificado de Tratamiento Fitosanitario, el cuál abarcará toda la información correspondiente al procedimiento realizado, mismo que debe ajustarse al modelo establecido por la Agencia.

2. Procedimiento para la aplicación de Tratamientos fitosanitarios en envíos de exportación

- a) El operador de exportación coordinará y suministrará toda la información documentada sobre el envío sujeto a tratamiento, al operador autorizado para realizar el tratamiento

fitosanitario, una vez concluido el tratamiento fitosanitario por parte del proveedor autorizado se emitirá el certificado correspondiente que avale el mismo, autorizándose el retiro del envío por parte del exportador.

3. Supervisión de tratamientos fitosanitarios

El inspector o tercero autorizado por la Agencia, deberá realizar en coordinación con el operador registrado y autorizado, el acompañamiento durante la aplicación. Las supervisiones se realizarán sobre la base de la planificación anual de actividades en territorio o cuando la Agencia lo requiera sin previo aviso con la finalidad de verificar el cumplimiento de los protocolos para la aplicación de tratamientos fitosanitarios como medida fitosanitaria establecida por la Agencia.

4. Tipos de tratamientos. Los tratamientos pueden ser:

- a) Químicos: plaguicidas de uso agrícola registrados ante la Agencia y fumigantes.
- b) Físicos: procedimientos a base de calor, frío, hidrotérmico e irradiación, y,
- c) Otros que se desarrollen para el control de plagas.

4.1. Tratamientos Químicos

4.1.1 Fumigantes como medida fitosanitaria

a) Consideraciones generales y requisitos

El uso de fumigantes como medida fitosanitaria es alcanzar la mortalidad de una plaga con una eficiencia determinada y que consiste en liberar y dispersar un tóxico químico en estado gaseoso para alcanzar al organismo objetivo.

Cuando la fumigación sea solicitada como tratamiento fitosanitario, esta deberá ser aplicada de forma eficaz para que se logre la consecución de los parámetros críticos (cumplimiento de la concentración o dosis, la temperatura y el periodo de exposición determinado) y se deberá alcanzar la eficiencia exigida en todo el producto fumigado. Los fumigantes varían en gran medida en sus modos de acción, algunos matan rápidamente mientras que otros lo hacen en forma lenta.

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

b) Aplicación del fumigante

La fumigación puede efectuarse en cualquier punto de la cadena de suministro como, por ejemplo: en la producción o en el embalaje, después del embalaje, durante el almacenamiento, justo antes de la consolidación y expedición; a la llegada del producto básico al país importador o durante el transporte.

Existen varios factores que pueden mermar el control del fumigante y pueden afectar la eficacia del proceso de fumigación, estas causas pueden ser: Contenido de humedad del producto básico y dentro del recinto seleccionado, la humedad, la presión y los cambios en la composición de gases de la atmósfera creada por el embalaje o por el producto.

Otros factores no menos importantes a considerar están relacionados con la penetración del fumigante, así como también la sorción que se presente en el embalaje o del producto básico a ser fumigado, el peso específico del fumigante, la circulación de este y las fugas del recinto de fumigación. Tampoco se debe perder de vista la circulación del fumigante, por lo que se debe considerar el tamaño del recinto y las disposiciones de como se coloca la carga en el recinto, es decir el espacio entre los productos cuando estos se hayan ubicado en cajas con el espaciamiento suficiente o con los productos cargados a granel.

Todos los procedimientos aprobados en esta normativa, deberán documentarse de forma clara, por lo que deberán ser diseñados de tal manera que garanticen alcanzar los parámetros críticos, donde deberán tomar en cuenta el acondicionamiento previo y posterior del tratamiento para lograr la dosis requerida y la eficacia que se demanda del tratamiento para el control de las plagas objetivo sin alterar la calidad del producto, además aquí se plantean ciertos procedimientos de contingencia y orientación para las acciones correctivas ante fallas en la fumigación o en problemas relacionados a la consecución de los parámetros críticos.

Los puntos más relevantes para lograr una fumigación éxito son:

1. Seguimiento de cómo se ejecuta la aplicación.
2. Uso del equipo de fumigación adecuado.
3. Seguir los procedimientos respectivos y utilizar sistemas que eviten la infestación o contaminación del producto fumigado.
4. Mantener registros y documentación para su verificación, rastreo o auditoria de los procedimientos efectuados.

c) Modalidades de tratamientos con fumigantes: Los métodos para realizar la fumigación como medida fitosanitaria pueden ser:

1. Tratamientos con único fumigante
2. Tratamientos combinados
3. Fumigación en condiciones especiales, que pueden ser:
 - i. Fumigación con atmósfera modificada
 - ii. Fumigación en vacío

En la actualidad las aplicaciones más recurrentes son las que se efectúan empleando un único fumigante. El modo de acción es generalmente eficaz contra todos los grupos de plagas o contra un grupo en concreto, y también para todas las etapas de desarrollo de la plaga o en la mayoría de ellas. El proceso de suministro es sencillo y normalmente con una sola aplicación se logra la concentración mínima requerida para el control de la plaga objetivo; siempre y cuando se cumpla con el periodo de exposición establecido para alcanzar la eficacia especificada.

d) Recintos y equipos utilizados para la fumigación

Los tipos de recintos y equipos pueden ser muy variados y están en función del fumigante a emplearse, así como a la naturaleza del producto básico a ser tratado y las condiciones medio ambientales, por lo tanto, para conseguir que la aplicación logre su nivel de eficacia, se deberá considerar como necesarios los siguientes elementos:

1. Recintos. Comprende el espacio que se puede cerrar y que garantice el mantenimiento de condiciones adecuadas para la fumigación durante toda la aplicación del fumigante seleccionado, existen varios tipos de recintos como son las cámaras fijas para fumigación, silos, contenedores, almacenes, bodegas de barcos o las carpas (recintos encarpados) de lona impermeable. Este espacio debe estar construido o disponer de materiales que logren mantener la concentración del fumigante durante su manejo evitando así su fuga, si hay aberturas estas deberían sellarse. El recinto además debe proporcionar el acceso necesario para colocar los equipos de verificación y monitoreo que se deben usar durante la aplicación del fumigante.
2. Equipos. Estos deben ser calibrados periódicamente de acuerdo con las indicaciones del fabricante y pueden ser:
 - i. De dosificación. Estos permiten el ingreso de cantidades definidas de fumigante en el recinto seleccionado. El equipo tiene que disponer de un envase para almacenamiento seguro y protegido para el gas, así como de medios de conducción para inyectar el fumigante, además hay que colocar un dispositivo que permita medir el caudal o volumen de flujo del fumigante que se inyecta hacia el recinto (caudalímetro, por ejemplo) o bien poder calcular la disminución de volumen o peso de los recipientes que contiene el fumigante (báscula o balanza). En algunos casos el fumigante debe introducirse de forma sólida (pastillas, placas) o en recipientes de volumen definido mismos que liberan un volumen conocido de gas hasta alcanzar la dosis requerida.
 - ii. Vaporizador de gas. Ciertos fumigantes se almacenan comprimidos en estado líquido en cilindros metálicos y para su liberación se requiere la aplicación de una considerable cantidad de energía, por lo que es necesario utilizar un vaporizador que aporte esa energía en forma de calor y lograr el cambio de estado líquido a gaseoso del fumigante. Dependiendo del fumigante empleado, se deberá usar un vaporizador que resista la presión del gas seleccionado.
 - iii. Equipo de calentamiento. Es opcional emplearlo, pero su uso será requerido cuando se necesite incrementar la temperatura del producto y la del aire dentro del recinto para facilitar su movilidad, tomar en cuenta que a veces el fumigante elegido puede ser inflamable o puede descomponerse a ciertas temperaturas por lo que no sería prudente exponer el fumigante a ciertas fuentes de calor externas.
 - iv. Equipo para circulación del gas. Se pueden utilizar cuando se demande aplicar grandes cantidades de fumigante y en especial cuando se use gases de difusión lenta, por lo que

es importante conseguir su distribución uniforme y rápida dentro del recinto. También se puede emplear equipos de circulación cuando se fumigue productos básicos perecederos (como vegetales o frutas) o productos que pueden sufrir daños ante una exposición prolongada del fumigante, en estos casos será necesario una circulación rápida. Cuando se presente esos escenarios se debe considerar el empleo de uno o varios ventiladores según se considere necesario, mismos que deben ser específicos para este fin y capaces de proporcionar una circulación suficiente del gas; sin embargo, en el caso de productos a granel, usar este tipo de equipos no es viable.

v. Instrumentos para medir el contenido de humedad. Cuando se deba fumigar productos con alto contenido de humedad en su interior o por la humedad generada entre productos de un lote y esta condición pueda disminuir la eficacia del fumigante; entonces se debe recurrir a la medición del contenido de humedad utilizando instrumentos específicos donde se permita un margen de error de 5% con respecto al contenido de humedad real, es importante seguir las instrucciones del fabricante para obtener lecturas que permitan determinar si es procedente realizar la aplicación y garantizar que el gas alcance la eficacia demandada, también podrá ser imperioso recurrir a instrumentos que midan la humedad ambiental.

vi. Instrumentos para medir la temperatura. Deben estar calibrados para medir la temperatura dentro del recinto y deben estar colocados en intervalos suficientes, si se estima necesario también se puede colocar estos instrumentos para medir la temperatura en las superficies externas del recinto. Las mediciones tanto de los termómetros ambientales, así como de los instrumentos colocados en el interior del producto básico o entre los lotes del producto, deberán registrar los parámetros de temperatura antes y durante la fumigación. El número de sensores que se precisan colocar en el recinto dependerá del tamaño de este.

vii. Instrumentos para medir la concentración del gas. Estos dependen del gas a utilizar pero lo verdaderamente importante es que deban proporcionar la exactitud suficiente (+/- 5% de la concentración a alcanzarse), además son parte de estos instrumentos las mangueras de monitoreo y al estar expuestas al fumigante deberán ser un material que no lo absorba, estas líneas deben colocarse lo más apartado posible de los conductos o líneas de suministro o dispensadores de fumigante, asimismo se deben colocarse en las zonas del recinto donde posiblemente la concentración del fumigante sea más baja.

e) Procedimiento para la fumigación

La eficacia de la fumigación puede verse afectada por varios factores como son: la concentración del fumigante, el tiempo de exposición, las características del producto básico a ser fumigado en función de la penetración o sorción que tenga este con respecto al gas utilizado, la temperatura del producto básico y la temperatura atmosférica. También influyen en la distribución y la concentración del gas: la hermeticidad del lugar (estanqueidad del gas), disposición de la mercancía y el coeficiente de carga (proporción de espacio ocupado con respecto al espacio total).

