



Control Integrado de Plagas en granos almacenados y subproductos

Por Ing. Agr. Bárbara Carpaneto, Lic. Bernadette Abadía e Ing. Agr. Ricardo Bartosik.

Las principales plagas de los granos almacenados y sus subproductos son los insectos y los ácaros. Controlar estas plagas es imprescindible no sólo por los daños directos que causan en los granos, sino también porque los estándares de comercialización argentinos prohíben la venta de mercaderías con insectos vivos.

Esta necesidad de controlar los insectos hasta su eliminación total (“insectos cero”) lleva en muchos casos a realizar un uso incorrecto y excesivo de los insecticidas químicos, sin complementarlos con otras herramientas de control. Esta práctica resulta peligrosa desde varios puntos de vista: pone en riesgo la inocuidad del alimento y la salud del consumidor, genera rechazos por excesos de residuos, posee un elevado impacto ambiental y puede comprometer la salud y la seguridad de quienes los manipulan.

Para controlar los insectos y los ácaros, se recomienda entonces implementar un Programa de Control Integrado de Plagas. El Control Integrado de Plagas combina las técnicas de Prevención, Monitoreo y Control Directo para evitar la aparición de las plagas y, en consecuencia, minimizar los daños de calidad y los problemas derivados de la aplicación de insecticidas.

A continuación se describen los principales elementos de un Programa de Control Integrado de Plagas de Granos Almacenados.

Recomendaciones para un programa de Control Integrado de Plagas

1. Prevención

La Prevención es el corazón del Programa de Control Integrado de Plagas. Esto se debe a que, en la medida en que las plagas no aparezcan, tampoco aparecerán sus efectos indeseables (daños directos sobre el grano, rechazos por insectos vivos, aumento de costos por necesidad de aplicar insecticidas, rechazos por residuos de insecticidas, eventuales intoxicaciones y derrames de insecticidas, etc.).

A. Limpieza de las instalaciones

La correcta limpieza de las instalaciones previa al acopio ayuda a prevenir las infestaciones. Siempre se debe tener en cuenta que los restos de granos y el polvo

que permanecen dentro de las instalaciones son fuente de alimento para los insectos (además de roedores y aves). Por lo tanto, una mala higiene favorecerá el desarrollo de poblaciones de insectos que atacarán el producto una vez que los silos estén llenos, generando pérdidas económicas.

La limpieza de las instalaciones debe realizarse antes de la cosecha y debe mantenerse durante el resto del ciclo operativo. Brevemente, las operaciones de limpieza deberían incluir:

- Transportadores de granos: norias, sinfines, caños de carga y descarga, cintas transportadoras
- Vehículos de transporte: camiones, tolvas, carros
- Estructuras de almacenaje por dentro y fuera: piso, conductos, paredes laterales, techo, bocas de inspección, ventiladores.

B. Tratamiento de instalaciones vacías

De forma complementaria a las operaciones de limpieza, se recomienda realizar un tratamiento de desinfestación de las instalaciones vacías, ya sea por un método físico como la alta temperatura o por un método químico, como los insecticidas.

El tratamiento por alta temperatura provoca la muerte de los insectos por deshidratación. Temperaturas superiores a los 50 °C provocan trastornos a nivel celular, produciendo desnaturalización de las membranas celulares, destrucción de enzimas, cambios en el balance de sales y coagulación de proteínas. El tiempo necesario de tratamiento para instalaciones es de 4 a 12 horas.

Las ventajas de los tratamientos de instalaciones con calor radican en su alta efectividad, ya que eliminan todos los estadios del insecto; en su seguridad para los operarios encargados del manipuleo, por ser una alternativa no química; y por último es su bajo impacto ambiental. La principal limitante en los tratamientos de calor es la distribución desuniforme del mismo, que puede causar estratificación de temperaturas tanto en forma horizontal como vertical dentro de las instalaciones, por lo que es importante asegurarse que la aplicación del tratamiento sea monitoreada.

Esta tecnología no está difundida en Argentina, pero desde hace unos años se utiliza de manera consistente en varios países del mundo en varios tipos de instalaciones con total efectividad respecto del control de insectos. Hay una importante gama de generadores de calor de diferentes marcas, capacidades y que pueden funcionar con distintos tipos de combustibles. Pueden ser fijos o portátiles.

