

Aplicaciones Avanzadas de Fosfina para Fumigación de Fruta en Chile (patente en trámite)

Pedro Horn, Dipl. Eng. *, Dr. Franziskus Horn, Fosfoquim S.A.
Dr. Jeremiah Sullivan, Fosfoquim USA, Inc.

Antecedentes: El gas fosfina ha sido utilizado por más de 70 años como insecticida y es hoy día el fumigante más aceptado para productos alimenticios almacenados. Su aplicación en forma pura a partir de cilindros tiene una gran ventaja ecológica, y es que no deja residuos tóxicos en el ambiente ni en los productos tratados.

Sin embargo, como la fosfina forma mezclas explosivas con aire a concentraciones superiores a 18.000 ppm, no había sido posible aplicar fosfina desde su estado puro en cilindros por medio de dilución directa con aire, aunque esta habría sido la mejor manera de hacerlos.

El problema se resuelve entonces logrando diluir fosfina pura directamente con aire hasta debajo del punto de inflamación sin producir su inflamación en el proceso.

Llevando a cabo una serie de pruebas y probando diferentes diseños, Fosfoquim S.A. ha logrado resolver el problema, patentando un sistema para la dilución de fosfina con aire sin riesgo de inflamación. Este método se conoce hoy como el HORN DILUPHOS SYSTEM® (HDS).

El HORN DILUPHOS SYSTEM® (HDS) permite la dilución directa de fosfina pura envasada en cilindros con aire, para obtener una mezcla de fosfina a una concentración de 10.000 ppm a una tasa de 19 o 47 gramos por minuto de fosfina, dependiendo del modelo de equipo de dilución utilizado. Se trata de un equipo automatizado que informa al operador a través de una pantalla de cristal líquido los pasos a seguir. El equipo fue diseñado para aplicar el producto VAPORPH₃OS, producido por Cytec.

Esta nueva herramienta ha estado siendo utilizada por varios años en diferentes países para diversas aplicaciones, como por ejemplo:

- Fumigación de silos y depósitos planos sin sistema de recirculación de aire.
- Fumigación de Silos con sistema de recirculación.
- Fumigación de todo tipo de depósitos planos.
- Fumigación de depósitos tipo “bunker storages” obteniendo una muy rápida distribución del gas en la totalidad del volumen fumigado.
- Molinos han sido fumigados con fosfina minimizando los problemas de corrosión al utilizar el HORN DILUPHOS SYSTEM®.
- Un nuevo sistema (JP-System) ha sido desarrollado para la fumigación de contenedores y camiones mediante el HORN DILUPHOS SYSTEM®, evitando la apertura y retiro de residuos.



- Y la más reciente aplicación es un método y procedimiento para fumigar fruta fresca y vegetales con fosfina pura.

Fosfina y su aplicación a fruta: Por muchos años la fosfina ha sido investigada como fumigante para el tratamiento de fruta fresca y vegetales. Las investigaciones han mostrado buenos resultados en cuanto a mortalidad de insectos, sin embargo, en cuanto a la calidad de la fruta, esta siempre sufrió algún daño. Este daño ha sido causado principalmente por dos razones: Presencia de amoníaco y temperatura de tratamiento relativamente alta, superior a 15°C a la que se realizaron las pruebas.

Los productos basados en fosforo de aluminio o fosforo de magnesio tienen la gran desventaja que si son utilizados a baja temperatura, producen la fosfina en forma muy lenta y además siempre producen amoníaco como subproducto y el amoníaco es conocido como agente fitotóxico. Por estas razones, siempre se puede esperar un daño en la fruta al fumigar con fosfuros metálicos.

Pero por otra parte, debido a las características piroforicas del producto fosfina, hasta el desarrollo del HORN DILUPHOS SYSTEM® no había sido posible aplicar fosfina en forma pura para fumigaciones.

Pero ahora, usando esta tecnología, se ha abierto la posibilidad de realizar tratamientos de fruta fresca con fosfina pura libre de amoníaco a baja temperatura y con altas concentraciones de gas, con el sorprendente descubrimiento, que la calidad de la fruta no es dañada y sí es posible eliminar las plagas principales de la fruta.

Procedimiento de fumigación: En esta alternativa para el tratamiento de fruta fresca, se utiliza fosfina pura libre de amoníaco manteniendo durante la fumigación una baja temperatura. El gas se aplica en cámaras de fumigación, cámaras frigoríficas o cámaras de atmósfera controlada.

Se concluyó que el tratamiento es exitoso en cuanto a mortalidad de plagas y en cuanto a calidad de fruta, si la fumigación es realizada a temperaturas entre -1,5 y 6 °C con una concentración de fosfina de libre de amoníaco ente 1.000 y 1.500 ppm y con un tiempo de exposición de 48 a 72 horas.