El equipo que suministrará el fumigante, así como el equipo de circulación o ventilación (cuando sea necesario), deberán colocarse dentro del recinto de forma tal que garantice que el gas alcance y mantenga las concentraciones del fumigante requeridas para el control de plagas objetivo y lograr así su control durante el periodo de exposición.

1. Carga del producto. El producto básico a ser tratado, debe ser acomodado de forma tal que garantice la disponibilidad de espacio suficiente para que el gas se movilice dentro del recinto escogido. En algunos casos es necesario utilizar separadores para asegurar la penetración del fumigante.
2. Embalaje. Es importante tomar en cuenta la composición y estructura del embalaje (cuando se use), puesto que este no debería frenar la introducción del gas en el producto fumigado, como tampoco impedir que se logre las concentraciones del fumigante requeridas. Cuando los embalajes sean impermeables al gas, estos deben ser retirados o perforados para conseguir la entrada suficiente del fumigante. Si el embalaje fue perforado, este no debería sobreponerse para evitar que los agujeros realizados puedan bloquearse u obstruirse.
3. Sorción. Es el proceso de unión química o física del fumigante libre sobre la superficie o en el interior del producto básico, del embalaje o recinto fumigado. Tomar en cuenta que la sorción del embalaje o del recinto puede ocasionar que el fumigante no se encuentre disponible en los volúmenes requeridos para controlar y matar la plaga objetivo en el producto básico; sin embargo, la sorción en el producto básico es requerida para controlar aquellas plagas que se alimentan o/y resguardasen en el interior del producto básico y de esta forma lograr asfixiarlas, como sucede para el caso de las moscas de la fruta o barrenadores de la madera. La velocidad de sorción es elevada al comienzo de la aplicación, luego disminuye progresivamente conforme la fumigación continua hasta su finalización, es común observar que, debido a la sorción entre el producto básico y el fumigante, se deba aumentar el tiempo de ventilación o aireación después de haber terminado la fumigación. Las grasas, aceites, productos molidos o porosos pueden tener alta capacidad de sorción, y estos productos o los embalajes con esta condición alta de sorción, no deben fumigarse a menos que se consiga ir monitoreando y evaluando la concentración del fumigante para asegurar que se alcanza el valor mínimo requerido para matar la plaga.
4. Determinación de temperatura de la fumigación. La toxicidad de un fumigante depende de la tasa respiratoria del organismo objetivo, la temperatura es una variable determinante dentro del proceso de fumigación porque influye directamente en el ritmo de respiración de la plaga; cuanto más baja sea la temperatura, menor será la tasa de respiración de la plaga, lo cual tiende a hacer al organismo menos susceptible y por lo tanto se requerirá mayor dosis del fumigante; o en su defecto se debería aumentar la duración del periodo de exposición al gas hasta alcanzar el nivel de control previsto. Por lo indicado se debe registrar y medir las temperaturas del producto fumigado y de la atmósfera circulante del interior del recinto para garantizar la eficacia del tratamiento y posterior control de la plaga. La temperatura más baja que se haya registrado en el recinto o producto debería ser considerada como la temperatura a la que se condujo el tratamiento.

5. Prueba de hermeticidad (estanqueidad) a los gases. Depende del fumigante empleado, se debe comprobar esta condición de estanqueidad antes de empezar la fumigación. Cuando la aplicación sea en cámaras de fumigación o estructuras fijas donde se realice regularmente la fumigación, entonces será suficiente realizar pruebas de estanqueidad cada 6 o 12 meses o luego de un cierto número de tratamientos según lo disponga la Agencia.

6. Inyección del fumigante. La dosis de aplicación del fumigante estará determinada en base a la temperatura mínima que se pronostique alcanzar el recinto o del producto básico tratado (la más baja de ambas). La cantidad total del gas que debe aplicarse en el recinto seleccionado, será el resultado de multiplicar la dosis requerida (tasa de dosis – dosis unitaria) por el volumen del recinto, por lo tanto, la medición correcta de la capacidad volumétrica del recinto es muy importante. También se debe tomar en cuenta la capacidad de sorción y la presencia de fugas del recinto, es trascendental que se introduzca la cantidad calculada del fumigante para reconocer que se ha alcanzado la concentración mínima requerida y lograr el control de la plaga objetivo. Esta cantidad deberá determinarse con la fórmula correcta, con dosis subletales algunos fumigantes pueden tener un efecto paralizante sobre las plagas mientras que otros no permiten que la plaga se recupere. Como los recintos pueden tener diferentes formas, calcular su volumen dependerá de la forma geométrica que más se aproxime a su forma real, y en todos estos casos, el volumen interno del recinto es el que debe tomarse en cuenta para la determinación la dosis de aplicación (formas y fórmulas de cálculo de volúmenes están disponibles en el Anexo C de este documento). Otro dato importante al momento de calcular la dosis es que se puede restar del volumen total del recinto, la capacidad volumétrica de los recipientes colocados en el interior de este que sean herméticos y que no absorban el fumigante.

7. Medición y registro. La medición y registro de la concentración del fumigante durante el periodo de exposición es necesaria, para comprobar que la concentración del gas empleado es la correcta y no se están presentando fugas o sorción en exceso, que provoquen la disminución de la cantidad del fumigante. Los datos deberán registrarse con la frecuencia conveniente para ser considerados confiables y establecer que se logró la dosis de la concentración requerida para el control de la plaga. Las mediciones de concentración también permiten conocer como está distribuido el fumigante y establecer si su dispersión fue uniforme o no durante el tratamiento y cuando sea posible realizar las correcciones respectivas.
 - i. Medición de la concentración del fumigante. Para determinar este parámetro se necesita de líneas de muestreo que se ubican a lo largo del recinto y en lugares donde se considere que sea difícil que llegue el fumigante. La cantidad adecuada de líneas de muestreo obedecerá al volumen y naturaleza del recinto, por ejemplo en las cámaras de fumigación se necesitarán de menos líneas de muestreo a diferencia de los recintos donde se dispone la carga bajo lona impermeable, por otra parte podrá utilizarse un mínimo de tres líneas de monitoreo para los primeros 300 m³ de producto, se pueden adicionar líneas de muestreo cuando se considere necesario en los productos básicos empacados de forma muy compacta o que sean difíciles de penetrar.

ii. Cálculo del producto (CT). Corresponde a la multiplicación de la concentración establecida por el tiempo estipulado para realizar la fumigación. Este valor (dosis de aplicación) puede ser calculado de formas diferentes. Para el cálculo del producto CT acumulado, pueden registrarse los valores del producto CT generados durante una serie de mediciones sucesivas durante todo el periodo de aplicación, considerando el intervalo de tiempo entre lecturas. Cuando las líneas de monitoreo proporcionan registros diferentes, entonces el valor del producto CT acumulado deberá calcularse con los valores de las lecturas mínimas observados.

8. Finalización de la fumigación. Terminado el periodo de tratamiento y una vez alcanzado el producto CT requerido, la temperatura y concentración mínima solicitada; en ese momento, se dará por terminada la aplicación. Cuando no se logre el valor CT mínimo se podrá realizar una extensión del periodo de fumigación o se permitirá la aplicación de más fumigante (para el caso de algunos fumigantes y condiciones previamente definidas como por ejemplo el bromuro de metilo). Algunas formas de comprobar el éxito de la fumigación se logran mediante una inspección o la realización de pruebas luego de la aireación del recinto, donde se observa la mortalidad de la plaga objetivo. En muchos casos puede ser necesario que pase un lapso largo de tiempo después de la fumigación antes de conseguir la mortalidad de la plaga con la eficacia determinada.

f) Sistemas para instalación de tratamiento

Los sistemas deben diseñarse, emplearse y muestrearse para garantizar la apropiada consecución de los parámetros de control, además de la protección de los productos básicos fumigados contra la infestación y contaminación cruzada después de haber concluido el tratamiento. La NIMF 43 indica que, la ONPF del país donde realiza o inicia el tratamiento tiene la responsabilidad de garantizar el cumplimiento de los requisitos de control del sistema.

1. Autorización de proveedores para tratamientos de fumigación. La Agencia tiene la responsabilidad de autorizar a los proveedores de tratamientos que así lo soliciten, aprobación que estará supeditada a la inspección de las instalaciones y al cumplimiento de requisitos solicitados en el check list respectivo (Anexo B) para garantizar que el lugar seleccionado cumple con la observancia de las obligaciones solicitadas, así como los proveedores avalen que son las necesarias para alcanzar la fumigación exitosa.

Los proveedores autorizados deben:

- Realizar capacitación sobre manejo de productos fumigantes
- Formación en procedimientos para la ejecución de la fumigación.
- Instrucción de cómo utilizar los equipos de protección personal.
- Todas estas capacitaciones deben llevarse a cabo dos veces al año.

En la actualidad en Ecuador los únicos fumigantes autorizados como medidas fitosanitarias son:

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

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	Edición No: 3
	Fecha de Aprobación: 29/01/2021
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Si a futuro se innovan o modifican tratamientos fitosanitarios de cuarentena que no se contemplen en el presente manual y que podrían ser implementados, entonces se procederá según lo dispone en el Artículo 2 de la Resolución 271 que ampara este documento legal y que dice: “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”.