El costo de esta tecnología es superior al tratamiento químico tradicional, sobre todo por el costo de los generadores de calor y el costo de los conductos de aire caliente que se instalan de manera semi-permanente para garantizar una adecuada distribución del calor. Los principales usos de esta tecnología son molinos harineros, fábricas de balanceados, fábricas de procesamiento de granos e instalaciones de almacenamiento vacías. Es fundamental complementar esta tecnología con una limpieza previa muy exhaustiva.

El tratamiento de instalaciones con calor genera cero residuos sobre las instalaciones, la mercadería y el ambiente.

Por su parte, los tratamientos químicos sobre las instalaciones vacías se realizan con insecticidas de tipo residual con el objetivo de eliminar alguna pequeña población de insectos remanentes y de evitar una infestación por un tiempo prolongado después de su aplicación. No obstante, siempre se debe tener en cuenta que esta práctica no reemplaza a la limpieza sino que la complementa. (Para mayor información sobre los insecticidas registrados en Argentina para granos almacenados, ver Sección "Aclaraciones importantes sobre el uso de insecticidas de granos almacenados", pág. 5).

Las principales ventajas de los tratamientos con insecticidas radican en la facilidad para aplicarlos y en su elevada efectividad para eliminar insectos. Su mayor

desventaja es que, de utilizarlos incorrectamente, representan un riesgo para la inocuidad, la seguridad de quien lo aplica y el medioambiente. Por esta razón, siempre se debe seguir estrictamente las indicaciones del marbete en cuanto a dosis, formas de aplicación, período de carencia, elementos de protección personal y gestión de envases vacíos.

La aplicación de insecticidas sobre las instalaciones puede estar restringida en ciertas ocasiones por regulaciones gubernamentales por su impacto en la mercadería (inocuidad del grano), los trabajadores o el ambiente, o por restricciones comerciales (inocuidad del grano).

C. Pre-limpieza del grano y descorazonado

Durante el llenado del depósito, las impurezas que acompañan al grano (tales como pedazos de grano, restos vegetales, semillas de malezas, tierra, etc.) se depositan en una columna central formando un corazón compacto en la masa de granos que impide la adecuada circulación del aire de la ventilación. La limpieza del grano previa al llenado del depósito es muy importante para reducir la cantidad de granos dañados e impurezas y así mejorar la aireación.

Asimismo, se recomienda realizar la práctica de “descorazonado” del silo. Esta práctica consiste en vaciar aproximadamente un 3% del silo luego del llenado para eliminar el corazón de material fino y así mejorar el pasaje del aire durante la aireación.

D. Tratamiento del grano con insecticidas preventivos

Si se planea almacenar el grano por un lapso prolongado o si se trata de una zona geográfica o época cálidas, además de las medidas anteriores pueden aplicarse insecticidas residuales directamente sobre la mercadería, también llamados “protectores de grano”. Estos productos se aplican sobre el grano en movimiento (por ejemplo, a la carga del silo o durante el transilado) y matan a los insectos cuando se alimentan o caminan por el granel. Gracias a su poder residual, ofrecen una protección prolongada durante el almacenamiento.

Los principios activos que se aplican directamente sobre el grano son los mismos que se utilizan para instalaciones vacías, aunque varían las dosis y los métodos de aplicación.

Paralelamente, se recomienda la fumigación con fosfina al ingreso de mercadería si hay una infestación evidente o bien se sospecha de infestación oculta.

La aplicación de insecticidas preventivos sobre el grano puede estar restringida en ciertas ocasiones por regulaciones gubernamentales por su impacto en la mercadería (inocuidad del grano), los trabajadores o el ambiente, o por restricciones comerciales (inocuidad del grano).

E. Aireación

Una vez que el grano ingresó en el silo, la medida de prevención de insectos más importante es el enfriado por medio de aireación con aire ambiente y/o refrigeración artificial. Las ventajas de la aireación son múltiples: es económica, de bajo impacto ambiental y segura desde el punto de vista de la inocuidad y la salud de los trabajadores.

