

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CARRERAS AGRONOMICAS



Experiencia Profesional

“FUMIGACIONES A GRANOS ALMACENADOS”

Por:

Ismael Martínez Arguijo

Presentada como requisito para obtener el Título de:
Ingeniero Agrónomo en Irrigación

Torreón, Coahuila, México, Septiembre del 2014

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Memoria de Experiencia Profesional

"FUMIGACIONES A GRANOS ALMACENADOS"

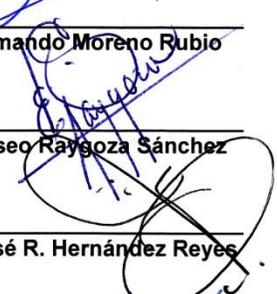
**Por:
Ismael Martínez Arguijo**

Aprobada por el Comité Particular de Asesoría

Asesor Principal:


M.C. Armando Moreno Rubio

Asesor:


Ing. Eliseo Raygoza Sánchez

Asesor:

Ing. José R. Hernández Reyes

Asesor:


M.C. Federico Vega Sotelo

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas


Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

Torreón, Coahuila México

Septiembre de 2014.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**MEMORIAS DE EXPERIENCIAS PROFESIONAL QUE SE SOMETE
A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA:

Presidente:


M.C. Armando Moreno Rubio

Vocal:


Ing. Eliseo Raygoza Sánchez

Vocal:


Ing. José R. Hernández Reyes

Vocal:


M.C. Federico Vega Sotelo

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas


Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

Torreón, Coahuila México

Septiembre de 2014.

C. Dedicatorias y Agradecimientos.

A Dios Todo Poderoso: Le doy gracias a mi Dios, por darme la vida, la fuerza, espíritu y la voluntad necesaria, para permitirme llegar a esta instancia, para poder cerrar un ciclo en mi vida que había quedado inconcluso. Gracias Señor Todo Poderoso, por esta bendición que me das y permitirme seguir adelante en la vida.

A mis Padres Esteban y Guadalupe: Por haberme dado la dicha de la vida, y por haberme llevado de la mano a lo largo de mi niñez, infancia y juventud, por haber sabido encausarme y guiarme por el buen camino de la rectitud, responsabilidad y enseñarme a ser una persona que siempre luche por ser mejor.

Gracias Papás, por haber hecho el esfuerzo de darme el estudio, y que a pesar de las limitaciones que hayamos tenido, me permitieron estudiar en las mejores escuelas de prestigio y por haber sido el ejemplo para luchar por una vida mejor a través del trabajo, disciplina y esfuerzo.

A mi Familia: A mi esposa Lily y mis hijos Karen, Jair y Kevin, por darme esta familia maravillosa y por haber luchado juntos para sobresalir profesionalmente, a pesar de tantos obstáculos que tuvimos en los inicios. Mil gracias por ese apoyo incondicional en mi formación como profesionista, por tantos esfuerzos que hemos hecho juntos, para tener un mejor nivel de vida y por seguir juntos luchando por una vida mejor.

A ti hija Karen, que fuiste el ejemplo para mí, para lograr este propósito que me fije, para que te sientas orgullosa de tu padre Gracias hija por demostrarme que debemos concluir con el ciclo educativo. Hija, fuiste mi guía.

A mis hermanas: Gracias hermanas, por haber crecido juntos y por seguirnos apoyando de manera incondicional, las aprecio muchísimo y gracias por apoyarme en momentos difíciles en los que estuvimos juntos, luchando siempre sin detenernos por nada, a pesar de tantos obstáculos en la vida y por apoyarnos siempre. Gracias hermanas.

A mi Amigo Mario: Gracias amigo Mario, por haberme apoyado con tus consejos, experiencias y todos los momentos felices que hemos convivido, por saberme escuchar, por todo lo que hemos compartido y por esa amistad que siga perdurando por siempre.

Primo Rolando: Gracias por el apoyo en este trabajo, aparte de ser mi primo y un gran amigo.

A mis Profesores: Gracias a mis profesores de la Universidad, Ing. Carlos Efrén, Eliseo Raygoza, Lic. Edgardo, Ing. Federico Vega Sotelo, a Usted mi buen amigo y compañero de viaje de estudios Ing. Moreno Rubio y a ti mi buen amigo y Sinodal Ing. Roberto, gracias a todos, por haberme guiado a través de los años de estudio en esta queridísima Alma Terra Mater, por enseñarme y prepararme como un profesional capaz de abrirme camino en la ámbito laboral y, sobre todo por esos lazos de amistad incondicional que perduren por siempre y mis mejores respetos para todos Ustedes. Mil Gracias.

D. Índice de contenido.

	Página
A. Carátula de presentación -----	1
B. Asesores y Jurado -----	2 - 3
C. Dedicatorias y Agradecimientos -----	4 - 5
D. Índice de contenido -----	6 - 8
E. Reseña de mi Experiencia Profesional -----	9 - 11
1. Introducción -----	12 - 14
2. Objetivo -----	14
3. Campo de Aplicación -----	15
4. Definiciones -----	15 - 16
5. Principales plagas que atacan a los granos almacenados -----	16 - 17
5.1 Clasificación de los insectos de almacén -----	17
5.1.1 Insectos primarios -----	17 - 18
5.1.2 Insectos secundarios -----	18 - 19
5.1.3 Insectos terciarios -----	19
5.2 Principales plagas de los productos almacenados -----	19 - 21

6. Daños que ocasionan las plagas a los granos almacenados -----	22
7. Detección de las plagas en granos almacenados -----	23 - 24
8. Métodos de control de plagas en granos almacenados -----	24
8.1 Control Mecánico -----	24
8.2 Control Físico (Atmósferas modificadas) -----	24 - 25
8.2.1 Aplicación de ozono -----	25
8.2.2 Aplicación de CO ₂ -----	25
8.3 Control Biológico -----	26
8.4 Control Químico -----	26
8.4.1 Uso de plaguicidas -----	26 - 27
8.4.2 Clasificación de los plaguicidas -----	27 - 29
8.4.3 Clasificación toxicológica de los plaguicidas -----	29
8.5 Fumigación con Bromuro de Metilo -----	29 - 30
8.6 Fumigación con insecticida -----	30 - 31
8.7 Fumigación con fosfuro de aluminio -----	32
8.7.1 Propiedades físicas y químicas de los fumigantes -----	32
8.7.2 Reacciones químicas de los fosfuros de Al y Mg -----	33
8.7.3 Composición de una tableta de fosfuro de aluminio -----	33 - 34
8.7.4 Difusión de la fosfina -----	35
8.7.5 Tolerancia de los insectos a la fosfina -----	35
8.7.6 Presentación de fosfuros de aluminio y magnesio -----	36 - 37