Se descubrió, que al bajar la temperatura de la fumigación, es posible realizar la fumigación a altas concentraciones sin dañar la fruta tratada, debido a que a esas bajas temperaturas, la actividad metabólica de la fruta es mínima. Esta alta concentración de fosfina compensa la baja actividad de los insectos a baja temperatura, logrando un excelente control de las plagas.

La mejor manera de realizar el tratamiento es la aplicación directa del gas a las cámaras frigoríficas donde la fruta es almacenada después del proceso de selección y embalaje, manteniendo el sistema de enfriamiento funcionando durante el período de fumigación.

La fruta debe ser preferentemente tratada a su temperatura de almacenaje, la cual puede variar de fruta en fruta. Por ejemplo para manzanas, peras, kiwis, uva, berries, nectarines y duraznos, la temperatura del tratamiento debe ser de -1,5 a 2°C. Otra fruta como los avocados, los cítricos y los mangos son tratados a su correspondiente temperatura de almacenamiento.

En este procedimiento, utilizando el HORN DILUPHOS SYSTEM[®], no se genera una sobrepresión dentro del recinto fumigado, debido a que el aire del interior del recinto es recirculado a través del equipo HORN DILUPHOS SYSTEM[®] enriqueciéndose a su paso con fosfina.

Hasta el momento, el tratamiento con altas dosis de bromuro de metilo (30-60 gramos/m³) era el tratamiento más usado y efectivo para el control de plagas en fruta fresca, el cual, aunque rápido y eficiente tiene una serie de desventajas como la conocida destrucción de la capa de ozono, fitotoxicidad y residuos.

El uso de fosfina pura tiene una gran ventaja frente al uso de bromuro de metilo, y es que no deja residuos en la fruta tratada y una vez liberado a la atmósfera se oxida rápidamente a ácido fosfórico por la acción de la luz solar. Además tiene una serie de ventajas en cuanto a seguridad de los operarios.

Se ha demostrado que es posible controlar las principales plagas de fruta, tales como chanchito blanco, *Pseudococcus spp*; polilla de la manzana, *Cydia pomonella*; eulia, *Proeulia spp*; burrito de la vid, *Naupactus xanthographus*; mosca de la fruta mediterránea, *Ceratitis capitata*; moscas de la fruta, *Bactrocera spp*, *Anastrepha spp*; falsa araña roja, *Brevipalpus chilensis*; and *Thrips spp*.

Usando el modelo HDS 200, que tiene una capacidad de aplicación de 47 g/min de fosfina pura, una cámara de 2.000 m³ puede ser puesta bajo gas en 1 hora y 20 minutos, luego de lo cual debe permanecer al menos 48 horas sellada.

Conclusiones: Existe una serie de ventajas para la fumigación de fruta fresca con fosfina pura usando el HORN DILUPHOS SYSTEM[®]:

- La fosfina controla las principales plagas de fruta, tales como chanchito blanco, *Pseudococcus spp*; polilla de la manzana, *Cydia pomonella*; eulia, *Proeulia spp*; burrito de la vid, *Naupactus xanthographus*; mosca de la fruta mediterránea, *Ceratitis capitata*; moscas de la fruta, *Bactrocera spp*, *Anastrepha spp*; falsa araña roja, *Brevipalpus chilensis*; and *Thrips spp*.
- No se producen cambios en color, sabor, textura olor y tiempo de vida media de la fruta, si el tratamiento ha sido realizado a baja temperatura. Es posible fumigar con el sistema de enfriamiento funcionando.
- No es necesario calentar la fruta antes de la fumigación y por lo tanto la vida de la fruta se extiende.
- No quedan residuos después de la fumigación.
- El producto VAPORPH₃OS no produce amoníaco y por lo tanto no es fitotóxico.
- La fumigación puede ser realizada en las mismas cámaras de frío en las cuales se almacena la fruta.
- No hay necesidad de fumigar en el puerto, ya que la fumigación puede ser realizada antes del embarque.
- La fruta puede ser despachada inmediatamente a su llegada al puerto, incrementando así la capacidad de este.
- No existen problemas ambientales en su aplicación, ya que solamente se aplica fosfuro de hidrógeno, el cual es rápidamente desactivado por la acción de la luz solar una vez liberado a la atmósfera.
- No se produce daño a la capa de ozono.

- El producto es más amigable a los operadores que el bromuro de metilo.
- La concentración de gas puede ser variada en cualquier momento durante la aplicación.
- El gas puede ser aplicado a una estructura totalmente sellada sin incrementar la presión en su interior, ya que el gas puede ser diluido con el aire del interior del recinto a fumigar.
- La adición de gas puede ser detenida en cualquier momento.
- No existen problemas de corrosión si se utilizan sistemas de enfriamiento por amoniaco.