Por otra parte la Agencia promulgó la Resolución 003 que corresponde "Protocolo de validación para tratamientos fitosanitarios de cuarentena y pre-embarque" cuya finalidad es establecer el procedimiento por el cual se analizará el reconocimiento de los tratamientos fitosanitarios que se propongan y que no consten en este manual, con la finalidad de autorizar su aplicación y validar su efectividad, siendo necesario contar con nuevas opciones de tratamientos fitosanitarios que permitan ampliar el rango de acción de vigilancia en los puntos de control para evitar el ingreso o dispersión de plagas reglamentadas de envíos de importación o exportación que se movilizan por ellos.

2. Monitoreo y auditoría. La Agencia realizará auditorías programadas a las instalaciones y a la ejecución de proceso de tratamientos como medida fitosanitaria. Los inspectores fitosanitarios o terceros autorizados por la Agencia con experiencia probada en este tema realizarán la verificación correspondiente, enfocándose en el diseño de los sistemas los cuales deben cumplir con todo lo que en este manual se indica, dando énfasis a los recintos, el proceso de ejecución de la fumigación y el producto básico a tratar. Las supervisiones deberán estar dirigidas a detectar falencias dentro del sistema y generar observaciones para corrección de las deficiencias encontradas en la ejecución del tratamiento.

Son responsabilidades de los proveedores registrados y autorizados por la Agencia las siguientes:

- Permitir el acceso de los funcionarios de la Agencia para realizar auditorías, aun cuando se realicen visitas sin previo aviso;
- Mantener un sistema de control y archivo de registro de tratamientos fitosanitarios realizados y permitir el acceso de los funcionarios de la Agencia a los mismos;
- Generar y presentar los planes de contingencia que se hayan adoptado en caso de observarse no durante la aplicación de un sistema de fumigación.

3. Prevención de la infestación después de la fumigación. Es responsabilidad del propietario del envío evitar la infestación y contaminación del producto fumigado después de haber terminado el tratamiento debiendo colaborar con el proveedor de la fumigación en cuanto al modo de conseguirlo, por lo que es necesario utilizar medidas preventivas como:

- i. Conservar el producto tratado en un lugar que esté libre de plagas;
- ii. Separar e identificar los productos fumigados de los productos sin tratamiento;
- iii. Enviar el producto tratado lo antes posible a su lugar de embarque o destino.

4. Etiquetado. La identificación del producto fumigado es importante para conocer información de, la identidad del producto básico fumigado, proceso y tratamiento recibido así como la plaga que fue objeto de control, la información registrada en la etiqueta deberá permitir revisar los números de lote fumigados, ubicación de las instalaciones donde se realizó el tratamiento, fecha de inicio y de terminación del tratamiento, temperatura a la que se realizó la fumigación, dosis del producto, producto fumigante usado así como la información de advertencia que denote que el fumigante utilizado es un producto químico peligroso, datos que proporcionarán la posibilidad de rastreo cuando se presenten envíos no conformes. Las etiquetas deben ser fácilmente identificables y estar ubicadas en lugares visibles.

g) Documentación

En los envíos de productos vegetales de exportación donde ha realizado tratamientos fitosanitarios con fumigantes, La Agencia tiene la responsabilidad de certificar que los proveedores de tratamientos empleen solo fumigantes autorizados. Es necesario registrar todos los procedimientos realizados y se mantengan los archivos para verificar la trazabilidad de los tratamientos (por ejemplo, anotaciones de las concentraciones del fumigante usadas, temperaturas reportadas durante los tratamientos, etc.). Para el caso de envíos de importación es necesario volver a revisar el numeral 1. Procedimiento para la aplicación de tratamientos fitosanitarios en envío de importación de la Sección 4.

1. Registros básicos de procedimientos. Estos deben permitir examinar y garantizar que los productos sujetos a la fumigación, son tratados metódicamente de conformidad con lo que se estipula en esta normativa. Se deberá anotar los controles del proceso, así como detallar los parámetros operativos requeridos para asegurar que se cumplen con los mismos, además de validar la observancia de las directrices emitidas, de esta manera los proveedores autorizados podrán mantener su permiso para efectuar tratamientos de fumigación como medida fitosanitaria ante la Agencia. Es importante también que el proveedor documente los procesos de calibración y de control de calidad de todos los instrumentos y equipos que utilice.

Los formatos con el detalle de los datos del tratamiento fitosanitario deberán contener la siguiente información:

- Instrucciones para la manipulación del producto que se va a fumigar antes, durante y después del tratamiento;
- Los parámetros críticos del proceso y los medios para medirlos;
- Calibración y registro de sensores para medición de temperatura y la concentración del fumigante, así como los sensores o medidores de humedad del producto y de la atmosfera interna del recinto;
- Planes de contingencia y acciones correctivas que se deban adoptar en caso de tratamientos fallidos o problemas que se presenten con los procesos críticos del tratamiento;
- Procedimientos para manejo de lotes rechazados;
- Etiquetado, establecimiento de formatos de registro y exigencias de documentación.
- Formatos que evidencien las capacitaciones al personal técnico y operativo.

2. Mantenimiento de registros. Aplica para todos los proveedores de tratamientos autorizados quienes deberán llevar registros de todos los tratamientos realizados y estos deben estar a disposición de la Agencia para efectos de auditoría, control o de rastreo. Los registros deben ser archivados y conservados por un año como medida fitosanitaria para permitir la trazabilidad. La información que debe disponer el registro de fumigación será la siguiente:

- Nombre del fumigante empleado;
- Identificación del lugar del tratamiento, tipo de recinto utilizado y la identificación del proveedor que efectúa la fumigación;
- Registro que pruebe la hermeticidad realizada al recinto (estanqueidad);
- Información del producto a fumigar y características sobre su contenido de humedad, presencia de corteza (cuando aplique), tipo de embalaje;
- Plaga reglamentada objetivo;
- Nombre de la persona natural o jurídica dueña de la mercancía;
- Número de lote a ser fumigado u otras marcas o características que permitan su identificación;
- Tamaño y volumen del lote, incluido el número de artículos o envases y tipo de producto vegetal;
- Fecha de aplicación y periodo de duración del tratamiento, así como el nombre del responsable técnico que supervisó la aplicación;
- Detalle de la colocación y número de líneas de monitoreo del gas utilizadas en el recinto durante el tratamiento;
- Campo para observaciones donde se deberá registrar cualquier anomalía durante el proceso de fumigación
- Campo para registro de la temperatura más baja del aire y/o de producto (cuando aplique)
- Registro de la humedad relativa y del producto (cuando aplique)
- Registro de dosis y concentración del fumigante, incluida la hora en la que se realizó la lectura de la toma de datos, pudiendo ser varias lecturas según el tratamiento y el fumigante utilizado
- Registro de volúmenes (dosis aplicada) de fumigante calculados y añadidos durante la fumigación (cuando aplique)

h) Inspección

La Agencia a través de su personal técnico o terceros autorizados deberá efectuar inspecciones para establecer el cumplimiento de los requisitos fitosanitarios de importación o exportación donde se consigne a la fumigación como medida fitosanitaria, si se detecta después de la fumigación plagas vivas distintas de la plaga objetivo por parte del personal técnico, se deberá suponer que la supervivencia puede corresponder a una falla en el tratamiento aplicado y considerar la posibilidad de emplear otras medidas fitosanitarias de ser necesarias.

i) Responsabilidad de la Agencia

La Agencia tiene la obligación de evaluar, aprobar y auditar la aplicación de la fumigación como medida fitosanitaria que realizan los operadores autorizados para tratamientos fitosanitarios y que ofrezcan este servicio para plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados, tal como lo indica el Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria.

4.1.2 Tratamiento con fosfina²

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

Características de la fosfina:

El fosforo de hidrógeno (PH₃) es emitido desde el producto sólido en presencia de humedad.

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 CO₂. **NUNCA** se debería usar agua para extinguir un fuego por ignición de PH₃.

El fosforo de hidrógeno es incoloro, a concentraciones bajo el LEP (Límite de Exposición Profesional) 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 (PH₃) 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. 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

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

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 con fosfina:

- 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.

a) 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 fumiscopio.

b) Seguridad

i. Requisitos para el aplicador

El aplicador deberá estar presente, y será responsable por el proceso de fumigación. Debe mantener contacto visual y de voz con todos los operadores 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 tabletas o pastillas de fosfina en un solo recinto o su equivalente de pellets o placas cuya concentración del producto sea de 33% de ingrediente activo

Cuando se utilice placas, estas no deberán estar en contacto una con ni con el producto básico.

Los empaques de fosforo de aluminio y de magnesio se deben almacenar en lugares frescos, secos, bajo llave, ventilados en áreas protegidas.

Nunca permita que el agua entre en contacto con el fosforo de aluminio o fosforo 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 PH₃ 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 al personal operativo entrenado conducir la fumigación bajo la supervisión de un aplicador técnico autorizado.
- Asegurar la disponibilidad en el sitio de un equipo de primeros auxilios, hoja de seguridad del producto, y etiquetas del fumigante.
- Señalar el área a ser fumigada y un área que se extienda 9,14 metros más allá del recinto de fumigación – (Avisos de fumigación)
- Se debe trabajar en parejas, un mínimo de dos personas debe 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 Fosforo 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 fosforo de aluminio y fosforo de magnesio, o en su forma gaseosa ya diluida debe haber un equipo de respiración autónoma disponible en el sitio.

La lenta evolución de la fosfina desde el fosforo de aluminio y fosforo 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) (Tabla 1)
- Cuando la concentración es desconocida.
- Se está verificando una posible fuga.

Se debe entrenar a los operadores 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.

