

Manual de Sistemas
Cuarentenarios para
Plagas Agrícolas
2016

D2

Fosfina, un fumigante seguro y eficaz

Ing. Agr. M.Sc. Carlos A. Orlando

El contenido de este capítulo ha sido provisto por el o los autores arriba mencionado/s. La EEAOC no es responsable de las opiniones aquí vertidas.



ESTACIÓN EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOBRES
Tucumán | Argentina

Universidad Nacional de Tucumán
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
SECRETARÍA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Introducción

La demanda mundial de alimentos por parte de las distintas economías regionales y globales, requieren a diario el envío de cantidades crecientes de alimentos y/o productos secos, frescos, o procesados a distintos países, con la condición excluyente de que los mismos,

- No contengan plagas ni enfermedades propias de sus lugares de origen.
- No presenten residuos tóxicos, mas allá de los LMR (límites máximos de residuos) permitidos
- Cuyos procesos productivos, minimicen el riesgo de contaminación ambiental.

Tal circunstancia, no solo involucra a aquellos productos llamados primarios como cereales, oleaginosas, y sus productos o subproductos derivados, sino también, importantes volúmenes de frutas frescas, hortalizas y flores de corte.

Estos productos, además de satisfacer nuestras necesidades alimentarias, también forman parte de la dieta de muchos insectos plagas que los atacan sistemáticamente, ocasionando cuantiosas pérdidas y daños, no solo durante su ciclo de cultivo a campo, sino también durante la poscosecha, el almacenaje o el transporte de los mismos.

Tanto los depósitos de almacenamiento de productos alimenticios, plantas de empaque y/o procesamiento de frutas o vegetales, molinos harineros, y fábricas de pastas, son ambientes aptos para el desarrollo y la reproducción de insectos, los que pueden propagarse rápidamente, al adaptarse a las mas diversas condiciones, ambientales, climáticas y alimenticias.

No observar la presencia de insectos adultos vivos sobre un determinado producto vegetal destinado a la exportación, no constituye en absoluto una garantía de la sanidad del mismo, ya que en condiciones favorables, aún unos pocos individuos que estuvieran presentes en el estado de huevo, pueden multiplicarse rápidamente en muy cortos períodos de tiempo.

Afortunadamente hoy, existen tratamientos químicos que pueden ser usados para el control de estos insectos y dentro de ellos, los más efectivos e inocuos, son los tratamientos con gases fumigantes.

Los gases fumigantes, son los únicos capaces de penetrar y eliminar todos los estadios de desarrollo de una plaga, de una manera eficaz, sin dejar residuos tóxicos que puedan ser objetables, ni modificar las propiedades organolépticas de los productos fumigados.

La FOSFINA es el fumigante que cumple actualmente en forma satisfactoria con todas las exigencias mundiales de Inocuidad y Ausencia de Residuos Tóxicos sobre todos los productos fumigados.

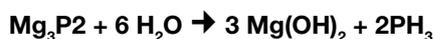
Qué es la Fosfina

La Fosfina, (PH₃) Fosfuro de hidrógeno, Trihidruro de fósforo o fosfamina, es un gas inorgánico muy venenoso, algo más pesado que el aire (densidad = 1,21 g/m³), que puede ser generado a temperatura ambiente, por hidrólisis del fosfuro de Aluminio o del fosfuro de Magnesio (Fosfuros Metálicos) al ser expuestos a la humedad del aire atmosférico, según se indica en las siguientes reacciones químicas:

Ecuación de hidrólisis del fosfuro de aluminio



Ecuación de hidrólisis de fosfuro de magnesio



Propiedades físicas

- Punto de ebullición: - 87,4 ° C.
- Solubilidad: insoluble en agua y casi insoluble en grasas
- Color: incoloro
- Olor: sin olor en estado puro, o de olor alíaceo, o similar al carburo de calcio en las formulaciones comerciales.

Propiedades químicas

- La fosfina, posee un elevado coeficiente de miscibilidad en el aire, propiedad que le confiere un gran poder de difusión y penetración sobre los distintos productos fumigados, mezclándose rápidamente con el aire de la atmosfera circundante.
- No produce cambios en la apariencia externa, ni reacciona químicamente con los productos tratados, y no altera en ningún caso, las propiedades organolépticas de los mismos, ni el poder germinativo de las semillas fumigadas destinadas a futuras siembras.