9. Dosis de fumigante y tiempo de exposición -----	38
9.1 Para determinar la dosis de fumigante -----	38 - 39
9.2 Tiempo de exposición -----	39 - 40
10. Materiales y equipos de aplicación de fumigante -----	41 - 42
11. Procedimientos de fumigación -----	42
11.1 Actividades previas a la fumigación -----	42 - 43
11.2 Recomendaciones de seguridad -----	43
11.3 Instrucciones generales -----	44
11.4 Actividades durante la fumigación -----	44 - 45
11.5 Actividades posteriores a la fumigación -----	46
11.6 Monitoreo para concentraciones de fosfina -----	46 - 47
11.7 Tipos de tratamientos con fosforo de aluminio -----	47
11.7.1 Fumigación a bodegas planas -----	48 - 49
11.7.2 Fumigación a silos verticales -----	49 - 50
11.7.3 Fumigación en estibas de grano ensacado -----	50 - 51
11.7.4 Fumigación en medios de transporte -----	51 - 52
11.7.5 Fumigación de granos a la intemperie -----	53 - 54
12. Aireación -----	54
13. Riesgos de incendio y explosión -----	55 - 56
14. Almacenamiento de fumigantes -----	56
15. Disposición de residuos -----	57 - 58
16. Signos y síntomas de sobre exposición a los fumigantes -----	59 - 61

17. Conclusiones -----	62
18. Bibliografía -----	63 - 64

E. Reseña de mi Experiencia Profesional en el ámbito laboral.

Les comparto una breve reseña de mi experiencia en el ámbito laboral:

- 1. Diciembre de 1987.** Egresé de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” – Unidad Laguna, como pasante de Ingeniero Agrónomo, en la especialidad de Irrigación.
En la Universidad, ingresé en Agosto del 1983 y la terminé a los 9 semestres en Diciembre de 1987.
- 2.** De 1988 a 1989, trabajé en Silicatos y Derivados, S.A. de C.V., en Tlalnepantla, Estado de México, en el área de producción.
- 3.** De Enero a Marzo de 1990, trabajé en el Campestre La Rosita de Torreón, Coahuila, como responsable del Sistema de Riego por aspersión del Campo de Golf.
Aquí mi estancia fue corta, ya que no vislumbre un futuro prometedor para mi formación profesional.
- 4.** En 1990, participé también en el Censo de Población y Vivienda del INEGI, En Gómez Palacio, Durango, como Responsable de Área Geo-estadística Básica.

5. En 1991 Trabajé en el Instituto Nacional para la Educación de los Adultos (INEA), de Francisco I. Madero, Coahuila, como encargado de zona.
6. De 1991 a inicios de 1992, trabajé para Aspersoras de México, S.A. de C.V. (ASPERMEX), en el área de ventas. En la Ciudad de México.
7. De Mayo del 1992 a Mayo del 2003, ingresé a la Administración General de Aduanas, de la Secretaría de Hacienda y Crédito público, como Inspector Fiscal, en las distintas Aduanas del País. Participando en los controles de entradas y salidas de todo tipo de mercancías del País.

En Abril de 1994, fui promovido al puesto de 3er. Inspector Fiscal, desempeñando mis funciones como encargado en cada Punto de Revisión Fronteriza y/o interiores.

En Mayo del 2003, presente mi renuncia al Sistema de Administración Tributaria, para iniciar una nueva etapa como Empresario.

8. El 26 de Junio del 2003, inicio mi etapa como Empresario en la Ciudad de Guadalajara, Jalisco, creando la Empresa “Agro Operadora de Silos y Bodegas, S.A. de C.V.”, de la que fui el Representante Legal.

En esta Empresa tenía como función principal, la fumigación a granos almacenados, principalmente maíz, sorgo, frijol, trigo y cebada, iniciando en Guadalajara, Jalisco y en Septiembre del mismo año 2003, se abrió una sucursal en Los Mochis, Sinaloa.

En Enero del 2008, se abre otra Empresa adicional “Operadora de Granos Almacenados”, con sede en Guadalajara, Jalisco y con sucursal en Los Mochis, Sinaloa. Mi puesto fue de Gerente General. En esta empresa aparte de la función principal de fumigación a granos almacenados,

iniciamos el servicio adicional de supervisión de calidad de granos almacenados.

En el 2009, se creó un Proyecto de Investigación avalado por el CONACYT y en vinculación con las Universidades de Guadalajara y la Universidad Autónoma de Sinaloa, llamado: “El ozono como sistema de sanitización del maíz almacenado en silos”, que aparte de ser un proyecto de innovación tecnológica, se logró bajar recursos económicos, que fueron un apoyo considerable para la compra de equipo de investigación que serviría para los servicios de la Empresa.

El 15 de Abril del 2010, inicio una nueva Empresa “Fumigaciones a Granos Almacenados, S.A. de C.V.”, con las funciones siguientes:

- Fumigación de granos almacenados en:
 - a) Bodegas, silos, pilas, estibas, medios de transporte, etc.
 - b) Saneamiento a Centros de acopio antes de la reciba de granos.
 - c) Supervisión de calidad física de granos en almacén y/o embarques por ferrocarril y en camión.
 - d) Muestreos de granos para calidad, sanidad y análisis químico.
 - e) Cordones sanitarios por aspersion y/o termo-nebulización.
 - f) Confrontas de calidad y sanidad de granos en destinos.

Actualmente la Oficina Matríz está en Los Mochis, Sinaloa, con sucursales en Guadalajara, Jalisco, Cd. Obregón, Sonora y Estado de México.

1 Introducción.

La Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas, estimó que la cantidad de alimentos dañados o que se pierden totalmente por la acción de las plagas de insectos cada año, sería suficiente para alimentar cientos de millones de personas. Considerando que la mayoría de estas pérdidas se da durante el almacenamiento de los alimentos y, podría evitarse con los manejos integrados de plagas que actualmente existen.