Tabla 1

Concentraciones de fosfina y el uso de equipos 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



Figura 1 Tipos de mascarillas fullface que se utilizan como equipo de protección personal para evitar efectos nocivos en las vías respiratorias de los operadores

c) Dosificación

La tasa de dosificación de fosforo de aluminio y fosforo de magnesio se mide en gramos por m³ 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.

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

- Tasa de dosificación = la tasa de dosificación del esquema de tratamientos (gramos)
- Volumen del recinto=largo x ancho x alto (m³)
- Gramos de fosfina liberado depende del producto

Tabla 2

Presentaciones comerciales registradas de las formulaciones de fosfina

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

Paso 1: gramos de fosfina (PH₃) = (tasa de dosificación X Volumen del recinto en m³)

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

d) Fumigación de carga a granel

La carga a granel que se descargada de una nave, vagón, contenedor o carro de ferrocarril puede ser fumigada cubriendo los pallets, cajas o la misma 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 fumar 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

❖ Superficie impermeable

- Para fumar 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 fuma sobre las cubiertas, embarcaderos y muelles, se debe comprobar si hay grietas, agujeros, y tapas que permitan que el gas de fosfina escape. Hay que sellar todas las grietas, agujeros, tapas y cubiertas con papel asfáltico o un cobertor 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 estén 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
- 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 m³
- 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 impermeable al fumigante, 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.

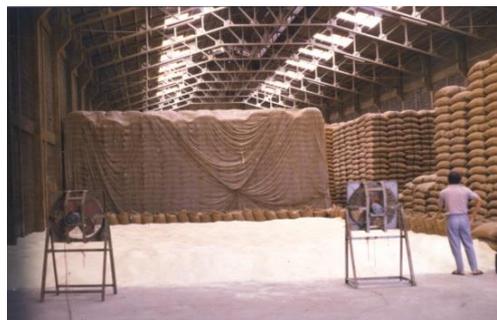


Figura 2 Gráfico que muestra una pila de carga cubierta con cobertores plásticos impermeables a la fosfina para realizar el tratamiento fitosanitario.

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 al abrir el envase el gas escapa a presión y puede hacer ignición.

Para evitar la exposición de la persona al gas, y del que gas pueda generar a una llama, asegúrese de que cuando abra la tapa, esta no apunte hacia la cara de la persona que la abre y tomar en cuenta además 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 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.

No es necesario colocar tabletas en la parte superior del apilamiento o en los espacios entre las bolsas, cuando las tabletas o pellets se coloquen en las bandejas, es importante estar seguro de que están uniformemente distribuidas (**en una sola capa**) y no muy agrupadas. 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 durante la fumigación porque están cubiertas de los residuos de las tabletas o pellets que quedaron más en la superficie del montón.



Figura 3 Operador calificado y protegido con su respectivo EPP, procediendo a colocar el fumigante en un recipiente para ser introducido en un recinto encarpado.

❖ 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.

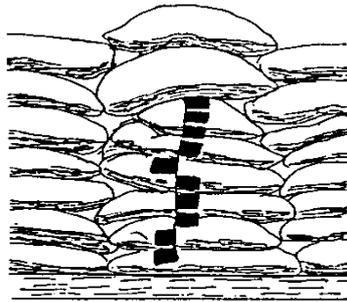


Figura 4 Esquema de como colocar las bosas, sachets o cadenas con fosfina con respecto a la mercadería

❖ 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.

❖ 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, 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 encargar 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 impermeables deben tener un mínimo de 0.006 milésimas de espesor (6 micras) de grosor.

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.

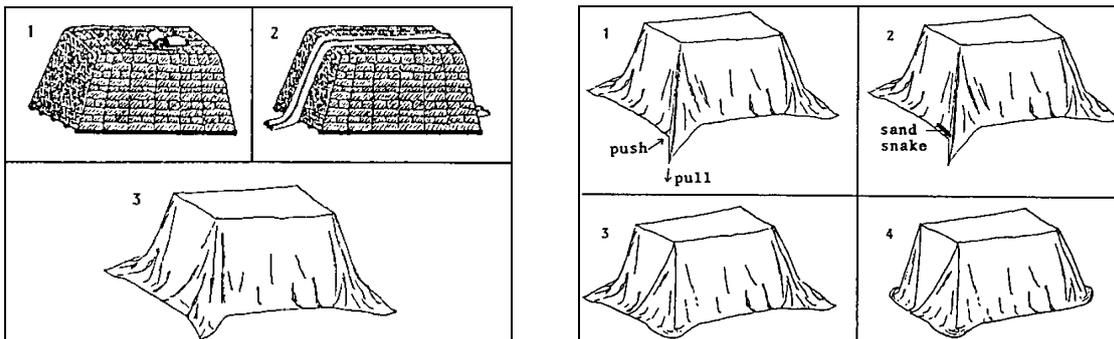


Figura 5 A la izquierda se muestra como se puede colocar una estructura (culebras de arena) y producir más espacio para la fumigación y disminuir el riesgo de rasgar la lona impermeable. En las imágenes de la derecha se indica como se realiza los dobleces en las esquinas empleando culebras de arena para evitar que se escape el fumigante en recintos encarpados. Nota: 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 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 m³.

Ubique los tubos de muestreo de gas es 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 m³ 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 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 (hacer referencia al literal b) seguridad, subliteral ii. Almacenaje y manejo donde se detalla los EPP que deben usar los operadores calificados)

- 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 fumigar, este debe ser revisado para fugas usando los equipos.

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.

Figura 6. Presentación de equipo para medir concentraciones de fosfina y varias indicaciones de como realizar lecturas.

Las concentraciones de fosfina dentro del recinto se miden a:

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

f) Fumigación de carga en contenedores

Los contenedores requieren pequeñas cantidades de fosfina por lo cual el fosforo de aluminio y el fosforo 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.



Figura 7 Colocación de culebras de arena en la parte inferior y al contorno de un contenedor para evitar fugas de fumigante durante la fumigación.

❖ 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
- 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:

Cuando se va a tratar una gran cantidad de grano u otro producto a granel, es necesario investigar 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.



Figura 8 Gráfico donde se muestra la introducción de fumigante en carga a granel, *Nota:*

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 m²) 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 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 pellets 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)

Tabla 3

Tolerancia a los residuos de fosfina (ppm) y periodos mínimos de aireación (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	0 a 1 hora
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.

i) Disposición de los residuos de fosforo de aluminio y magnesio

Cuando finaliza el tratamiento con fosforo 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. 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

Tabla 4

Dosis, Tiempo de exposiciones y temperaturas para insectos de la Familia Bruchidae y Prosthephanus truncatus (Coleoptera Bostrichidae).

DOSIS (gr/m ³) 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

Tabla 5

Dosis, Tiempo de exposiciones y temperaturas para insectos de la Familia Bruchidae

DOSIS (gr/m ³) 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

❖ Varios productos

Tabla 6

Fumigación en otros productos

Producto	Plaga	Dosis	Tiempo	Temperatura (°C)
Algodón	Picudo del algodonero (<i>Anthonomus grandis</i>)	1.27 g/m ³	72 horas	10
Arroz	Ácaro de la panícula del arroz (<i>Steneotarsonemus spinki</i>)	4.8 g/m ³	72 horas	10

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Edición No: 3

Fecha de Aprobación: 29/01/2021

PROCESO: SANIDAD VEGETAL
**SUBPROCESO: CONTROL
FITOSANITARIO**

Hortalizas* aplicación con placas de fosforo de magnesio, previamente hidrolizada.	Esparragos (<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Thrips palmi</i> , <i>Elasmopalpus sp.</i> , <i>Spodoptera sp.</i> , <i>Heliothis sp.</i>)	2.5 g/m ³	24 horas	12 - 15
Flores y tallos cortados de ornamentales ** aplicación con placas de fosforo de magnesio en contenedores	Especies de la familia Thripidae y Tetranychidae	2.31g/m ³	17 - 24 horas	3 - 4
Frutos como carozos (damascos, duraznos, nectarinos) y pomáceas (manzanas), aplicación directa de placas de fosforo de magnesio al contenedor o en cámaras de fumigación empleando Speed Box Degesch	<i>Pseudococcus viburni</i>	1,5 – 2,0 g/m ³	24 horas	0
		1,5 – 2,0 g/m ³	6 horas	16
Frutos, cítricos (limones, tangerinas), aguacates, y ciruelas. Para control de estados de ninfa y adulto, aplicar placas de fosforo de magnesio directo en contenedores o en cámaras de fumigación empleando Speed Box Degesch	<i>Pseudococcus viburni</i>	2,3 g/m ³	24 horas	0*
Tabaco para exportación	<i>Lasioderma serricome</i>	0.71 g/m ³	144 horas	20
Uva de mesa para control de estados de ninfa y adulto, utilizando placas de fosforo de magnesio directo en contenedores o cámaras de fumigación empleando Speed Box Degesch	<i>Pseudococcus viburni</i>	2,3 g/m ³	24 horas	0*

Nota: Manual de Tratamientos de USDA; * Ensayos de la empresa DETIA® Degesch en hortalizas.

La información de frutas frescas, así como de uva de mesa fue recopilada de las etiquetas del producto comercial placas Degech.

*Temperatura de la pulpa

** Ensayo de validación de tratamiento de fumigación con fosforo de magnesio en ornamentales con placas Degesch, realizado por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoon sanitario junto con la empresa FUGRAN 2020.

4.1.3 Fumigación con bromuro de metilo (BM)

a) Situación del Bromuro de metilo en el país

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 país 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.

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 (CH_3Br) es un fumigante incoloro, sin olor e ininflamable. Por esta razón en ciertos casos se le agrega un 2% de cloropicrina o tricloro-nitrometano (CCl_3NO_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 recomendable revisar frecuentemente mangueras, tubos y accesorios de acero inoxidable, de latón, de teflón y de polietileno como medida de seguridad.

Tabla 7

Propiedades físico-químicas del bromuro de metilo.