- Reacciona en altas concentraciones con metales nobles como el oro la plata y también con el cobre o sus aleaciones, razón por la cual, durante la fumigación de recintos vacíos, deben aislarse preventivamente, las instalaciones eléctricas y retirarse todos los equipos electrónicos allí ubicados.
- No reacciona con el aluminio metálico y por esta razón ,se comercializa el producto comercial en envases de aluminio.

Los Fosfuros Comerciales

Los Fosfuros metálicos, Fosfuro de Aluminio o de Magnesio, se presentan comercialmente en forma de:

- Pastillas de 3 gramos → liberan 1 gramo de fosfina cada una.
- Pastillones de 3 gramos → liberan 1 gramo de fosfina cada uno.
- Comprimidos de 0,6 gramos → liberan 0,2 gramos de fosfina cada uno (5 comprimidos equivalen a 1 pastilla o pastillón).
- Placas de 117 gramos → liberan 33 gramos de fosfina cada una.

Mientras el producto fumigante se mantenga dentro de su envase original, no existe ningún riesgo de alteración en su composición química, ni de generación de gas, conservando la calidad y pureza de sus componentes originales de fabricación.

Las pastillas o pastillones a temperaturas ambientes mayores a 5°C y en contacto con la humedad del aire, comienzan a disgregarse lentamente, liberando inicialmente dióxido de carbono y amoníaco a partir del carbamato de amonio, presente en la formulación y cuyo propósito, es diluir la fosfina generada y absorber el calor de la reacción de hidrólisis, que es fuertemente exotérmica.

El amoníaco liberado actúa además, como gas de alarma, dando cuenta al personal operativo afectado, sobre el inicio de la descomposición del fosfuro metálico y sobre la generación de fosfina.

Las pastillas fumigantes, modifican su aspecto exterior a medida que se descomponen; cambiando de un color gris-verdoso, brillante, a un color verde mate, de aspecto rugoso, y más tarde blanquecino. La textura se vuelve quebradiza, aumentando

el volumen original y quedando al final de la descomposición como único residuo, un polvillo gris (hidróxido de aluminio) sustancia totalmente inerte.

La generación del gas, comienza recién al cabo de las primeras 2 horas durante dicho lapso, las pastillas o comprimidos permanecen fríos, merced a que el calor producido por la hidrólisis del fosfuro metálico (reacción exotérmica), es absorbido por la descomposición del carbamato de amonio (reacción endotérmica).

El fosfuro de aluminio, de uso muy generalizado, en granos y mercaderías almacenadas, cuando es expuesto al aire y según la temperatura y humedad reinante, tarda entre 48 y 72 horas en descomponerse.

El fosfuro de magnesio, al ser una molécula mas reactiva, se hidroliza mucho más rápidamente, y en 48 horas la liberación es total.

En condiciones normales (20 °C y 60 % de humedad relativa), el fosfuro de aluminio desde el inicio de la reacción, libera aproximadamente un 40% de la fosfina total contenida, durante las primeras 24 horas, en cambio el fosfuro de magnesio, libera un 75% del contenido total, en el mismo lapso

Mercaderías que son fumigadas con fosfina

Existen actualmente algo más de 400 productos y subproductos, tanto de origen vegetal, como animal, que son efectivamente fumigados con fosfina, entre los que se pueden citar:

- Productos a granel: Cereales (trigo, cebada, centeno, avena, maíz, sorgo, arroz), leguminosas (porotos, maní, arvejas, lentejas, etc.), girasol, mijo lino, malta, cacao en bruto, pellets, maderas, fibras de algodón, etc.

Estos productos pueden ser fumigados en instalaciones fijas y medios de transportes terrestres o marítimos, siempre y cuando se respeten las normativas y restricciones vigentes, para las fumigaciones en tránsito.

- Productos embolsados: harina, sémola, frutas y vegetales secos, hierbas aromáticas, especias, chocolate, nueces, cacao, café, pastas alimenticias, tabaco en fardos y otros productos elaborados (quesos, jamones).