Las plagas de productos almacenados pueden aparecer en cualquier etapa, ya sea durante el almacenamiento, transporte o en plantas de procesamiento. Se extienden por todo el mundo, recorriendo las instalaciones o medios de transporte y son capaces de adaptarse rápidamente a un nuevo ambiente y establecerse sin problema alguno.

Un almacén es un sitio ideal para la cría y reproducción de las plagas, pues hay abundante alimento y las condiciones favorables para su desarrollo.

Para garantizar el abasto de granos y semillas en la cantidad y calidad requeridas para su consumo y/o comercialización, se debe acopiar la producción en lugares estratégicos, donde se pueda tener un buen almacenamiento y conservación de los mismos, que tengan las condiciones necesarias para que no sufran daños por la acción de las plagas, enfermedades y condiciones climatológicas, que puedan mermar en peso, reducción de calidad y en casos extremos la pérdida total de los productos almacenados.

Expertos estiman que de la producción mundial de granos, se pierden entre 5 al 10 %, por causa de los insectos y, existen algunas investigaciones de que en

ciertos países sudafricanos, alcanza hasta un 50%, por lo que radica una gran importancia el control de plagas en granos almacenados.

En México se estima que las pérdidas de los granos están entre el 5 y el 25% de la producción total de maíz, trigo y frijol, principales granos básicos del país.

La fumigación es el procedimiento más común para eliminar plagas de insectos y su efectividad depende de factores tales como: hermeticidad del local, tipo de grano, fumigante, equipo de aireación, humedad, temperatura, tiempo de exposición y estado biológico de los insectos.

Las áreas de almacenamiento higiénicamente limpias, no es una garantía contra las infestaciones de insectos, solo los plaguicidas pueden resolver completamente el problema.

Los fumigantes son todos aquéllos materiales que ejercen una acción tóxica en estado gaseoso, debido a esta ventaja pueden penetrar en todo el espacio disponible, y por lo mismo solo son apropiados para espacios cerrados, ya que se dispersan rápidamente y no proporcionan una protección duradera al producto.

Los fumigantes actúan sobre los insectos penetrando a través de su sistema respiratorio. Así, a temperaturas óptimas para la actividad de los insectos, en las que el ritmo respiratorio es más elevado, ofrecerán las condiciones más adecuadas para la fumigación. A medida que sea más baja la temperatura, mayor será la dosis necesaria y el período de tiempo requerido para la fumigación.

Las etapas en que los insectos se encuentran más inactivos, (huevecillo, larva y pupa), son más resistentes a la acción de los fumigantes, porque disminuyen al mínimo su respiración.

El fosforo de aluminio es uno de los fumigantes más utilizados a nivel mundial para el combate de plagas de insectos de granos almacenados. Se utiliza para el control de plagas en cereales, harinas, oleaginosas, cacao, nueces, semillas, café, tabaco, especias, frutas secas, alimentos procesados, etc.

El fosforo de aluminio expuesto a las condiciones atmosféricas se descompone lentamente y reacciona con la humedad del aire produciendo fosforo de hidrógeno (fosfina) e hidróxido de aluminio. El fosforo de magnesio también reacciona con la humedad del aire para producir fosfina y se utiliza también como fumigante.

La fosfina tiene un rango de actividad muy amplio contra insectos y ácaros en todos sus estados de desarrollo, desde huevecillo hasta adulto. Controla también roedores.

No tiene efectos adversos en la calidad o en las propiedades organolépticas de los productos tratados. Tampoco afecta la germinación.

2. Objetivos.

Proporcionar la información necesaria para llevar a cabo los tratamientos de fumigación a granos almacenados con fosforo de aluminio básicamente y hacer mención de otros tipos de tratamientos preventivos y correctivos para el control de plagas, tomando en consideración todos los factores bióticos y abióticos que influyen en las fumigaciones.

Así mismo se podrán identificar los principales insectos de almacén que pueden dañar la calidad de los granos y determinar el método de control de plagas más efectivo para el combate de las mismas.

Proporcionar una herramienta más, como material de apoyo para las personas que se dedican a la conservación de granos almacenados.

Ser un ejemplo a seguir por los alumnos que egresaron y que están por terminar su Licenciatura, para que no esperen a Titularse hasta que estén trabajando, ya que es más difícil darse el tiempo necesario para este fin, por los compromisos y responsabilidades que se tienen en el área laboral.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente va dirigido al todo el personal que esté involucrado en el almacenamiento y conservación de granos y a los responsables de dicha conservación, así como a los prestadores de servicios de fumigación de granos almacenados, para que sea una herramienta indispensable para tratar todo tipo de granos para control de plagas que puedan afectar la calidad de estos productos y, de esta manera garantizar que se tenga una buena conservación durante su almacenamiento.

A los acopiadores de granos, a los estudiantes de Agronomía, para que sea un ejemplo a seguir y se tome como una alternativa viable de trabajo.

Al personal de las empresas prestadoras de servicios que se dediquen a la fumigación de granos almacenados, para que sirva como material de apoyo en las tareas a desempeñar, en los distintos servicios de control de plagas.

4. DEFINICIONES.

- **Almacenamiento de granos:** Consiste en guardar los productos alimenticios.
- **Plaguicida:** Cualquier tipo de sustancia o mezcla de sustancias, para controlar cualquier tipo de plaga.
- **Fumigante:** Sustancia química en forma de gas, que se emplea para control de insectos de granos almacenados, que ataca por las vías respiratorias.

- **Fumigación:** Proceso que consiste en desinsectar los granos almacenados mediante un gas tóxico llamado fumigante y por impregnación con insecticidas.
- **Dosis:** Cantidad de fumigante a utilizar por volumen o peso.
- **Fosfina:** Gas fumigante, que se obtiene de la reacción química del fosforo de aluminio y de magnesio.
- **Ppm:** Partes por millón, que es la unidad de medida para medir la concentración del gas fumigante (fosfina).
- **Tiempo de exposición:** Tiempo total de permanencia del recinto o producto en fumigación.
- **Plaga:** Presencia masiva y repentina de insectos u otros organismos que causan graves daños a los granos almacenados.
- **Concentración del fumigante:** Es la cantidad de fumigante en ppm (partes por millón), por metro cúbico de espacio ocupado.
- **Toxicidad:** Técnicamente, es la dosis en mg de ingrediente activo necesaria por kg de peso corporal del consumidor.
- **Humedad del grano:** Es la cantidad de agua contenida en el grano con relación al peso total del mismo y expresado en porcentaje de masa sobre base húmeda.
- **Humedad relativa:** La humedad relativa del aire, se define como la razón entre la presión de vapor de agua en un momento dado y la presión de vapor de agua cuando el aire está saturado de humedad, a la misma temperatura.
- **Equipo de protección personal (EPP):** El equipo que tiene como propósito principal, prevenir las enfermedades y accidentes que pudieran alterar la salud de los trabajadores en el desempeño de cualquier actividad laboral.