Fórmula	CH ₃ Br
Peso molecular	95 gr
Punto de ebullición	3.6 °C
Volumen específico a 30 °C a (1 atm)	0,256 m ³ /kg
Peso específico (gas) [aire = 1.0]	3.40
Densidad del gas a 30 °C (at 1 atm)	3.908 kg/m ³
Presión de vapor a 30 °C	2.5 atm
Factor de conversión, g/m³ a ppm (a 30 OC, 1 atm)	260
Límites de inflamabilidad en el aire (% v/v)	13.5-14.5.
Solubilidad en agua (v/v)	3.4
Peso específico a 30 °C, 60%R.H. (liquido, kg/L)	1,7
Umbral límite:	5 ppm (0.02 g/ m ³)

Nota: 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 m³, 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 9).

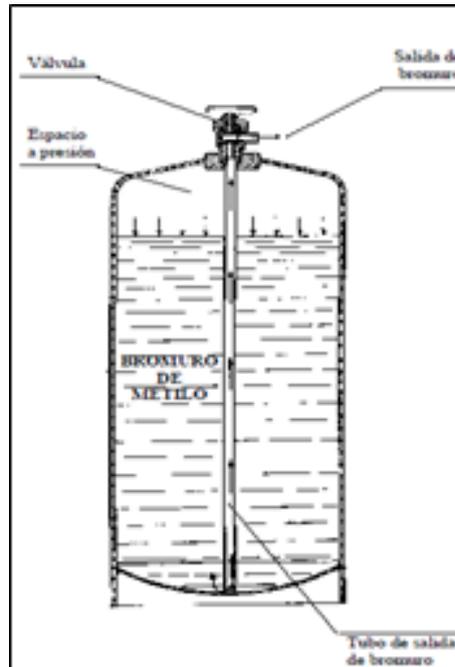


Figura 9 Esquema del cilindro de bromuro de metilo.

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/cm² (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 (arvences) 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.

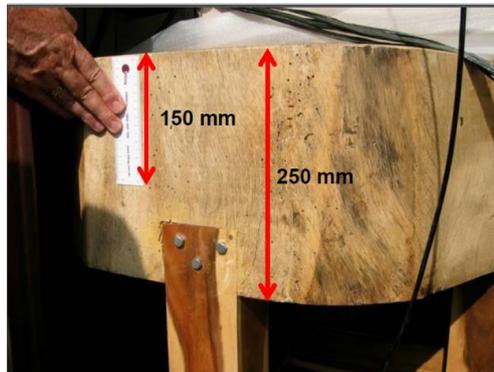


Figura 10 Esquema que muestra el grosor de la madera y la penetración del bromuro de metilo.

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 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 la 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 lo 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 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 pre embarque, 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.

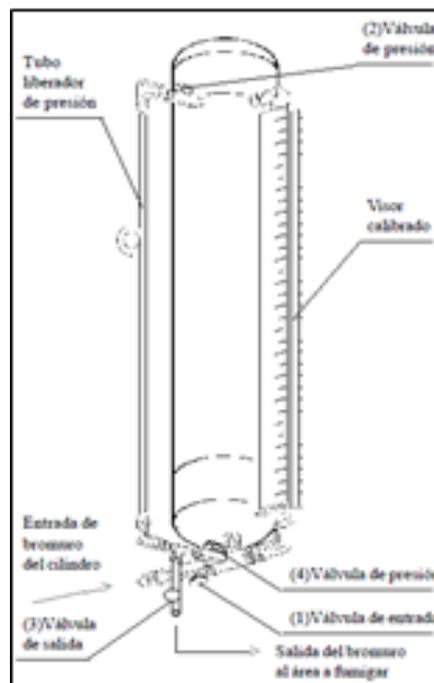


Figura 11 Esquema del dosificador para bromuro de metilo.

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.



Figura 12 Fotografía de un 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, burbujear 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, enrollado en un recipiente con un mínimo de 60 litros de agua. La temperatura del agua no debe bajar de 65.5 °C.

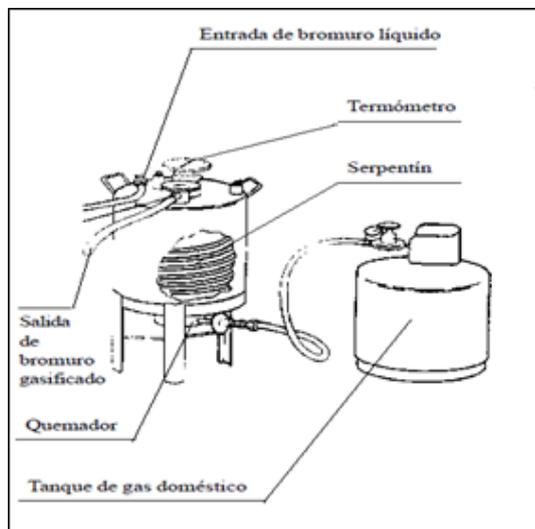


Imagen 13 Esquema de las partes de vaporizador para aplicación de bromuro de metilo

❖ 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 (estanqueidad) 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 m³, usar 2 ventiladores axiales (de aspas) uno por cada 70 m³. Para fumigaciones de 140 a 210 m³, agregar un tercer ventilador en la parte superior media del arrume, dirigido hacia atrás. Para fumigaciones de 210 a 280 m³, agregar un cuarto ventilador, en el piso cerca del centro del arrume y dirigido hacia el frente. Volúmenes de 280 a 700 m³, pueden requerir hasta 7 ventiladores para obtener una buena circulación y cuando se requiera fumigaciones mayores de 700 m³ 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/m³ 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 m³ /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 condición, 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 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.



Figura 14 Gráfico donde se muestra 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
- 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 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.

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Edición No: 3

Fecha de Aprobación: 29/01/2021

PROCESO: SANIDAD VEGETAL**SUBPROCESO:** CONTROL
FITOSANITARIO

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 m³/minuto, con adaptación para conectar los ductos y poder realizar la extracción del gas.
- 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/m³. 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 mínima aceptable será de 16 g/m³ a la media hora y de 12 g/m³ 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 fumar, 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.



Figura 15 Revisión de fugas con dispositivo electrónico de altas concentraciones



Figura 16 Fotografía de equipo electrónico para detectar de fugas 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, examine si el cartucho tiene daños
- Extienda las correas completamente
- Ajuste las correas para asegurar la máscara
 - o Inferior primero
 - o Laterales después
 - o 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:
 - o Calzado con recubierto de acero
 - o Vestimenta de alta visibilidad
 - o 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 a 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.

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.

Tabla 9

Productos que no se deben fumigar con bromuro de metilo

Producto	Observaciones
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	Nunca se debe exceder la dosis recomendada y los periodos de exposición para alimentos o productos alimenticios.

compuestos de azufre reactivo; f. Harina de hueso	
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.

Nota: 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 entonces estas deben 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/m² o cinco (5) perforaciones de 5 mm de diámetro /m²; por otra parte, las envolturas plásticas que disponen de múltiples agujeros (al menos 6 agujeros /cm²), 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

 	
MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	Edición No: 3
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	Fecha de Aprobación: 29/01/2021
	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

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 ³)	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



- ◆ 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.

Figura 17 Tabla informativa de tratamientos con BM.

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/m³).

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:

- ❖ 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 esos 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/m³ por cada rango de 5°C que descienda la temperatura ambiente tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 10

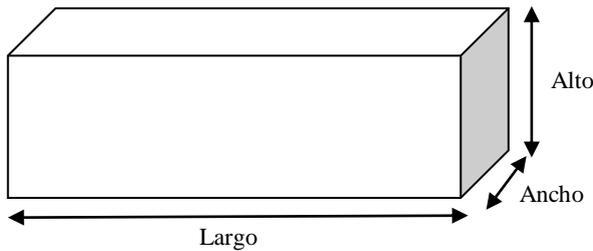
Ajustes en la dosis de aplicación de bromuro de metilo en función de la temperatura.

Tasa de dosis determinada	Temperatura mínima pronosticada	Observaciones	Dosis ajustada
48g/m ³	21°C	No se aumenta la dosis calculada	No aplica
48g/m ³	Entre 20°C y 16°C	Aumento de 8g/m ³	56g/m ³
48g/m ³	Entre 15°C y 11°C	Aumento de 16g/m ³	64g/m ³
48g/m ³	10°C	Aumento de 24g/m ³	72g/m ³
48g/m ³	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.



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

Figura 18 Esquema de un contenedor y fórmula para calcular del volumen.

v. Cálculo la dosis

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

$$\text{Volumen del recinto} \times \text{Tasa de dosis requerida} = \text{Dosis}$$

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:

$$\text{Dosis} \div 0.98 = \text{Dosis final}$$

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

Tabla 11

Concentraciones requeridas de bromuro de metilo para controlar varias plagas.

PLAGA/PRODUCTO	CONCENTRACIÓN REQUERIDA
Caracol gigante africano	128 g/m ³ a 21°C por 24 horas a presión atmosférica normal

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	Edición No: 3
	Fecha de Aprobación: 29/01/2021
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Gorgojo Khapra	80 g/m ³ por 48 horas con una concentración mínima de 24 g/m ³ luego de 24 horas a PAN (presión atmosférica normal)
Plagas de productos almacenados de importancia cuarentenaria	32 g/m ³ a 21oC por 24 horas a PAN
Madera (para construcción)	48 gr/m ³ a 21oC por 24 horas a PAN

Nota: Norma DAFF para fumigación con bromuro de metilo – Versión 2.1 – agosto 2013

Un documento que puede aportar con más información sobre dosis para la fumigación con bromuro de metilo puede ser el Manual de Tratamientos Cuarentenarios del USDA o cualquier otro documento técnico avalado por el AFAS del gobierno australiano.

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 m³ 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 m³, la sonda debe ser colocada en la parte central superior de los bienes dentro del recinto a ser fumigado.