Los envases contenedores, deberán ser permeables

al gas, (films plásticos con menos de 100 micrones de espesor). Se puede aplicar estos tratamientos tanto en depósitos herméticos como bajo carpas plásticas, siempre que estas sean de más de 100 micrones de espesor.

- Locales vacíos debidamente hermetizados, como depósitos de tabacos procesados, molinos harineros, fábricas de productos alimenticios, etc.

- Celdas y silos de almacenaje de granos tanto vacíos como llenos, bodegas de barcos, etc.

Aspectos a considerar para lograr una buena fumigación

Para obtener óptimos resultados en una fumigación, se deben tener en cuenta algunos aspectos teóricos fundamentales como son

1. Dosis o concentración
2. Tiempo de exposición
3. Capacitación del Personal Operativo

1. Dosis o concentración:

Dependen de los siguientes factores:

- Forma de almacenaje (tipo y estructura de almacenamiento)
- Plaga a controlar
- Temperatura

El conocimiento y la evaluación del tipo de estructura de almacenamiento a fumigar resultan fundamentales para establecer el grado de hermeticidad que esta posee, al momento de determinar la dosis de fumigante a utilizar.

Cuando se fumigan mercaderías a granel, las dosis se calculan por tonelada, en cambio cuando son mercaderías estibadas o locales vacíos, las dosis se calculan por metro cúbico de espacio.

Generalmente, los silos y celdas de hormigón, por sus características constructivas, son mucho más herméticos que los silos metálicos.

Para acondicionar y mejorar el sellado y la hermeticidad, de las instalaciones a fumigar, se pueden utilizar distintos materiales disponibles en el mercado como ser, películas de polietileno, cintas adhesivas de papel impermeables a los gases, siliconas acéticas y espumas de poliuretano expandibles

Algunas Plagas de Post-cosecha de granos controladas con fosfina.

Nombre común	Nombre científico	Granos y subproductos atacados
Gorgojo de los granos	<i>Sitophilus granarius</i> *	trigo, cebada, maíz, sorgo, arroz, harinas
Gorgojo grande del cultivo	<i>Sitophilus zeamais</i> *	trigo, cebada, maíz
Gorgojo del arroz	<i>Sitophilus oryzae</i> *	trigo, cebada, maíz, sorgo, arroz, harinas
Gorgojo del café	<i>Araecerus fasciculatus</i> *	maíz, girasol, café
Gorgojo del poroto	<i>Acanthoscelides obtectus</i> *	poroto, arveja
Carcoma dentada	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> **	trigo, cebada, maíz, sorgo, arroz
Carcoma grande	<i>Tenebroides mauritanicus</i> **	trigo, cebada, maíz, arroz, harina, galletas
Carcoma achatada	<i>Laemophloeus minutus</i> **	trigo, cebada, maíz, sorgo, arroz, harinas
Carcoma del tabaco	<i>Lasioderma serricorne</i> **	tabaco, poroto, harinas
Taladrillo de los granos	<i>Ryzopertha dominica</i> *	trigo, cebada, maíz, sorgo, arroz, harinas
Tribolio castaño	<i>Tribolium castaneum</i> **	trigo, cebada, maíz, sorgo, arroz, girasol, poroto, arveja, lenteja, harinas
Tribolio confuso	<i>Tribolium confusum</i> **	trigo, cebada, maíz, sorgo, arroz, girasol, poroto, arveja, lenteja, harinas
Palomita de los cereales	<i>Sitotroga cerealella</i> *	trigo, cebada, maíz, sorgo, arroz
Polilla de la harina	<i>Ephestia kuehniella</i> **	trigo, cebada, maíz, sorgo, arroz
Polilla de la fruta seca	<i>Plodia interpunctella</i> **	trigo, cebada, maíz, harinas, galletitas, frutas secas
Ácaro de la harina	<i>Acarus siro</i>	trigo, cebada, maíz, girasol, harinas
Ácaro	<i>Glyciphagus domesticus</i>	trigo, cebada, harinas
Ácaro	<i>Tyroglyphus grioti</i>	trigo, cebada, girasol

* Insectos de Infestación Primaria

** Insectos de Infestación Secundaria

Para la fumigación de camiones o vagones de ferrocarril, donde generalmente se dispone de poco tiempo y la hermeticidad no está asegurada, se recomienda el uso de comprimidos de fosforo de aluminio o fosforo de magnesio (de liberación más rápida), cubriendo siempre la mercadería con carpas de lona o films de polietileno.