El objetivo de la aireación debe ser enfriar el grano lo antes posible y mantenerlo posteriormente por debajo de 17°C, ya que la baja temperatura ayuda a evitar el desarrollo de los insectos en el granel. Para lograr esto se recomienda instalar

controladores automáticos de aireación que, programados correctamente, permiten acortar los tiempos de enfriado y ahorrar energía eléctrica.

En aquellos lugares donde las condiciones climáticas no permiten mantener los granos a baja temperatura utilizando aireación, se puede utilizar la refrigeración artificial. Esta consiste en la utilización de equipos generadores de frío que proveen un caudal de aire a una temperatura y humedad relativa que favorece la conservación del grano. La refrigeración permite mantener los granos por debajo de la temperatura de desarrollo de los insectos independientemente de las condiciones climáticas, a expensas del consumo de energía eléctrica. En general, cada ciclo de refrigeración consume entre 3 y 5 kwh para enfriar una tonelada de granos. Esta tecnología es totalmente inocua y esta siendo comercializada en el país, habiendo inclusive equipos de refrigeración de desarrollo nacional. Cabe destacar que la refrigeración no elimina los insectos, sino que evita la proliferación de los mismos.

2. Monitoreo e Identificación

Las infestaciones provocadas por insectos sólo pueden ser detectadas y analizadas mediante un adecuado plan de monitoreo. El plan de monitoreo es un documento escrito que informa cuándo se tomarán las muestras de granos, cuándo y dónde se colocarán trampas para insectos y cuándo se realizará el análisis de las mismas.

En la actualidad existen numerosos dispositivos para analizar si existe una infestación en el granel, divididos entre dispositivos de muestreo y trampas. Entre los dispositivos de muestreo se encuentran el calador y el cucharín; éste último sirve para tomar muestras de grano en movimiento. Entre las trampas se encuentran las de tipo "pitfall" o de caída, las de feromonas y las de cebo. Independientemente de qué dispositivo se utilice, siempre es válido que a mayor número de muestras tomadas o de trampas colocadas, más precisa será la información obtenida del muestreo.

Paralelamente, la termometría constituye una herramienta complementaria muy valiosa para anticiparse a posibles problemas de insectos. La detección de zonas de mayor temperatura en el granel por termometría puede estar indicando un foco de infestación por insectos o bien un aumento de la actividad biológica de los hongos, lo cual rápidamente generará las condiciones propicias para que los insectos se desarrollen.

La frecuencia del monitoreo dependerá principalmente de la temperatura del grano, ya que ésta influye directamente en la duración del ciclo de vida de los insectos. Así, al iniciar un programa de monitoreo se recomienda:

- Realizar una primera inspección para insectos antes de ingresar el grano al recinto.
- Posteriormente:
 - Si los granos están fríos (menos de 17°C), el monitoreo (incluyendo la colocación de trampas, toma de muestras y el análisis de las mismas) puede realizarse una vez al mes.
 - Si la temperatura del granel se encuentra entre los 17°C y los 25°C, el monitoreo debe realizarse con una frecuencia de 20 días.
 - Si la temperatura del granel es superior a los 25°C, se recomienda monitorear una vez cada 15 días.

Adicionalmente, se debe aumentar la frecuencia de los monitoreos si se sospecha que un determinado lote de grano puede estar infestado al ingresarlo al silo (infestación oculta).

En caso de detectar insectos en las muestras, se recomienda identificarlos correctamente para poder elegir la medida de control más efectiva. Esto se debe a que existen insectos que son resistentes a determinados insecticidas, de modo que la identificación evitará aplicaciones de productos que no darán ningún resultado; este es

el caso del taladrillo de los granos (*Rhizoperta dominica*), que es resistente a la acción de los organofosforados.

3. Control Directo

Si las medidas de prevención no son ejecutadas correctamente, lo más probable es que los monitoreos revelen la presencia de insectos en el granel. Ante este resultado, el enfoque de Control Integrado de Plagas implica considerar todas las alternativas disponibles para controlar la infestación, intentando aplicar la de menor impacto posible. En la actualidad, se dispone principalmente de dos metodologías que permiten eliminar los insectos en todos sus estadios: las atmósferas modificadas y la fumigación con fosfina.