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

Figura 19 Información sobre disminución de la concentración de bromuro de metilo en el tiempo. *Nota:* Manual de Fumigación con bromuro de metilo según Norma de la DAFF

❖ Distribución de sondas de monitoreo

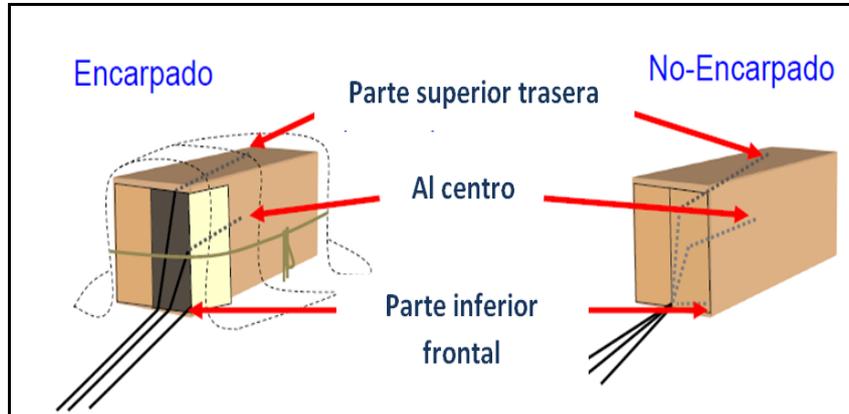


Figura 20 Esquemas de distribución de sondas de monitoreo en contenedores. Nota: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según la Norma de la DAFF

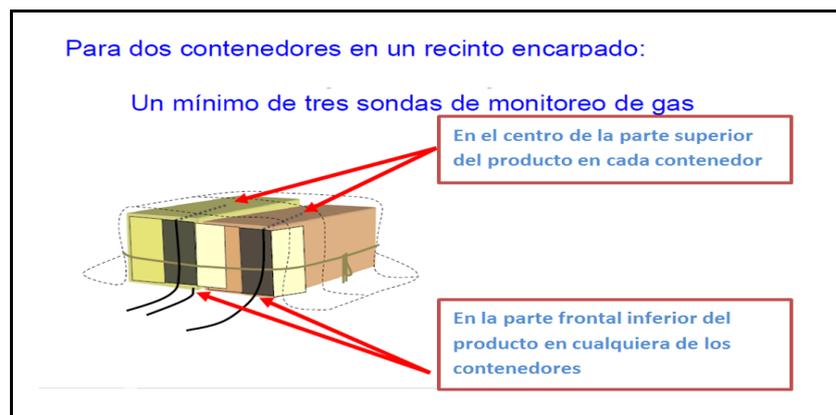


Figura 21 Distribución de sondas de monitoreo en recintos encarpados. Nota: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según la Norma de la DAFF

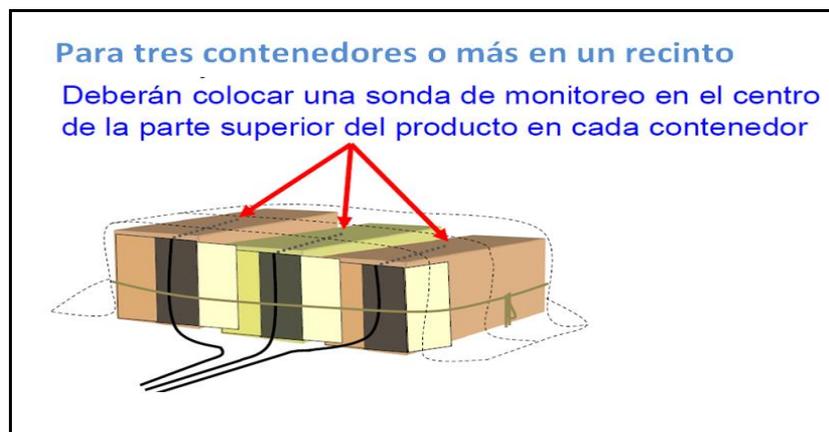


Figura 22 Distribución de mangueras de monitoreo en 3 recintos encarpados. Nota: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según la Norma de la DAFF

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	Edición No: 3
	Fecha de Aprobación: 29/01/2021
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

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.



Figura 23 Disposición de mangueras de monitoreo en contenedores. Nota: 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:

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

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

Figura 24 Gráfico donde se muestra como calcular el equilibrio del sistema

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 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/m³
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.

l) 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 ³	40 g/m ³	48 g/m ³	56 g/m ³	64 g/m ³	72 g/m ³	80 g/m ³	88 g/m ³	128 g/m ³	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	27.2	34	40.8	47.6	54.4	61.2	68	74.8	108.8	
	> 1 hr 70% o más de la dosis inicial	24	30	36	42	48	54	60	66	96	
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 = Concentration estándar
B = Concentration mínima para permitir compensación
C = Concentration máxima de compensación

Figura 25 Tabla con valores para monitoreo de bromuro de metilo.

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)

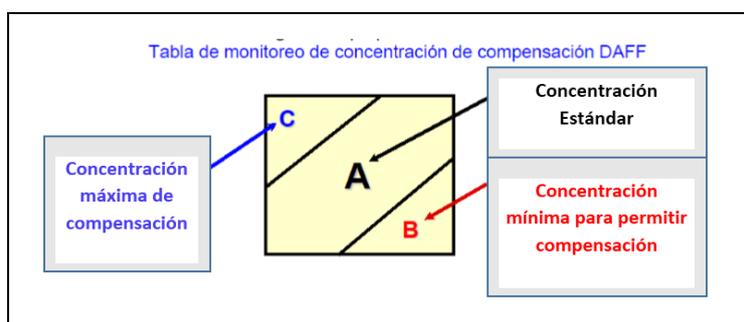


Figura 26 Gráfico que muestra el criterio para determinar la concentración de compensación

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 altamente 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

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Edición No: 3

Fecha de Aprobación: 29/01/2021

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

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

Hours	Retention	Concentraciones Estándar Requeridas (g/m ³)													
		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 ³ bajo el Estándar de Concentración.					- 8g/m ³ bajo el Estándar de Concentración								
La concentración máxima que permite compensación es:		+ 5g/m ³ por sobre el Estándar de Concentración					+ 8g/m ³ 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 granos enteros, entonces el Estándar Mínimo de Concentración requerido debe redondearse hacia arriba, al número entero más cercano.															

Figura 27 Fotografía que muestra tabla monitoreo de concentración de compensación de bromuro de metilo según 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/m³ 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.

$$\text{Concentración estándar} - (\text{Valor promedio real de las Lecturas tomadas} \times \text{índice de corrección (1.6/1000)}) \times \text{volumen del recinto calculado (m}^3\text{)}$$

Enseguida, un ejemplo:

Se ha fumigando un volumen de 280 m³ de troncos de encino para exportación, la concentración estándar considerada a las 24 horas debe ser de 240 g/m³, pero la concentración observada corresponde a 160 g/m³. Para establecer cuánto gas se necesita

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	Edición No: 3
	Fecha de Aprobación: 29/01/2021
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

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 g/m^3) X ($1.6/1000$) X (280 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.
- 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.

Se describen los puntos críticos del proceso de fumigación que se deben tomar en cuenta para garantizar una fumigación exitosa:

- i. 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
- ii. Temperatura del producto vegetal sea superior a 10 grados centígrados.
- iii. Inyección de bromuro de metilo en estado gaseoso, observar que el evaporador (vaporizador) este a una temperatura igual o mayor a 65°C para lograr que el gas se difunda fácil y completamente.
- iv. Cumplir con la tasa de dosis fijada por la Agencia para la aplicación de bromuro de metilo para el control de las plagas reglamentadas.
- v. Detección y sellado de posibles fugas (considerando el uso de detector de haluros)
- vi. 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.
- vii. 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.

Eventualmente el desalojo del gas de bromuro de metilo que se encuentra como remanente en recintos encarpados (por ejemplo, arrumes o pilas con productos básicos fumigados) deben ventilarse de forma segura para minimizar el peligro de exposición, siendo importante que el personal en el área de riesgo esté protegido, debiéndose tomar todas las medidas de seguridad que se indican en el presente manual.

En contenedores encarpados corresponde levantar y enrollar las puntas de la carpa evidenciando que se encuentren debidamente aseguradas, es importante tomar en cuenta que la fumigación con bromuro de metilo en contenedores NO encarpados siempre se deberá realizar única y exclusivamente con el proceso de recaptura de bromuro de metilo.

A manera informativa, 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 en recintos encarpados tales como arrumes, pilas o contenedores encarpados.

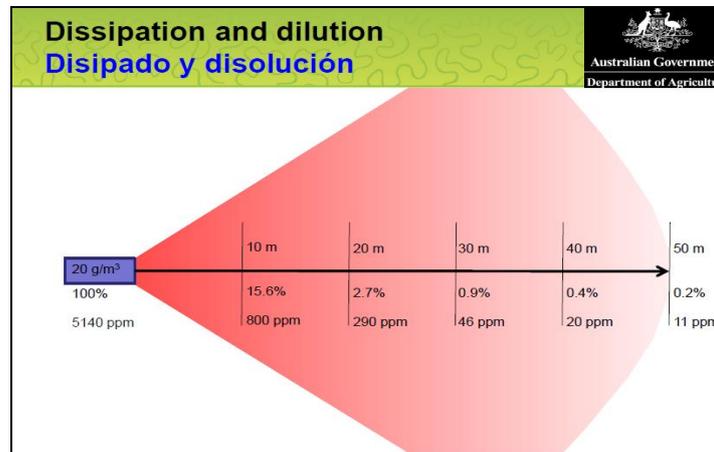


Figura 28 Gráfico que muestra la disipación y dilución del bromuro de metilo al momento de la aereación. Nota: Manual de Fumigación con bromuro de metilo según Norma de la DAFF

Se debe comprobar que el recinto esté libre de niveles tóxicos de gas, siendo 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 y será un requisito obligatorio dentro del proceso de fumigación en contenedores con bromuro de metilo como tratamiento fitosanitario y pre embarque.