El tipo de plaga presente es importante, no sólo por la clase primaria o secundaria sino por el grado de infestación. Así, insectos como la Palomita de los cereales son menos resistentes que la Trogoderma del grano.

Respecto a los ácaros, es una plaga que en condiciones adversas entra en un estado de hipopus muy resistente, por lo que se recomienda aumentar un 20% la dosis y en 10 días el tiempo de exposición, a fin de que abandone dicho estado y pueda ser controlado en su fase migratoria.

Para temperaturas superiores a 25 °C en el interior de la mercadería, las dosis pueden disminuir; en cambio por debajo de 5 °C, no es recomendable realizar fumigaciones.

Dosis:

Cantidad de producto (pastillas, comprimidos, etc.) por tonelada o metro cúbico.

Concentración:

Cantidad de gas (Fosfina) expresados en gramos por metro cúbico en la totalidad del recinto a fumigar o PPM del gas presentes en un metro cúbico de aire.

En condiciones de laboratorio, 1 gramo de fosforo de aluminio o de magnesio puede liberar 700 ppm de fosfina pura (= 0,7 g/m³); sin embargo, en condiciones reales de uso, durante una fumigación, solo alcanzará unas 400 ppm, debido a las fallas de hermeticidad y a la descomposición ocasionada por la luz solar.

La concentración mínima requerida para lograr la total mortandad de todos los estadios de las plagas de insectos debe ser de 100 ppm durante un tiempo no menor a las 120 de exposición.

2. Tiempo de exposición:

Es la cantidad de horas en la que la mercadería o espacio a tratar, esta expuesto a la totalidad del gas y depende de los siguientes factores:

- Temperatura y humedad relativa ambiente

- Clase de mercadería
- Plaga a controlar

Cuanto más elevada sea la temperatura y humedad, más rápido se produce la liberación del gas.

El tiempo de exposición teórico varía según la temperatura, de la siguiente manera:

A más de 25 °C → 3 días como mínimo

de 25 a 16 °C → 3-4 días

de 15 a 10 °C → 5 días

de 9 a 5 °C → 10 días

menos de 5 °C → no se deben realizar fumigaciones

Un tiempo de exposición superior al recomendado es más beneficioso para el tratamiento, no así uno inferior.

Un aumento en las dosis de uso recomendadas, no puede ser considerado bajo ningún aspecto, como una forma de reducir los tiempos de exposición necesarios para lograr el efectivo control de los insectos presentes.

En toda fumigación, se procura lograr y mantener una alta concentración del gas durante un tiempo de exposición mínimo y suficiente.

3. Capacitación del Personal Operativo:

Es fundamental realizar la capacitación de los operarios afectados a estas operaciones, en forma permanente y periódica a fin de lograr un óptimo resultado en las fumigaciones.

El personal operativo, debe aprender y manejar a la perfección parámetros tales como: dosis de uso, concentraciones, aspectos técnicos inherentes a la distribución o aplicación del producto, identificación de los tipos y clases de insectos presentes, uso correcto de los elementos de protección personal y normas internacionales para el manejo seguro del producto.

Normas de Seguridad

La fosfina, por su extremada toxicidad, debe ser empleada por personal técnico debidamente capacitado, el que deberá tener presente todas las precauciones y recomendaciones de seguridad para el manejo de sustancias tóxicas.

Los envenenamientos pueden presentarse por dos causas típicas

- inhalación involuntaria de los gases de Fosfina generados
- ingestión voluntaria del fosforo de Aluminio o de Magnesio,

La fosfina actúa como veneno neurotóxico bloqueando importantes sistemas enzimáticos dentro de las células del organismo. Sin embargo, prácticamente no es absorbido a través de la piel.

En seres humanos y mamíferos no se han observado envenenamientos crónicos.

La utilización de productos fitosanitarios debe hacerse bajo estrictas normas de seguridad.