5. Principales plagas que atacan a los granos almacenados.

Los insectos se convierten en plagas cuando la población y los daños que causan, exceden los valores normales, que se le conoce como umbral de daño económico, que sería un riesgo muy grande para la inversión del productor de granos. Las plagas de los insectos varían de acuerdo con la región, estación del año, tipo y periodo de almacenamiento.

De la gran diversidad que existe de insectos, son aproximadamente 20 especies, las que atacan a los granos almacenados, afectando en gran medida la calidad de los mismos. La infestación inicia desde el campo, dejando huevecillos ovipositados durante la precosecha, posteriormente la infestación se manifiesta durante el almacenamiento.

5.1 Clasificación de los insectos de almacén.

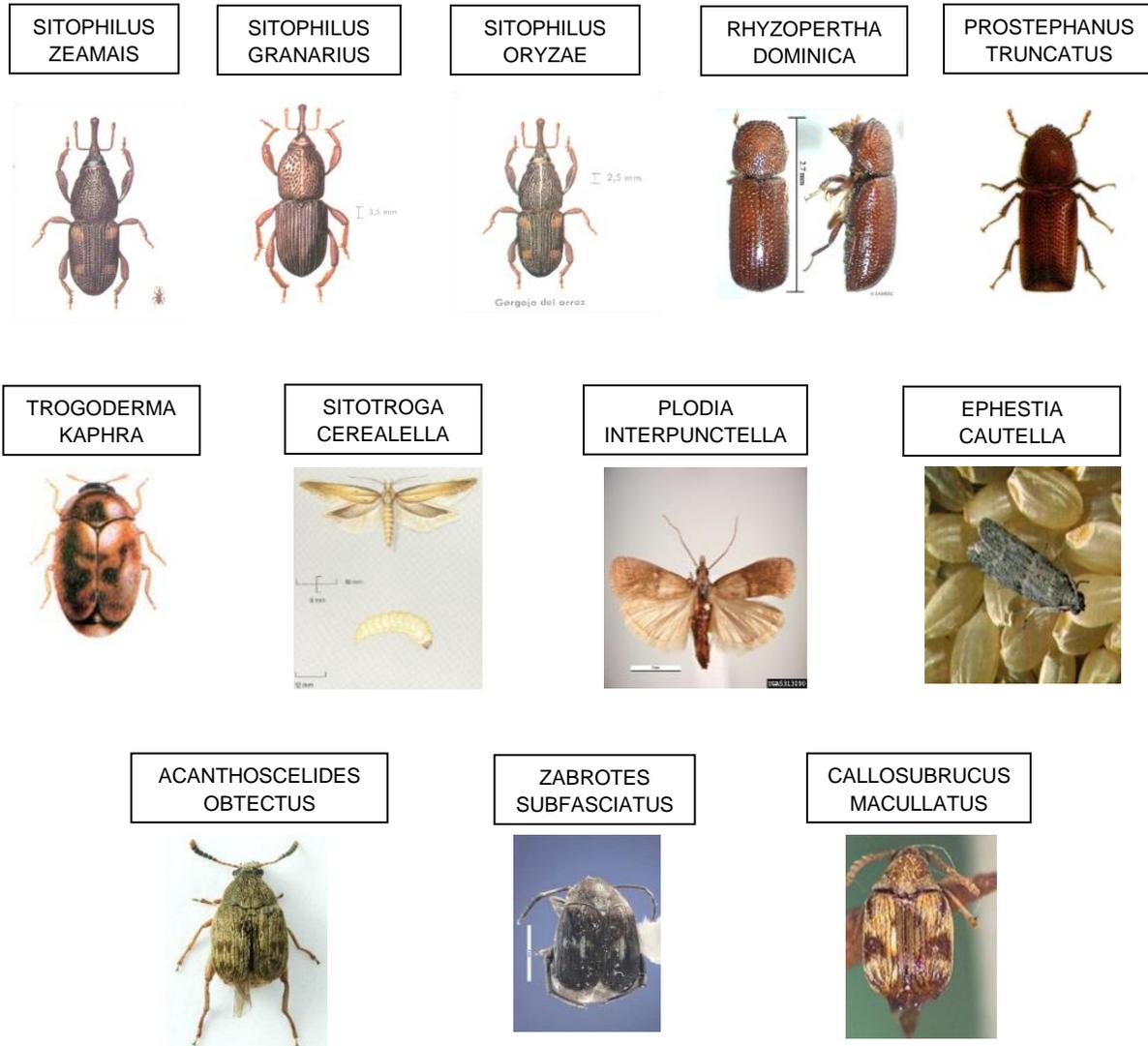
Los insectos suelen tener distintos e importantes estados de desarrollo, dependiendo del tipo de metamorfosis; sin embargo, puede decirse que los principales estados de desarrollo son huevo, larva o ninfa, pupa o crisálida y adulto.

5.1.1 Insectos primarios.

Las plagas primarias son aquellos insectos que atacan al grano íntegro, sin daño previo, son las más importantes durante el almacenamiento, sus fuentes de alimento son limitadas y mueren cuando estas se agotan o cuando las poblaciones alcanzan altos niveles. Los insectos de esta clase pueden sobrevivir en los residuos de grano dentro de las estructuras del almacenamiento. Estos insectos tienen aparato bucal masticador, capaz de romper el pericarpio del grano,

introducirse, alimentarse y ovipositar, contaminan el grano con los desechos y favorecen la infestación de plaga secundaria.