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.

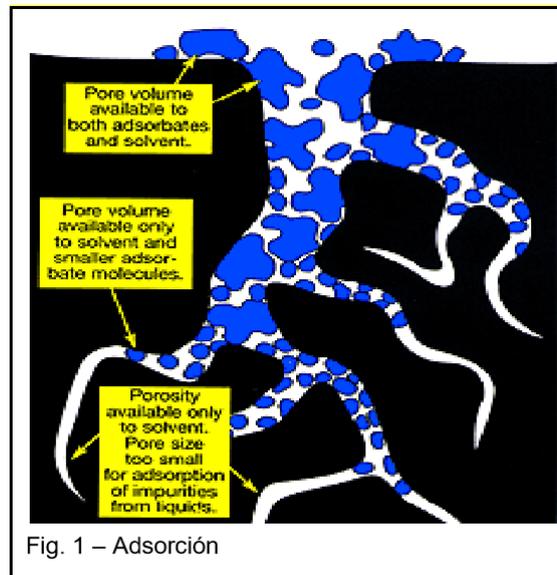


Figura 29 Diagrama que muestra la captura el bromuro de metilo por el carbón activado

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:

- 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

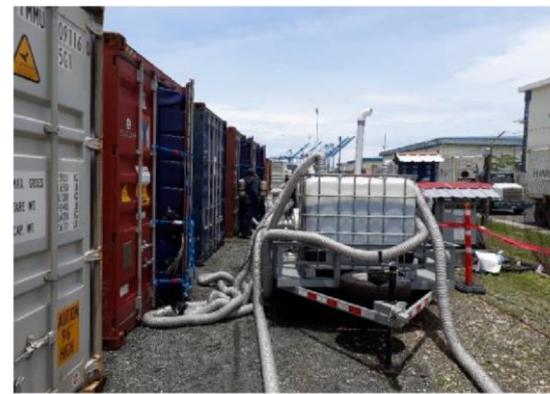
diseñar o disponer de equipos que aseguren la captura del fumigante en un rango mayor al 99% sobretodo en contenedores secos y otros de recintos autorizados cuando se requiera.

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

Carpas



Contenedores secos



Cámaras fijas



Figura 30 Fotografías de varios tipos de recintos donde se puede aplicar bromuro de metilo.

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.

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,
- iii. autorizados por el Sistema Australiano para Acreditación en Fumigación (AFAS) para brindar el servicio de fumigación con bromuro de metilo como tratamiento fitosanitario bajo

- iv. 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.
- v. 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 Zoosanitario 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.

4.1.4 Tratamiento de desinfección

4.1.4.1 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 resistentes 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.

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.

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.

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:

Tabla 12

Tratamientos de inmersión en varios productos vegetales

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 rosal 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 rosal (*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 tridactyla*), pudrición ácida (*Aspergillus sp.*), pudrición del fruto del aguacate (*Diplodia sp.*),

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Edición No: 3

Fecha de Aprobación: 29/01/2021

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL
FITOSANITARIO

podrición morena (*Monilinia fructicola*), podrición negra de la vid (*Guignardia bidwellii*), podrición negra del fruto (*Alternaria citri*), podrición 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.

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 mildiús pulverulentos.

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*

4.1.4.2 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 objetivos considerados plagas cuarentenarias.

Los patógenos involucrados en la transmisión por semilla pueden estar asociados 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. Tabla 13

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*.

❖ **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 <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/Equivalencias-tratamientos-AGC-2020-20.pdf> donde el usuario puede ingresar y consultar los tratamientos equivalentes.

4.2 Tratamientos Físicos

4.2.1 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 montacarga. 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 hidrogenfrío 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 microbiana 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 asegurar 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 hidrogenfrío. 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 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.

- 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 pallets 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.

❖ 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.

❖ 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.

4.2.2 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 Alimentarius³⁰). 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.

4.2.2.1. 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;

- 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.

4.2.2.2 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.

4.2.2.3. 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

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.

4.2.2.4 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).

4.2.2.5. Aprobación de las instalaciones para 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: 3

Fecha de Aprobación: 29/01/2021

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.

SECCIÓN 6: Anexos
Anexo A. Formulario de registro para tratamiento de fumigación con bromuro de metilo

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

FORMATO DE REGISTRO PARA TRATAMIENTO DE FUMIGACIÓN CON BROMURO DE METILO										
ANEXO A.										
I. Detalles del trabajo										
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					
II. Detalles de la fumigación										
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		Apilamiento encarpado		Dimensiones del recinto						
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Largo		Ancho		Altura		
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
Presurización probada del contenedor		Cámara		Volumen						
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
Tiempo de descompresión segundos										
Tasa de dosis requerida			Tiempo de exposición			Temperatura mínima pronosticada		Tasa de dosis usada		
g/m ³			hrs.			°C		g/m ³		
Dosis calculada		Cloroptricina		Dosis aplicada		Hora de finalización de aplicación y dosis observada				
gr		%		gr		gr				
III. Lecturas de concentración										
Fase		Estandar	Lecturas de sondas de monitoreo por localización					Cálculo de equilibrio	Dosis de compensación	
		g/m ³	1	2	3	4	5		%	
Comienzo									%	
Durante el fumigado									%	
Término									%	
Comentarios										
IV. Ventilación										
TVL inicial ppm			Fecha y hora			2da TVL ppm		Fecha y hora		
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
V. Responsables										
Nombre			Firma			Oficial de cuarentena (si existe supervisión)				
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>				
Aprueba:		SI <input type="checkbox"/>		NO <input type="checkbox"/>		Formulario de Inspección #:				
Observaciones										



MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	Edición No: 3
	Fecha de Aprobación: 29/01/2021
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

Anexo B Formulario para habilitación de sitios destinados para tratamientos fitosanitarios y fumigar con bromuro de metilo en contenedores y encarpados

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

FORMULARIO PARA HABILITACIÓN SITIOS DESTINADOS PARA TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS Y FUMIGAR CON BROMURO DE METILO EN CONTENEDORES Y ENCARPADOS

Características	Nivel	Puntaje	Calificación	Observaciones
INFRAESTRUCTURA				
1 Verificar que el sitio destinado para la fumigación se encuentre alejado de lugares de alta concurrencia de personas o animales o/y de tránsito público, en al menos en 50 metros a la redonda.	O	3		
2 Confirmar que se dispone de un área exclusiva para la fumigación que restringa el acceso a personal no autorizado y solo permita el ingreso de personal operativo calificado, responsable técnico de la fumigación y a los técnicos o personal autorizado de la Agencia debidamente equipados o protegidos.	O	3		
3 Constatar 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 el ingreso o consumo de alimentos, utilizar equipos de protección personal (señalética)	I	2		
4 Evidenciar que el piso del lugar donde se lleve a cabo la fumigación sea impermeable al fumigante y no presente grietas, canales o sea poroso, debiendo ser uniforme, liso y nivelado para evitar fugas.	O	3		
5 Constatar que se utilice una carpa o película plástica de grosor de 600 micras o menos cuando el piso sea poroso; con grietas o no sea encementado para evitar fugas, misma que debe estar colocada antes de comenzar la fumigación	O	3		
6 Constatar que cuando la fumigación sea en un lugar cerrado; el techo y paredes no deben presentar rajaduras, aberturas, agujeros, hendiduras o que se encuentren deteriorados	I	2		
7 Verificar que en caso de observar rajaduras, hendiduras o agujeros en sitios cerrados, estos se encuentren sellados completamente.	I	2		
8 Si la fumigación será en encarpados (arrumes o contenedores), confirmar que el cobertor plástico (carpa) tenga las siguientes características: lona de polietileno de baja densidad, carpa sin enmendaduras o parches, transparente (de preferencia) y con grosor de 0,006 milésimas de pulgada o menor	O	3		
9 Evidenciar que el sitio de fumigación de contenedores o recintos encarpados, no exista drenajes o grietas al menos en un metro (1) al contorno de lugar escogido	O	3		
10 Confirmar que las instalaciones del sitio de fumigación sean amplias y seguras para colocar los equipos y materiales necesarios para realizar el tratamiento así como para señalar y delimitar el recinto de fumigación	I	2		
11 Verificar que las instalaciones del sitio de fumigación brinden todas las facilidades de iluminación natural o artificial que permita: la toma y registro de lecturas de monitoreos de las concentraciones de gas, presión y temperatura	I	2		
12 Asegurarse que el sitio escogido para la fumigación no este expuesto a rafagas de vientos que puedan afectar todo el proceso de fumigación	R	1		
13 Revisar que el sitio seleccionado para la fumigación facilite la aereación natural o permita colocar ventiladores o extractores de aire para cumplir este fin (aereación).	O	3		
14 Verificar que el sistema de ventilación o extracción de fumigante este operativo	O	3		
15 Verificar que los accesos de entrada y salida al sitio de fumigación esten libre de obstáculos	R	1		
16 Comprobar que el sitio proporcione acceso a suministro de energía eléctrica para operar ventiladores y equipos eléctricos para medir concentraciones (fumiscopio)	O	3		
17 Comprobar que las conexiones eléctricas se encuentren en buen estado para evitar descargas y/o posibles conatos de incendios	I	2		
18 Constatar que las conexiones eléctricas tengan polo a tierra y ubicadas convenientemente	I	2		
19 Verificar que no se use generadores de combustión interna, salvo en situaciones de emergencia	I	2		
20 Disponer de suministro de agua para lavado en caso de derrames de bromuro de metilo (en estado líquido), o para proporcionar agua al vaporizador o para atender emergencias en casos de primeros auxilios.	I	2		
21 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		
22 Confirmar que en el sitio se disponga de extintores cargados contra incendios y estos esten disponibles durante el tratamiento	I	2		
23 Comprobar la existencia de un botiquin de primeros auxilios, disponibilidad del nombre y dirección de un médico ocupacional; así como debe existir un manual de primeros auxilios	I	2		
24 Procedimiento a seguir en caso de emergencia donde se incluya los números telefónicos del centro de salud más cercano.	I	2		
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 y recepción de Equipos de Protección Personal a los visitantes	R	1		
Coordenadas geográficas				
X	Inf.	x		
Y	Inf.	x		
Z	Inf.	x		
Parámetro	Item	Puntaje	Puntaje total	Puntaje aprobación
Obligatorios	10	3	30	30
Importantes	13	2	26	14
Recomendados	3	1	3	1
TOTAL			59	45