El manipuleo seguro no es difícil, pero se debe cumplir con ciertos aspectos y tener responsabilidad y criterio para prevenir y reducir la sobre exposición de seres humanos y animales.

Almacenar el producto en lugares seguros, frescos, ventilados, cerrados bajo llave, alejados de fuentes de calor y humedad excesiva y fuera del alcance de los niños y personas inexpertas.

No comer, beber ni fumar durante el manipuleo y aplicación del producto. Leer íntegramente la etiqueta antes de utilizar el producto. Luego del trabajo, lavarse con abundante agua y jabón, todas las partes del cuerpo expuesta al contacto del producto.

Solicite asesoramiento técnico a un Ingeniero Agrónomo para su adquisición. Los envases deben ser originales y estar debidamente etiquetados según las reglamentaciones vigentes y no se deben fraccionar.

Los operarios previamente a la fumigación deben desalojar el recinto donde se realizará el trabajo y aquellos colindantes, verificar la hermeticidad de los sellados y procurarse de máscara y filtro específico, que si bien la demora en la liberación da suficiente tiempo para la aplicación sin esos elementos, siempre son necesarios por cualquier urgencia.

En el momento de la fumigación, los operarios deben estar de a dos como mínimo, sin perder contacto visual en ningún momento.

En los lugares a fumigar, deben colocarse carteles visibles de aviso y advertencia, para evitar el ingreso de personas no habilitadas. Los trabajos de aplicación del producto deben iniciarse desde el

lugar más alejado de la salida y con la cantidad de operarios necesaria para finalizar las tareas dentro del período de seguridad del producto.

El producto debe ser distribuido de tal manera que el aire pueda circular libremente entre las pastillas o comprimidos, a fin de que la descomposición sea completa.

En caso de aplicar en estibas de bolsas bajo cubierta plástica, es recomendable colocar el producto sobre bandejas planas de papel o cartón, bien distribuidas bajo las estibas, sin que se toquen unas a otras y sin que toquen la cubierta plástica.

Si se debe aplicar con lancetas sobre mercaderías a granel, es recomendable distribuir las clavando la lanceta a diferentes alturas, evitando la aglomeración de pastillas. En el caso de silos, distribuir el producto en la vena del cereal, a medida que ingresa al silo, según dosis y rendimiento de carga.

La ventilación se realiza abriendo todas las aberturas del recinto o por ventilación forzada, ingresando al lugar equipado con máscara full-face o panorámica y filtro específico para Fosfina, siempre y cuando la concentración del gas sea inferior a 15 ppm. Si es superior, se debe ingresar con equipo autónomo.

No reocupar el lugar fumigado antes que la concentración de Fosfina haya descendido por debajo de 0,1 ppm (valor MAC = concentración máxima en el lugar de trabajo); se puede verificar la concentración con los tubos detectores de Fosfina, que miden por rangos de por ejemplo 0,1 a 100 ppm (Baja) y de 50 a 2000 ppm (Alta).

En el caso de haber colocado el producto sobre bandejas, el polvillo resultante de la descomposición debe ser desactivado, debido a que quedan retenidos cristales de fosforo de aluminio (1%) o Fosforo de magnesio (0,1-0,2%). La metodología es simple y sencilla.

Se debe preparar una solución desactivante con agua y detergente al 2% (4 tazas de detergente por cada 120 litros de agua) en un recipiente adecuado, hasta unas pulgadas del borde.

Luego se debe verter lentamente el polvillo, revolviendo hasta mojarlo completamente. Se debe dejar reposar 24 horas y se elimina en un vertedero de basura u otro sitio habilitado por la autoridad sanitaria.

El líquido de desactivación no es contaminante y este

procedimiento hay que realizarlo en lugares abiertos con la respectiva protección respiratoria.

El Fosforo de aluminio o magnesio parcialmente descompuesto, es considerado peligroso ya que continúa liberando activamente fosfina.

En estos casos deben colocarse en un lugar abierto al aire libre y dejar que complete la descomposición para posteriormente desactivar el residuo.

Con los envases vacíos se procede al triple lavado y se eliminan en un basurero sanitario habilitado o se deriva a empresas habilitadas para su destrucción por incineración controlada.