A. *Atmósferas modificadas*

Este método para la eliminación de insectos consiste en alterar la composición atmosférica normal de la instalación de almacenaje. Normalmente, cuando hay movimiento libre de aire entre el interior y el exterior de la estructura de almacenaje, la composición de la atmósfera es relativamente constante compuesta por 78% nitrógeno, 20,9% oxígeno y 0,03% dióxido de carbono. Si los porcentajes de oxígeno y de dióxido de carbono cambian sustancialmente se logra efecto de control.

Existen dos formas generales de control con atmósferas modificadas, basados en alta concentración de dióxido de carbono (hipercarbia) o en baja concentración de oxígeno (anoxia).

En el caso de la hipercarbia, el objetivo es lograr y mantener una atmósfera de al menos 60% de dióxido de carbono (mínima concentración efectiva de 35%) por 15 días. En este caso es posible lograr la eliminación de todos los estadios de los insectos. La hipercarbia se logra generalmente inyectando dióxido de carbono líquido desde un tanque, a través de un evaporador. También, en caso de tratar volúmenes pequeños, se puede utilizar hielo seco.

La anoxia generalmente se consigue inyectando nitrógeno en la unidad de almacenamiento, purgando el oxígeno hasta que se llega a valores inferiores al 1% de oxígeno, logrando en este caso un efecto de control total en 15 días. Para la inyección de nitrógeno se puede utilizar tanto nitrógeno líquido (inyectándolo desde un tanque a través de un evaporador) o bien equipos generadores de nitrógeno (que consumen energía eléctrica y “filtran” el oxígeno del aire, generando una mezcla de más de 99% de pureza de nitrógeno).

La clave del éxito del control de insectos con atmósferas modificadas está en la hermeticidad de las instalaciones. Para que una instalación se considere suficientemente hermética como para realizar un tratamiento de atmósfera modificada debe soportar un test de caída de presión de al menos 5 minutos de 200 Pa a 100 Pa. En Argentina las instalaciones de almacenamiento (silos, celdas) no se fabrican herméticas, por lo que habría que hacer un importante trabajo de retro-sellado (sellado de instalaciones existentes). El sellado de las instalaciones durante su construcción es más fácil y económico, aunque también incrementa el costo de las mismas.

A nivel mundial se observa una fuerte tendencia a implementar atmósferas controladas para el tratamiento curativo de los granos. Hoy en día hay varios ejemplos de aplicaciones comerciales a gran escala en Australia, China y varios países europeos. Existen varios proveedores de equipos generadores de nitrógeno. En Argentina, salvo por algunas experiencias realizadas por el INTA, no ha habido una adopción de esta tecnología.

Las ventajas principales del método de atmósferas modificadas radican en su bajo impacto ambiental, en la seguridad durante la aplicación y en que no dejan residuos en el grano, dado que controlan los insectos sin recurrir a insecticidas químicos. Su mayor desventaja, como se ha dicho, es que resulta más costoso que la

fumigación con fosfina porque se requiere de los equipos generadores de gases y de una muy elevada hermeticidad del recinto para controlar todos los estadios del insecto. Puesto que se trata de una alternativa de control muy prometedora, mucho trabajo de investigación se está desarrollando para poder mejorarla y difundirla masivamente.

B. Fumigación

El método más utilizado en la actualidad para la eliminación de plagas en granos almacenados es la fumigación con fosfina. La fosfina es un gas letal para los insectos capaz de eliminar todos sus estadios de desarrollo, incluso los de las plagas primarias, ya que difunde hacia el interior del grano.

En la práctica la fosfina se genera comúnmente por descomposición de fosfuros metálicos (de aluminio o de magnesio) al entrar en contacto con la humedad del aire. Una característica importante de la fosfina es que no posee poder residual de modo que no ofrece protección posterior, y que no afecta el poder germinativo de las semillas.

Como regla general, en Argentina se recomienda una concentración mínima efectiva de 200 ppm de fosfina durante por lo menos 5 días dentro de la estructura de almacenamiento (ya sea silos, celdas, bolsas plásticas, vehículos, etc.) para eliminar adultos, huevos y larvas de insectos.