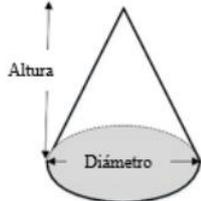
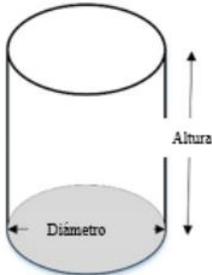
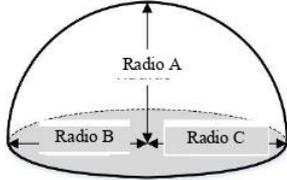
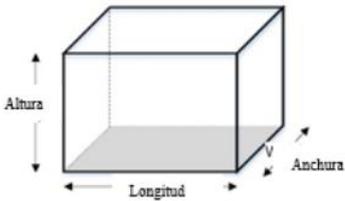
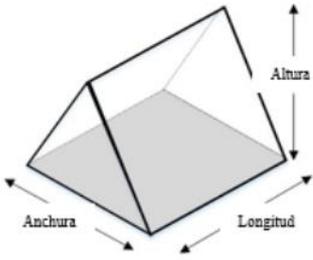


sembramos
Futuro

Lenin



Anexo C Fórmulas para calcular el volumen de cuerpos geométricos

Tipo de forma geométrica	Estructura geométrica	Fórmula para calcular el volumen
Cono		$Volumen = \frac{\pi \times Radio^2 \times Altura}{3}$
Cilindro		$Volumen = \pi \times Radio^2 \times Altura$
Cúpula†		$Volumen = \frac{2 \times \pi \times Radio A \times Radio B \times Radio C}{3}$
Prisma rectangular		$Volumen = Longitud \times Anchura \times Altura$
Prisma triangular		$Volumen = \frac{Longitud \times Anchura \times Altura}{2}$

† La fórmula utilizada proporciona solamente un volumen aproximado.

Fuente: NIMF 43 Requisitos para el uso de la fumigación como medida fitosanitaria

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>NUMERAL 3.2 Definiciones y abreviaturas, se adiciona los términos culebra de arena, ignición.</p> <p>Se incluye en la SECCIÓN abreviaturas las palabras AFAS, DAFF, y PAN; y se elimina los códigos AC, MTC y PC.</p> <p>SECCIÓN 4, NUMERAL 4.1.1 tratamiento con fosfina,</p> <p>Literal <i>c) Seguridad</i>, sub-literal i, se añade la frase “por la Agencia”, en el en el sub-literal ii se cambia la palabra pellet por tabletas o pastillas, en este mismo sub-literal se suprime la frase “no sometidas a temperaturas extremas”</p> <p>Literal <i>d) Dosificación</i>, se actualiza el cuadro de formulaciones registradas para fosfina en Ecuador.</p> <p>PASO 5 cubrir o encargar la carga: se corrige la dimensión mínima que debe tener una lona de fumigación.</p>	21-03-2019	Ing. Ronald Méndez

	<p>Literal g) <i>Fumigación de granos a granel</i>: se reemplaza la palabra sondeo por investigar.</p> <p>Literal i) <i>Disposición de los residuos de fosforo de aluminio</i> donde se elimina la frase en Ecuador</p> <p>Literal j) <i>Esquemas de fumigación con fosfina</i> se añade la descripción de varios productos donde se emplea fosfina en tratamientos fitosanitarios</p> <p>SECCIÓN 4.1.2 Fumigación con bromuro de metilo (BM)</p> <p>Reemplazo en el literal a) Situación del Bromuro de metilo en el Ecuador, se reemplaza la palabra Ecuador por país</p> <p>Se adicionan los siguientes literales en esta sección con sus respectivos contenidos:</p> <p>e) Hermetización del recinto y distribución del gas, f) Requisitos generales y de infraestructura, i) Evaluación de las características de sorción del objeto a fumigar; en este literal también además se añade la tabla de los productos que presentan inconvenientes al momento de ser fumigados con bromuro de metilo.</p> <p>j) Penetración del fumigante,</p> <p>k) 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.</p> <p>l) Compensación del fumigante</p> <p>o) Captura de bromuro de metilo,</p> <p>p) Término de la fumigación,</p> <p>s) Responsabilidades del proveedor del tratamiento fitosanitario con BM, t) Aprobación y certificación del tratamiento fitosanitario con bromuro de metilo.</p> <p>Se elimina el literal n) Sanciones</p> <p>En la SECCIÓN 6. Anexos, se adjunta los Anexos A Registro de tratamiento de</p>		
--	--	--	--

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Edición No: 3

Fecha de Aprobación: 29/01/2021

PROCESO: SANIDAD VEGETAL

SUBPROCESO: CONTROL
FITOSANITARIO

	fumigación con bromuro de metilo y Anexo B Formulario para habilitación de sitios de fumigación con bromuro de metilo como tratamiento cuarentenario.		
21-03-2019	<p>Envío de tabla de responsabilidades al final del documento y se agrega la Sección 8 con esta información.</p> <p>Adición del técnico Ing. Ronald Méndez en el cuadro de elaboración.</p> <p>Actualización de la localidad de las Direcciones y Coordinación General de Sanidad Vegetal.</p> <p>Actualización de la tabla de contenidos.</p> <p>Reemplazo de la definición de sorción con lo que indica la NIMF 43.</p> <p>Adición de la definición de Desorción y Recintos encarpados.</p> <p>En abreviaturas se incluye el término LEP.</p> <p>Modificación en el numeral 3.2 Alcance, la eliminación el último párrafo</p> <p>En la sección 3.4. Base Legal se incluye la NIMF 43, Requisitos para el uso de la fumigación como medida fitosanitaria, Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Vegetal y Resolución 003 Protocolo de validación para tratamientos fitosanitarios de cuarentena y pre-embarque.</p> <p>En este mismo numeral se amplía la información legal de la LOSA y del Reglamento General de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria.</p> <p>Actualización de la Dirección de Coordinación General de Sanidad Vegetal colocando la ubicación de actual de Tumbaco, así como los números telefónicos vigentes.</p> <p>Adición en la Sección 4 la palabra Tratamientos Fitosanitarios y la siguiente numeración con la respectiva información técnica de los siguientes numerales: 4.1. Tratamientos Químicos; 4.1.1 Fumigantes como medida fitosanitaria; Información sobre</p>	29-01-2021	Ing. Ronald Méndez

	<p>tratamientos en 4.1.2 Tratamiento con fosfina; se corrige la palabra “fumiscopio” por error de digitación en la página 21. Se adiciona tabla 6, Fumigación en otros productos donde se detalla la aplicación de placas Degesch en varios productos agrícolas.</p> <p>4.1.3 Fumigación con bromuro de metilo (BM), 4.1.4 Tratamiento de desinfección; 4.1.4.1 Tratamientos de inmersión de plantas en pesticidas; 4.1.4.2. Desinfección de semillas; 4.2 Tratamientos Físicos; 4.2.1 Tratamiento hidrotermico; 4.2.2 Irradiación; 4.2.2.1 Eficacia; 4.2.2.2 Aplicación; 4.2.2.3 Medidas de seguridad fitosanitaria en la instalación que ofrece el tratamiento; 4.2.2.4 Etiquetado; Aprobación de las instalaciones para tratamiento de irradiación.</p> <p>Adopción de normas APA (American Psychological Association) para tablas y figuras de este documento.</p> <p>Se actualiza línea gráfica de Anexo A. Registro de tratamiento de fumigación con bromuro de metilo y Anexo B. Formulario para habilitación de sitios de fumigación con bromuro de metilo como tratamiento fitosanitario.</p> <p>Se adjunta Anexo C Fórmulas para calcular el volumen de cuerpos geométricos.</p>		
--	---	--	--

MANUAL DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	Edición No: 3
	Fecha de Aprobación: 29/01/2021
PROCESO: SANIDAD VEGETAL	SUBPROCESO: CONTROL FITOSANITARIO

SECCIÓN 8. Tabla de responsabilidades

Elaboración de actualización - Gestión de Control y Seguimiento Cuarentenario Vegetal

Nombre	Cargo	Cédula	Firma
Ing. Ronald Méndez	Analista Control y Seguimiento Cuarentenario Vegetal	1710054774	 Firmado electrónicamente por: RONALD TOMAS MENDEZ CHARRO

Revisión Técnica Coordinación General de Sanidad Vegetal

Área	Nombre	Cargo	Cédula	Firma
Dirección de Vigilancia Fitosanitaria	Ing. Verónica Tipán	Directora (E)	1716284136	 Firmado electrónicamente por: VERONICA DE LOS ANGELES TIPAN BELTRAN
Dirección de Certificación Fitosanitaria	Ing. Daniela Cerón	Directora (E)	1715903637	 Firmado electrónicamente por: DANIELA PAOLA CERON
Dirección de Control Fitosanitario	Ing. Verónica Manrique	Directora (E)	1711318384	 Firmado electrónicamente por: VERONICA SALOME MANRIQUE AGUIERA

Aprobación de Coordinación General de Sanidad Vegetal

Coordinación General de Sanidad Vegetal	Ing. Mónica Gallo	Coordinadora (E)	1720269925	 Firmado electrónicamente por: MONICA ANDREA GALLO
---	-------------------	------------------	------------	---