Ejemplos de insectos primarios de granos almacenados:

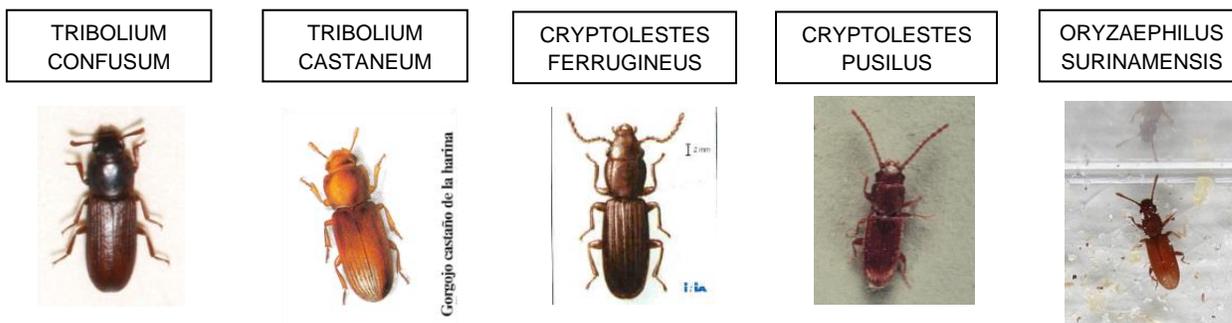


5.1.2 Insectos secundarios.

Las plagas secundarias, son los insectos que no atacan a los granos íntegros, no pueden perforar el pericarpio de los granos, se alimentan de aquellos que ya han sido dañados por plagas primarias o por los manejos de cosecha y conservación,

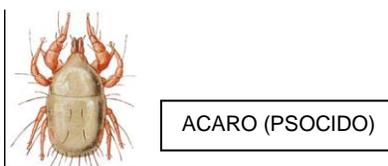
se encuentran en los granos quebrados, desechos, harinas. Las plagas secundarias tienen una variedad de alimento más amplia y pueden aparecer al inicio del almacenamiento.

Ejemplos de insectos secundarios de granos almacenados:



5.1.3 Insectos terciarios.

Son insectos que se alimentan de los desechos de granos que han dejado las plagas primarias y secundarias. Se desarrollan en lugares con problemas de humedad.



5.2 Principales plagas de los productos almacenados.

PLAGAS DE LOS PRODUCTOS ALMACENADOS							
Nombre Común	Nombre Científico	Tamaño Adulto	Color del Adulto	Ciclo de	Estadio Destructivo	Mercancía Atacada	Características
Gorgojo de los graner	Sitophilus granarius (L)	2—5 mm	Café rojizo a café obscuro	40—120 días	Larvas y adultos	Trigo, arroz, maíz	Cosmopolita. Daños secundarios por moho por humedad excesiva

Gorgojo del arroz	Sitophilus. orizae (L)						
Gorgojo del	Sitophilus. zeamais (M)						
Barrenador menor de los granos	Rhizopertha dominica (F)	2—3 mm	Negro	30 días	Larvas y adultos	Granos, harinas	Cosmopolita. Gorgojos de fuertes mandíbulas vacían el grano
Palomilla Angoumois	Sitotroga cerealella (O)	Longitud 6—9 mm Alas 13—19 mm	Buff	60 días	Larvas	Granos almacenados, granos muy húmedos en campo	Distribuido en todo el mundo. Activo en clima frío
Palomilla de la India	Plodia interpunctella (H)	Longitud 10 mm Alas 14—20 mm	Blanco grisáceo y café rojizo	30—300 días	Larvas	Granos y gran variedad de productos comestibles	Distribución mundial. Confinado a profundidad de 20 cm formado red de seda junto con los sacos de las pupas
Palomilla Mediterránea de la harina	Ehpestia kuehniella (Z)	Longitud 10—14 mm Alas 20—22 mm	Gris claro a blancuzco	45-70 días	Larvas	Harina, nueces, frutas secas, molinos de harina y productos comestibles en el almacén	Las redes sedosas tejidas por las larvas interfieren con la operación del molino
Gorgojo confuso de la harina	Tribolium confusum (J.duV.)	3—5 mm	Café rojizo	60—85 días	Larvas y adultos	Todos los cereales y maltas	Distribución mundial. Sobrevive bajas temperaturas
Gorgojo rojo de la harina	Tribolium castaneum (H)	3—5 mm	Café rojizo	90—150 días	Larvas y adultos	Cereales, frutas secas, especias	Cosmopolita
Gorgojo serrado de los granos	Oryzaephilus surinamensis (L)	2.5—3.5 mm	Café obscuro	30—70 días	Larvas y adultos	Cereales y derivados, tabaco, caña, nueces	Mundial. Su forma plana favorece infestación de productos en pacas
Gorgojo Cadella del pan	Tenebroides mauritanicus (L)	11 mm	Negro brillante	4—10 meses	Larvas y adultos	Molinos, silos, almacenes	Cosmopolita. Prefiere lugares oscuros
Gorgojo plano de los granos granero	Cryptolestes pusillus (S)	2 mm	Café rojizo	35—65 días	Larvas y adultos	Harina y granos	Gorgojos minúsculos.

Gorgojo de Khapra	Trogoderma granarium (E)	2—3 mm	Café rojizo a café muy oscuro	30—45 días	Larvas y adultos	Almacenes, silos, molinos, malta y granos	Cosmopolita
Gorgojo de los almacenes	Stegobium panicetum (L)	2—3 mm	Café rojizo	70—200 días	Larvas y adultos	Granos y derivados	Cosmopolita y omnívoro
Gorgojo de los cueros	Dermestes lardarius (L) Dermestes maculatus (D.G)	7—9 mm	Negro	70—200 días	Larvas y adultos	Cuero y procesadores de alimentos	Distribución mundial
Gorgojo copra	Necrobia rufipes (D)	5 mm	Azul verdoso brillante	40—100 días	Adultos	Carne seca	Cosmopolita; predadores de otras larvas
Gorgojo del café	Aracerus fasciculatus (D)	1.5—4 mm	Café oscuro con manchas café claro	60—100 días	Larvas y adultos	Café y cacao en grano; maíz, frutas secas, especias	Distribución mundial
Gorgojo de los cigarrillos	Lasioderma serricornis (P)	2—4 mm	Café rojizo claro	50 días	Larvas y adultos	Tabaco almacenado	Cosmopolita. También infesta cereales
Palomilla de los almacenes	Euphestia cautella (W)	Longitud 13 mm Alas 10—20 mm	Gris claro	45—70 días	Larvas	Cereales	Cosmopolita
Palomilla del tabaco	Euphestia elutella (H)						
Gorgojo araña de Australia	Ptinus tectus (B)	2—2.5 mm	Café oscuro rojizo	4—6 meses	Larvas y adultos	Alfombras y pieles	Cosmopolita. Prefiere temperaturas bajas
Gorgojo negro de los tapetes	Attagenus pelli (L)	5 mm	Negro mate	Más de 1 año	Larvas y adultos	Pieles, cueros, muebles, textiles	Distribución mundial
Roedores							
Rata Bandicoot	Bandicota bangalensis	Longitud 36—48 cm	Pelo café oscuro corto y grueso				Ataca cultivos en campo y alimentos almacenados
	B. indica	Longitud 51—68 cm	Pelo negro muy grueso, con espinas				
Ratón de campo	Mus booduga	Longitud 9—16 cm	Café				Ataca cultivos en campo