La Fosfina, un Fumigante Seguro

La fosfina es considerada como un fumigante seguro por las siguientes características y propiedades particulares que se detallan a continuación.

- Ofrece seguridad al usuario, ya que se conoce el tiempo que debe transcurrir para que se inicie la descomposición del fosforo y la generación de fosfina y, además, el olor característico del amoníaco sirve como gas de alarma.

Sin embargo, resulta necesario el uso de los elementos de protección respiratoria (máscaras y filtros específicos) una vez iniciada la reacción.

- No es inflamable, debido a que, una equilibrada composición de la fórmula química, cuya calidad y pureza son garantizadas por estrictas normas internacionales de fabricación, permiten que el carbamato de amonio presente en la mezcla, utilice el calor generado por la reacción química, para liberar amoníaco y dióxido de carbono que actúan in situ, como gases inertes que evitan la inflamación espontánea de la fosfina.
- No produce, ni durante, ni en forma posterior a la fumigación, ningún proceso de transformación química sobre los productos fumigados ni afecta a los consumidores de los mismos, ya que no deja residuos tóxicos, ni olores extraños en la mercaderías tratadas.
- No altera las propiedades organolépticas de los productos fumigados.
- No afecta el poder germinativo de las semillas destinadas a siembra, incluso las mejora.

- No altera la estructura ni la composición química de las vitaminas presentes en los productos fumigados

- No afecta la capa de ozono

Nuevos usos de la fosfina. Situación actual y perspectivas futuras

1. Antecedentes:

Tradicionalmente, la fosfina se ha utilizado en el control de insectos en granos almacenados. Sin embargo, ha comenzado a tener nuevos usos en frutas frescas, madera y flores. Es así como durante el 2005, se aprobó el Protocolo Chile-México, el cual valida el tratamiento de fosfina en frutas de carozo y pomáceas para el control de “chanchito blanco” – *Pseudococcus viburni*-.

Los nuevos usos, van de la mano con el cuestionamiento que está teniendo el bromuro de metilo.

Específicamente, derivado del Protocolo de Montreal, se estableció un programa de reducción de uso en las aplicaciones al suelo, no así en las fumigaciones cuarentenarios con bromuro de metilo 100%. Sin embargo, su cuestionamiento se mantiene y esto abre oportunidades para desarrollo de nuevas alternativas de tratamientos cuarentenarios.

Para poder ofrecer tratamientos alternativos en base a fosfina, sobre otros productos vegetales, ha sido necesario el desarrollo de nuevas tecnologías de generación y aplicación del fumigante, de manera de lograr reducir al máximo, el excesivo tiempo necesario para la hidrólisis de los fosforos.

Es así como nacen las siguientes tecnologías de aplicación:

- Generador de Fosfina Degesch (GFD): permite la inyección de fosfina pura, en la concentración deseada, en el tiempo cero.
- Speed Box: permite la inyección de fosfina pura, en la concentración deseada, al cabo de 5 horas.

Además, fue necesario el desarrollo de nuevas formulaciones, libres de carbamato de amonio, que evitaban el efecto fitotóxico de éste componente.

Degesch de Chile Ltda., en su interés por aportar soluciones alternativas a la problemática de las exportaciones de productos, ha determinado las siguientes áreas con necesidad de investigación y desarrollo:

- Frutas frescas: pomáceas, carozos, uva de mesa, cítricos, paltas y frutas tropicales.
- Maderas: tanto en bruto como procesadas.
- Flores de corte: rosas, claveles, crisantemos y otras.

A continuación se presenta una recopilación de antecedentes de la situación actual y perspectivas futuras en dichos nichos. En el sentido de poder concretar y validar Protocolos de Fumigación, que sean reconocidos internacionalmente y, en especial, por los países donde se distribuyen nuestros productos. Además, se presenta la forma bajo la cual se han aprobado Protocolos en Chile; lo que puede servir de guía para el resto de los países.

Degesch de Chile Ltda. Cuenta actualmente con modernos equipos para la medición continúa de las concentraciones fosfina logradas, los que han sido desarrollados y construidos acordes a las necesidades específicas de uso de la mencionada empresa y capaces de monitorear las concentraciones, durante todo el tiempo que dure la fumigación.