La clave para lograr esta concentración radica en dos factores muy importantes: la hermeticidad del recinto y la dosificación del fosfuro metálico. La hermeticidad del recinto debe ser la máxima posible. Esto permite que se establezca la concentración letal de fosfina y que se mantenga por el tiempo necesario para eliminar todos los estadios del insecto. Si la hermeticidad es baja, la mayoría de la fosfina se escapará rápidamente (al cuarto día o antes); en este caso es posible que los insectos adultos mueran, pero los huevos, larvas y pupas reiniciarán el ciclo de infestación a los pocos días.

Para lograr una correcta hermeticidad, en estructuras fijas se debe tapar los ventiladores y los conductos de aireación y sellar todas las grietas y roturas, previamente al inicio de la fumigación. También es recomendable realizar el encarpado de la mercadería, que consiste en cubrir la superficie del granel con una lámina de polietileno de 150 micrones de espesor como mínimo y sellar sus bordes.

Con respecto a la dosificación, se debe seguir estrictamente las instrucciones del marbete. En general, la dosificación de fosfuro metálico que figura en los marbetes para granos almacenados en silos y celdas está en un rango entre 3 y 6 pastillas de 3 gramos por tonelada de grano. En condiciones más favorables (recintos muy herméticos, granos de baja adsorción, adecuada humedad y temperatura del grano, infestación leve) se recomienda utilizar las dosis más bajas del rango. En condiciones más adversas, es posible utilizar las dosis mayores del rango, siempre respetando el máximo permitido.

Téngase en cuenta además que, previamente a la colocación de las pastillas de fosfuro metálico, se debe vallar y señalizar claramente el recinto para avisar que está bajo fumigación.

Por otra parte, medir la concentración de fosfina dentro del depósito es la única forma de saber si se ha alcanzado la concentración letal por el tiempo suficiente (200 ppm por cinco días) y, por lo tanto, si la fumigación resultará efectivamente en el control de la infestación. En otras palabras, dosificar según la recomendación del marbete es fundamental para un tratamiento exitoso pero no garantiza el control de la infestación.

Es importante destacar que la fumigación no es un procedimiento instantáneo ni puede realizarse improvisadamente. Por el contrario, se debe tomar el tiempo necesario para asegurar un correcto control de la plaga y también para garantizar que las personas no estarán expuestas a concentraciones peligrosas del fumigante.

Como mínimo, se debe calcular que la fumigación demandará unos 10 días, compuestos como sigue: 2 días para descomposición del fosforo metálico, 5 días de exposición, y posteriormente el tiempo necesario para que la concentración en el depósito sea menor a 0,3 ppm, que se estima en 3 días con ventilación forzada. Por lo tanto se deben planificar los despachos de grano en base a esos tiempos. Únicamente cuando la concentración de fosfina en el interior del depósito es menor a 0,3 ppm está permitido retirar el vallado y la señalización de advertencia.

NOTA: Es importante aclarar que la fumigación es un procedimiento riesgoso para las personas, principalmente para quien la realiza, ya que tanto el fosforo metálico como la fosfina son altamente tóxicos. Por ello, el procedimiento debe ser realizado por personal capacitado y siguiendo todos los recaudos de seguridad para evitar cualquier tipo de accidente. Realizado bajo normas de seguridad y respetando los tiempos de ventilación, el control con fosfina presenta la ventaja de que normalmente no deja residuos por encima de los límites máximos permitidos en el grano o los subproductos.

Aclaraciones importantes sobre el uso de insecticidas de granos almacenados

En base a lo expuesto hasta aquí, resulta importante aclarar que en la actualidad no existe evidencia contundente de que el enfoque de Control Integrado de Plagas pueda prescindir totalmente del uso de insecticidas químicos (al menos hasta que en Argentina se adopte la utilización de atmósferas modificadas). Por lo tanto, lo que se busca mediante este enfoque es que la utilización de los insecticidas químicos sea lo más racional y profesional posible, es decir, combinarlos con otras medidas de control, seleccionar los momentos más apropiados para aplicarlos y seguir las indicaciones de los fabricantes (dosis, tiempos de carencia, medidas de protección personal, métodos de aplicación, etc.), de modo de reducir al mínimo sus efectos negativos.

El resultado final es una menor utilización de estos productos respecto del sistema tradicional de control de insectos, que permite resguardar en mayor medida la inocuidad de los alimentos, la seguridad de quienes los manipulan y el ambiente. Igualmente, en el futuro se espera poder contar con otras herramientas de control de insectos más seguras y de menor impacto ambiental.