Rata gerbil	Tatera indica	Longitud	Café		Ataca cultivos en campo
-------------	---------------	----------	------	--	-------------------------

6. Daños que ocasionan las plagas a los granos almacenados.

Los daños que ocasionan las plagas a los granos almacenados, se dan desde campo y durante todo el tiempo de almacenaje, que afectan considerablemente la calidad comercial del producto, además de tener pérdidas importantes en peso, que disminuyen la rentabilidad.

Algunos daños son:

- a) Perforaciones.
- b) Galerías.
- c) Horadaciones.
- d) Mordeduras.
- e) Otros daños, olores a moho, etc.

Las plagas de granos almacenados provocan pérdidas de:

- Peso.- Al alimentarse del grano.
- Calidad nutricional.- Los insectos consumen las partes de los granos con mayor contenido de carbohidratos (germen, gluten), dejando los granos con perforaciones, galerías o huecos.
- Germinativa.- Reducción del % de germinación.
- Comercial.- Al contaminar los granos sanos con excretas, partes de insectos o con insectos vivos.
- Sanitaria.- Al ataque de los insectos, favorecen la proliferación de hongos y bacterias, que generan micotoxinas y la pudrición del grano.





Imágenes de daños ocasionados por plagas.

7. DETECCIÓN DE PLAGAS EN GRANOS ALMACENADOS.

Para poder determinar los mejores métodos para control de plagas, debemos buscar que tipos de insectos vamos a combatir, por lo que la detección de insectos es una tarea imprescindible.

La detección se puede hacer a la reciba de los granos, cuando va entrando o durante el almacenamiento.

En el momento de la reciba, se debe muestrear cada medio de transporte en que llegan los granos al centro de acopio o almacén, en donde aprovechamos la muestra tomada con 2 fines que son de ver la calidad del producto y a su vez, si está infestado con insectos de campo.

Una vez que el grano se encuentra almacenado, se deben tomar muestras de manera periódica, para ir evaluando el grado de infestación de insectos para programar en tiempo y elegir el tratamiento más adecuado para el control de plagas.

Otra manera de detección es observando **la temperatura de los granos almacenados**, ya que el desarrollo de los insectos está siempre acompañado con liberación de calor. Un buen sistema de termometría instalado en los silos o almacenes, sería de gran utilidad.

Por otra parte debemos mencionar a las **Trampas de feromonas**, que se han utilizado para el monitoreo y control de Plagas de Granos Almacenados. Las mismas, son de vital importancia para el desarrollo de programas de Manejo

Integrado de Plagas, en las Industrias que en sus procesos de producción, almacenes de productos terminados y plantas de alimentos.

Los especialistas en **control de plagas** ya trabajan con **feromonas** de atracción para monitorear la infestación y contaminación de productos almacenados, pero a pesar de sus virtudes todavía no han sido aceptadas por el usuario final de productos almacenados.

Con la detección temprana de una plaga, se puede evitar problemas de infestaciones severas, con mínimos tratamientos, disminuyendo las pérdidas y el uso de plaguicidas.

8. METODOS PARA EL CONTROL DE PLAGAS.

8.1 CONTROL MECANICO.

Este método de control, consiste en interponer barreras entre la plaga y el grano almacenado, como pueden ser las mallas en las puertas, ductos de aireación, extractores, etc. Este método de control es un medio preventivo.

8.2 CONTROL FISICO (ATMOSFERAS MODIFICADAS).

Este método para control de plagas, consiste en alterar los factores ambientales o atmosféricos en el interior de los almacenes, silos, etc. La condición ambiental está compuesta por 78% de nitrógeno, 20.9% de oxígeno y 0.03 de dióxido de carbono (CO₂). Si los factores de oxígeno y CO₂ se alteran, se logra en cierta medida un control de insectos, por qué las condiciones no serían las óptimas para el desarrollo de los mismos.

En tratamientos fitosanitarios, tomando como referencia la NOM-022-FITO-1995, se mencionan los siguientes:

- a) Tratamiento por irradiación: Se realiza con cualquier tipo de radiación ionizante.
- b) Tratamiento Hidrotérmico: Aplicación de calor mediante inmersión de fruta en agua caliente a 46.1°C, por ciertos períodos de tiempo.
- c) Tratamiento con aire caliente forzado: Introducción de aire caliente humedecido, a instalaciones, a una velocidad de 2 m/segundo, hasta obtener una temperatura de la pulpa de los frutos de 44°C (111.2°F).
- d) Tratamientos en frío: Se utiliza aire frío.

8.2.1 Aplicación de ozono.

El ozono es gas un desinfectante de alto poder corrosivo, levemente más pesado que el aire, compuesta su molécula de tres átomos de oxígeno, que pequeñas dosis controladas, se han obtenido resultados favorables para el control de plagas, una vez que ozono desplaza al oxígeno. EL ozono actúa en el granos, oxidando toda molécula orgánica a su paso, insectos, hongos, impurezas y toda sustancia que se encuentre en la periferia del grano. Se cree que el ozono ataca a los insectos por las vías respiratorias.

El ozono no penetra el pericarpio de los granos, por lo que su control sería únicamente sobre los insectos adultos y, los estadios inmaduros de los insectos primarios no los afectaría este tratamiento.