De esta manera, es posible proporcionar a los organismos fiscalizadores en forma instantánea los registros cronológicos de las concentraciones logradas durante la fumigación. Razón por la cual las perspectivas futuras de nuevos usos de fosfina son más que alentadoras.

2. Situación actual de la fumigación de frutas:

Uno de los principales problemas que plantea la fumigación de frutas frescas con fosfina, es la temperatura a la cual se debe efectuar el tratamiento. Usualmente, ésta debe estar en torno a los 0° C. y como es sabido, el metabolismo de los insectos a esa temperatura es sumamente bajo, lo que podría dificultar el control de: huevos y estados juveniles o adultos .de insectos

Adicionalmente, se deben cumplir tiempos mínimos de exposición relativamente largos de 72 hrs a concentraciones de 300 ppm

Si se compara con un tratamiento de Bromuro de Metilo, que puede llegar a las 8 horas como máximo, vemos que es casi imposible competir con éste último fumigante.

A modo de ejemplo a continuación se presentan

los antecedentes cronológicos que permitieron al país vecino de Chile, aprobar un protocolo de la fumigación de frutas de carozo y pomáceas con fosfina, para el control de la plaga cuarentenaria, del chanchito blanco *Pseudococcus viburni*.

En el año 2003

- Chile comienza a tener sucesivos rechazos de embarques de frutas de carozo y pomáceas por presencia del chanchito blanco. *Pseudococcus viburni*.
- Los tratamientos con bromuro de metilo mostraron que se afectaba severamente la post cosecha de las frutas fumigadas.
- México plantea la posibilidad de un manejo integrado de la plaga, el cual no evita la presencia de insecto, sólo se logra disminuir su incidencia.

En el año 2004

- La Asociación de Exportadores de Chile, ASOEX, comienza a realizar pruebas de efectividad de las fumigaciones con fosfina.
- Se concluye que es factible la fumigación de las frutas mencionadas en plazos razonables de tiempo.
- La ASOEX presenta los resultados experimentales a la DGSV de México y al SAG de Chile. Ambas entidades son las encargadas de velar por la fitosanidad de los productos importados y exportados a sus respectivos países.
- Se valida y se establece la vigencia del Protocolo fitosanitario entre Chile-y México para el control de *Pseudococcus viburni* con fumigaciones en base a fosfina en frutas de carozo y pomáceas destinados a exportación.

3. Perspectivas futuras:

Ya que se demostró que la fosfina controla todos los estados de desarrollo de *Pseudococcus viburni*, a 0°C durante 24 horas, sin afectar la calidad, ni la conservación del producto durante la poscosecha, ni en su vida en góndola ahora para poder ampliar sus usos futuros sólo se deben buscar nuevos hospederos que tengan a éste insecto como plaga. Y que, además, en el país de destino sean una plaga cuarentenaria.

Por otro lado, este tratamiento alternativo permite aprovechar la misma infraestructura de cámaras que se utilizan para las fumigaciones con bromuro de

metilo; sólo se deben instalar ductos suplementarios para realizar la inyección del gas. Por lo que, no se requiere de ningún cambio especial.

Actualmente se están realizando fumigaciones para controlar *Pseudococcus viburni* en las siguientes frutas:

- Cítricos
- Paltas
- Caquis
- Uva de mesa
- Peras y manzana

Se ha validado un Protocolo específico para la exportación a Méjico de peras y manzanas, y se están realizando estudios para el control de:

- *Cydia molesta*,
- *Panonychus ulmi*
- *Proeulia auraria*
- *Proeulia chrysopteris*.

Los antecedentes indican que actualmente existen altas probabilidades para que se aprueben nuevos Protocolos de fumigación considerando que, además, no existen tratamientos alternativos, podemos darnos cuenta de que se abren nuevas oportunidades de uso.

Los desafíos actuales para los Centros de Investigación que son referentes mundiales en temas cuarentenarios, pasan por lograr:

Desarrollar y validar nuevos protocolos de fumigación con fosfina, ante las respectivas entidades de control fitosanitario, de manera de que, los mismos sean aceptados por los respectivos países, tanto de origen como de destino, de cada uno de los productos exportables considerados

4. Situación de la fumigación de maderas:

La exportación de productos forestales de Chile, actualmente representan unos 3.000 millones de dólares por año, lo que hace de esta actividad económica sea una de las más importantes para ese país, después del cobre.