Por otra parte, cada país posee una política específica sobre los productos químicos permitidos para el control de plagas. En Argentina los principios activos aprobados para su uso en granos almacenados por el SENASA, en su mayoría, pertenecen a las familias de los organofosforados y piretroides (Tabla 1).

Tabla 1. Principios activos aprobados para su uso en el control de plagas de granos almacenados en Argentina.

PRINCIPIO ACTIVO	FAMILIA o TIPO
Fosforo de aluminio	Fumigante
Fosforo de magnesio	Fumigante
DDVP	organofosforado
DDVP + Deltametrina	organofosforado + piretroide
DDVP + Permetrina	organofosforado + piretroide
Pirimifos metil	organofosforado

PRINCIPIO ACTIVO	FAMILIA o TIPO
Pirimifos metil + lambdacialotrina	organofosforado + piretroide
Clorpirifos metil	organofosforado
Clorpirifos + Deltametrina	organofosforado + piretroide
Deltametrina + Butóxido de piperonilo	Piretroide + sinergizante
Mercaptotion	organofosforado
Tierra de diatomeas	Polvo inerte

Fuente: Res. SENASA 934/2010 y Carpaneto, 2010.

Para no comprometer la inocuidad del alimento es muy importante no exceder los límites máximos de residuos de cada principio activo estipulados para cada alimento¹. Para esto, es fundamental respetar las dosis y los tiempos de carencia (tiempo que transcurre entre la aplicación y la liberación de un lote para su consumo) especificados en el marbete.

Desde el punto de vista toxicológico, la OMS clasifica a todos los principios activos de los agroquímicos en clases según su toxicidad (Tabla 2). En base a esta clasificación, cada principio activo requerirá precauciones y elementos de protección personal cuando se los manipule que sean acordes a su nivel de peligrosidad.

Tabla 2. Clasificación de los plaguicidas por su peligrosidad de acuerdo con la clasificación vigente de la Organización Mundial de la Salud.

CLASE	LEYENDA	COLOR DE BANDA
I a	Extremadamente peligroso	Rojo (MUY TÓXICO)
I b	Altamente peligroso	Rojo (TÓXICO)
II	Moderadamente peligroso	Amarillo (NOCIVO)
III	Ligeramente peligroso	Azul (CUIDADO)
IV	Productos que normalmente no ofrece peligro	Verde (CUIDADO)

Fuente: Resolución SENASA 302/2012

En el caso de los insecticidas registrados para granos almacenados, se dispone actualmente en el mercado de cinco principios activos de banda roja, cinco principios activos de banda amarilla y uno de banda azul (Tabla 3); actualmente no existe ningún producto para granos almacenados de banda verde. Por esta razón, es especialmente importante que las personas encargadas de la manipulación de estos productos en las plantas de acopio reciban la capacitación adecuada sobre medidas de seguridad e impacto ambiental.

Tabla 3. Principios activos aprobados para su uso en el control de plagas de granos almacenados, en Argentina, clasificados según su peligrosidad.

PRINCIPIO ACTIVO	FAMILIA o TIPO	COLOR BANDA
Fosfuro de aluminio	Fumigante	Rojo
Fosfuro de magnesio	Fumigante	Rojo
DDVP	organofosforado	Rojo
DDVP + Deltametrina	organofosforado + piretroide	Rojo
DDVP + Permetrina	organofosforado + piretroide	Rojo
Pirimifos metil	organofosforado	Azul

¹ Según resol. SENASA 934/2010, disponible en <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1447&io=15900>.

PRINCIPIO ACTIVO	FAMILIA o TIPO	COLOR BANDA
Pirimifos metil + lambdacialotrina	organofosforado + piretroide	Amarillo
Clorpirifos metil	organofosforado	Amarillo
Clorpirifos + Deltametrina	organofosforado + piretroide	Amarillo
Deltametrina + Butóxido de piperonilo	Piretroide + sinergizante	Amarillo
Mercaptotion	organofosforado	Amarillo
Tierra de diatomeas	Polvo inerte	

Fuente: elaboración propia

Es de destacar que, a diferencia de los otros insecticidas, al cabo de pocos días los residuos de fosfina en los alimentos tratados suelen estar por debajo de los límites máximos permitidos. Esta propiedad es particularmente importante si se los va a utilizar luego de la molienda, en pasos más avanzados en la cadena de industrialización y con mayor proximidad al consumidor. No obstante, los fumigantes son muy peligrosos en el momento del manipuleo y cuando desarrollan concentraciones superiores a 0,3 ppm de modo que se deben extremar los recaudos durante el procedimiento de fumigación.