8.2.2 Aplicación de CO₂.

La concentración de CO₂ en el ambiente es de 0.03% y del Oxígeno de 20.9%, si modificamos estos factores y se eleva la concentración al 60% de CO₂ por 15 días, se mantiene un buen control de los insectos, solo que en climas tropicales sería inapropiado por que la conservación de los granos en éstas regiones no lo permite.

8.3 CONTROL BIOLÓGICO.

En este medio de control, se utilizan organismos vivos (depredadores) que contrarresten a los insectos perjudiciales, reducen el grado de infestación, sin llegar a un control total, por lo que se considera como un medio preventivo.

8.4 CONTROL QUÍMICO.

Este método de control es el más efectivo para el combate de las distintas plagas de los granos almacenados, ya que se utilizan plaguicidas y gases altamente tóxicos para mejor control de plagas.

Los tratamientos más usados en la actualidad, son el Bromuro de metilo, fosfina e insecticidas residuales, dependiendo del tipo de tratamiento, condiciones del granel y de su almacenamiento, condiciones ambientales, etc.

8.4.1 Uso de plaguicidas.

En apego al decreto que crea la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas

(CICOPLAFEST), publicó en los años de 1991 a 1998 el Catálogo Oficial de Plaguicidas, que contiene los productos registrados y sus usos autorizados, sus características principales, así como las indicaciones para su uso e información sobre los riesgos que los mismos implican y sobre el tratamiento en caso de intoxicaciones.

El propósito de este catálogo es ayudar al buen uso y manejo de estos productos en las áreas de empleo: agrícola, forestal, pecuario, doméstico, urbano, industrial y en jardinería.

Se integra en este catálogo la información de los plaguicidas registrados en nuestro país, las características generales de los mismos, así como las aplicaciones para las que se dio la autorización.

Por las constantes modificaciones en los registros, es muy recomendable consultar la vigencia de los plaguicidas que se pretendan utilizar.

Plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se destina a controlar cualquier plaga, incluidos los vectores que transmiten las enfermedades humanas.

8.4.2 Clasificación de los plaguicidas.

Los plaguicidas se pueden clasificar de distintas maneras:

a) Por su concentración.

- **Plaguicida técnico:** Se parte de este para los plaguicidas formulados.
- **Plaguicida formulado:** Mezcla de uno o más plaguicidas técnicos. Es la forma más usual de los plaguicidas.

b) Por los organismos que controlan.

- **Insecticida:** Para el control de insectos.
- **Acaricida:** Control de insectos.
- **Fungicida: Control de hongos y levaduras.**
- **Bactericida:** Control de bacterias.
- **Antibiótico:** Control bacterias.
- **Herbicida:** Control de hierba y malezas.
- **Rodenticida:** Control de roedores.
- **Molusquicida:** Control de moluscos.

c) Por su modo de acción.

- **De contacto:** Actúa al ser absorbido por los tejidos externos de la plaga
- **De Ingestión:** Debe ser ingerido por la plaga.
- **Sistémico:** Se absorbe y traslada por el sistema vascular.
- **Fumigante:** Se difunde en forma de gas y penetra en todas las vías de absorción.
- **Repelente:** Impide que las plagas ataquen.
- **Defoliante:** Causa la caída del follaje de las plantas.

d) Por su composición química.

- **Compuestos inorgánicos:** Compuestos que carecen de carbono. Se consideran los derivados de cobre, azufre, zinc y aluminio.
- **Compuestos orgánicos:** Contienen carbono en su estructura química. (Insecticidas, acaricidas, herbicidas, fungicidas y plaguicidas).
- **Plaguicidas biológicos:** Virus, microorganismos formulados como insumos que pueden controlar a una plaga en particular.

e) Por el uso al que se destinan:

- **Agrícolas:** Por su uso en la producción agrícola y sus productos.
- **Forestales:** Uso en bosques y maderas.
- **Urbanos:** Uso exclusivo en áreas urbanas, industriales, áreas no cultivadas, drenes, canales de riego, lagos, presas, lagunas y vías de comunicación.
- **Jardinería:** Uso en jardines y plantas de ornato.
- **Pecuarios:** Uso en animales o instalaciones de producción intensiva o extensiva, cuyo producto es destinado al consumo humano. Incluye el uso en animales domésticos.
- **Domésticos:** Uso en el interior de los hogares.
- **Industriales:** Se utiliza como materia prima en el proceso industrial para la formulación de plaguicidas de uso directo.

8.4.3 Clasificación toxicológica de los plaguicidas.

La Organización Mundial de la salud los clasifica de la siguiente manera:



CLASIFICACION TOXICOLOGICA OMS

CATEGORIA TOXICOLOGICA		
I	Extremadamente Tóxico	
II	Altamente Tóxico	
III	Moderadamente Tóxico	
IV	Ligeramente Tóxico	

8.5 Fumigación con Bromuro de metilo.

El bromuro de metilo (CH_3Br), es un fumigante incoloro, sin olor e inflamable, que se le agrega un agente delator de intenso olor como es la cloropicrina o tricloro-

nitrometano (CCl_3NO_2), se le agrega un 2%. Como gas es tres veces más pesado que el aire (3.27). Como líquido, un litro de bromuro pesa 1.730 kg.

El bromuro de metilo en forma líquida puede disolver materiales plásticos, hules, pvc. En forma gasificada y a las concentraciones debidamente controladas, tiene poco efecto sobre los plásticos. Por lo que para aplicaciones de este tipo, se recomienda utilizar, mangueras, tubos y accesorios de acero inoxidable, de latón, teflón y de polietileno.

La acción biocida del bromuro de metilo es muy amplia, ya que actúa sobre hongos, nematodos y contra plantas y animales.

El bromuro de metilo es un fumigante efectivo en el tratamiento de gran variedad de plagas, se emplea frecuentemente en los tratamientos cuarentenarios y para tratamientos de suelos en invernaderos.

En fumigaciones de suelos en invernaderos, las concentraciones de bromuro de metilo a utilizar están entre 40 a 120 g/m² para tiempos de exposición de 24 a 48 horas, en temperaturas del suelo de 15 a 25°C.

Se aumenta la concentración cuando:

- El suelo es muy arcilloso u orgánico.
- La plaga, malezas y hongos son muy resistentes.
- El tiempo de exposición es muy corto.

Para fumigaciones de instalaciones, bodegas, silos, tolvas de ffcc, etc., se utilizan concentraciones que varían de 24 a 64 g/m³, para exposiciones de 24 horas, a temperaturas arriba de 15°C.