Uno de los pilares del éxito ha sido el reconocimiento de la condición fitosanitaria del país, por los más

diversos consumidores del mundo, lo cual le ha permitido posicionarse cada vez mejor dentro del Contexto Internacional del Comercio de Productos Forestales.

En este sentido, se hace importante realizar una eficiente labor de Certificación Fitosanitaria de los productos forestales a exportar, tendiente al fortalecimiento del estatus de Chile como país exportador de Productos Forestales de alta calidad fitosanitaria, ya que cuenta con una serie de normativas específicas que regulan la exportación de maderas

- Regulaciones sobre embalajes de madera.
- Requisitos fitosanitarios productos forestales de exportación.
- Manual de procedimientos: para la certificación fitosanitaria de productos forestales de exportación.

5. Situación actual de la fumigación de flores de corte:

Desde el mismo momento en que una flor es cortada, comienza una etapa acelerada de deshidratación, es por esto que, rápidamente deben ser acondicionadas en baldes de agua a bajas temperaturas.

Por otro lado, resulta necesario, llegar lo más rápido posible a los mercados del país de destino, para lograr el mayor tiempo posible en la vida comercial de las mismas y donde el aspecto fitosanitario es muy importante para evitar el rechazo de los envíos aunque las fumigaciones cuarentenarias con bromuro de metilo, afectan seriamente la calidad de la flor cortada y su post cosecha, acortando rápidamente su vida comercial

En la actualidad, no existe ningún Protocolo internacional, que haya sido validado para la fumigación de flores con fosfina, no obstante, ya que se han resuelto los aspectos técnicos mas limitante para su uso, como era el "tiempo necesario para lograr la hidrólisis" del fosfuro de magnesio, mediante el desarrollo del Generador de Fosfina Degesch y del Speed Box.

Hoy resulta necesario validar nuevos Protocolos de uso de la fosfina; sobre todo considerando los efectos negativos que producen sobre productos vegetales frescos, las fumigaciones con bromuro de metilo.

Principales plagas presentes en las flores de corte

- Trips
- Chanchito Blanco
- Hormigas

Considerando la característica natural de las flores, existe el riesgo de que dichos insectos coloquen sus huevos en el interior de las mismas, y luego estos eclosionen poco tiempo después. Por lo tanto, la eliminación de todos los estadios de desarrollo, resulta fundamental para que el tratamiento sea exitoso.

Se debe tener en cuenta que, la fosfina controlará eficazmente todos los estados de desarrollo de la plaga, pero también se debe considerar que una exportación de flores, según las normativas vigentes, puede ser rechazada por la sola presencia del insecto, independientemente de si el mismo se encuentra vivo o muerto.

Por lo tanto, se debe tener muy en cuenta que una fumigación con fosfina si bien puede lograr controlar todos los estadios de las plagas consideradas, el insecto igualmente quedará allí.

Las perspectivas futuras de la fumigación de flores con fosfina, dependen exclusivamente de los

desarrollos experimentales que se hagan a futuro, dado que no existen antecedentes bibliográficos que hagan mención a algún Protocolo de uso.

Si se consideran las tecnologías actuales que están disponibles para la generación y la inyección, de fosfina, que permiten lograr las concentraciones deseadas en forma instantánea, veremos la necesidad de comenzar las investigaciones y ensayos experimentales de uso, los que posteriormente puedan ser reconocidos y aceptados por los respectivos organismos de control.

El hecho de que, las fumigaciones cuarentenarias con bromuro de metilo 100%, afecten seriamente la post cosecha, la calidad y la conservación en góndola de frutas y/o de flores de corte fumigadas cuarentenariamente, con dicho producto, abre actualmente nuevas posibilidades de uso a la fosfina, en sus distintas presentaciones comerciales.

Tal circunstancia, determina que los organismos de fiscalización fitosanitaria nacionales e internacionales trabajen en forma conjunta con las instituciones de investigación internacionalmente aceptadas (EEAOC) en el desarrollo de nuevos protocolos de fumigación, para productos frutihortícolas destinados a la exportación.