Respecto a las Tierras de Diatomeas, se trata de un insecticida de origen biológico de bajo impacto ambiental y seguro para el consumidor. En general el control ha sido adecuado cuando han estado formuladas con el fosforado clorpirifós metil, con lo cuál se le adjudica el poder de volteo a este último. En otros estudios, fundamentalmente cuando se utilizan en estado puro, no se ha alcanzado un control satisfactorio. Sin embargo, el principal inconveniente de su utilización es operativo, ya que se necesita dosificar a razón de 1 kg por tonelada de grano, lo cual resulta problemático en casi cualquier sistema de manejo de granos. Además, las tierras de diatomeas pueden afectar ciertas características organolépticas de los granos, tales como el brillo.

Síntesis de Recomendaciones

Opción A: Control Integrado de Plagas con Uso Racional de Químicos

1. Limpiar exhaustivamente las instalaciones de acopio y el equipo de manejo de granos.
2. Desinfestar los depósitos con insecticidas residuales respetando estrictamente todas las instrucciones de la etiqueta para evitar problemas de inocuidad, seguridad y medioambiente.
3. Establecer una política de recepción de grano libre de insectos.
4. Realizar la pre-limpieza del grano.
5. Como alternativa no obligatoria, aplicar un insecticida residual sobre el grano si este será almacenado por un período mayor a 2 meses.
6. Descorazonar el silo.
7. Enfriar rápidamente mediante aireación (o refrigeración artificial) hasta 17°C o menos.
8. Monitorear presencia de insectos.
9. Identificar los insectos encontrados.
10. Planificar con tiempo la medida de control de insectos.
11. Realizar la fumigación con fosfina con personal especializado y habilitado para realizar el procedimiento, respetando todas las instrucciones de seguridad y plazos estipulados en el marbete del producto.

Opción B: Control Integrado de Plagas sin Uso de Químicos (garantiza ausencia de residuos de insecticidas de granos almacenados y mínimo efecto en el ambiente)

1. Limpiar exhaustivamente las instalaciones de acopio y el equipo de manejo de granos.
2. Desinfestar los depósitos con tratamiento por alta temperatura.
3. Establecer una política de recepción de grano libre de insectos.
4. Realizar la pre-limpieza del grano.
5. Descorazonar el silo.
6. Enfriar rápidamente mediante aireación (o refrigeración artificial) hasta 17°C o menos.
7. Monitorear presencia de insectos.
8. Identificar los insectos encontrados.
9. Planificar con tiempo la medida de control de insectos.
10. Para control de insectos utilizar el método de atmósferas modificadas (nitrógeno o dióxido de carbono) procurando una excelente hermeticidad del depósito. Respetar tiempos de exposición y concentraciones de acuerdo a temperaturas, insectos y tipo de grano.

Artículo elaborado por Ing. Agr. Bárbara Carpaneto, Lic. Bernadette Abadia, Ing. Agr. Ricardo Bartosik

e-mail: bcarpaneto@balcarce.inta.gov.ar; abadia.mariab@balcarce.inta.gov.ar; rbartosik@balcarce.inta.gov.ar

Bibliografía

- ABADÍA, B. & BARTOSIK, R. (Eds.) 2012. **Manual de Buenas Prácticas en Poscosecha de Granos. *Hacia el agregado de valor en origen de los granos.*** En prensa.
- CARPANETO, B. 2010. **Caracterización y manejo integrado de plagas en granos almacenados (*Phylum: Arthropoda*)**. Trabajo de monografía para optar por el grado de Especialista en Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- INTA PRECOP - EFICIENCIA DE POSCOSECHA. 2012. **Control de insectos en granos almacenados**. Material de divulgación INTA.