Las concentraciones se aumentan en situaciones como:

- Tiempo de exposición corto.
- La hermeticidad del lugar a tratar es muy deficiente.
- Pequeños volúmenes a tratar.
- Las plagas a tratar son muy resistentes y alto el grado de infestación.

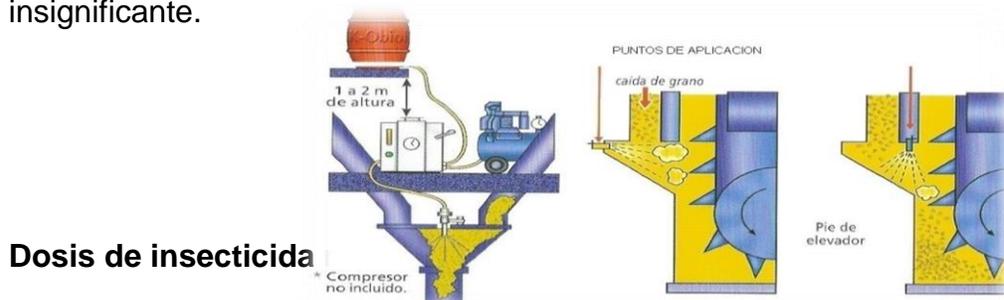
8.6 Fumigación con insecticida.

En la actualidad, el insecticida más utilizado para la fumigación de granos almacenados es la deltametrina, por medio del sistema de impregnación (nebugram) a la entrada o salida de los granos de almacén. Aunque este sistema es recomendado únicamente para productos que van a durar largo tiempo almacenados, por los costos elevados para este tipo de tratamiento.

El sistema Nebugram, es un equipo para impregnación de granos, que consiste en un dosificador, compresor para aire comprimido, depósito de agua e insecticida, boquilla de aspersion y mangueras con sus conectores y adaptaciones, que dosifica la mezcla de producto insecticida (deltametrina), con agua en la dosis recomendada para impregnar al grano de acuerdo a la capacidad de la banda o transportador.

La boquilla de aspersion se coloca en un punto estratégico, en transportador o elevador, donde rompe el grano, de tal manera que se asegure la casi total impregnación.

Mediante este equipo se aplican pequeñas gotas de producto mezclado, con un tamaño de 50 micras, procurando que la cantidad aplicada sea 300 ml/tonelada, con lo que el incremento de humedad en el grano sería menor a 0.03%, cantidad insignificante.



Tratamiento	Dosis	Aplicación
Granos (granel)	Almacenamiento por 6 meses 20 ml + 280 ml de agua/ton (0.5ppm)	Impregnar el grano al momento de la descarga a la bodega o almacén
	Almacenamiento por 12 meses 40 ml + 260 ml de agua/ton	

	(1.0 ppm)	
Granos en costales o sacos estibados	100 ml por cada 10 lts. de agua	Aplicar por aspersión 1 litro de mezcla por 10 m ²
Superficies de bodegas y cordones sanitarios	100 ml por cada 10 lts. de agua	Aplicar por aspersión 1 litro de mezcla cada 20 m ²
Termo-nebulizaciones	40 ml por litro de diluyente (agua, diesel, queroseno)	Para tratar 1000 m ³

8.7 Fumigación con fosfuro de aluminio.

La fumigación de granos almacenados con fosfina, es el método más utilizado en la actualidad, ya que la fosfina es un gas letal para los insectos y que los combate en todas sus etapas de desarrollo, por su alto poder de penetración que permite que el gas fosfina penetre los granos.

El gas fosfina se genera de la descomposición de los fosfuros metálicos de aluminio y magnesio, al entrar en contacto con la humedad atmosférica.

8.7.1 Propiedades físicas y químicas de los fumigantes.

Un fumigante es una sustancia que por sus características es un gas a temperatura ambiente y es capaz de penetrar mercancías y empaques y la fosfina es un fumigante extremadamente tóxico, que se debe manejar por personal altamente calificado.

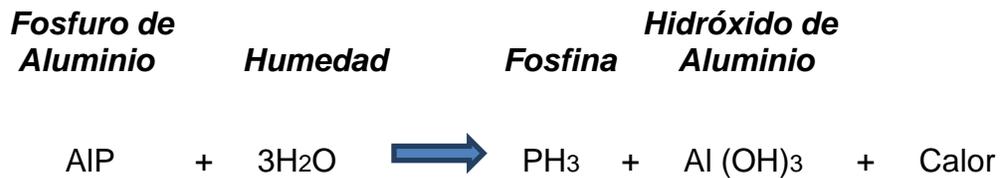
La fosfina es un compuesto gaseoso, formado al reaccionar los fosfuros de aluminio o magnesio con la humedad atmosférica.

Propiedades físicas y químicas de la fosfina:

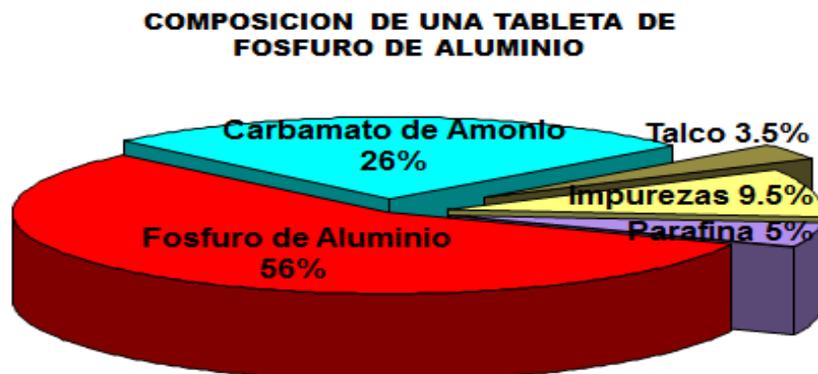
- Formula empírica: PH₃.
- Estado físico: Gas
- Olor: No tiene olor.
- Color: incoloro.

- Densidad: 1.17 g/cm³.
- Límite bajo de explosividad: 1.79 – 1.89% V.
- Acción corrosiva: Reacciona con la humedad atmosférica y tiene alto poder corrosivo en metales como cobre, oro, plata y sus aleaciones.

8.7.2 Reacciones físicas y químicas de los fosfuros de aluminio y magnesio.



8.7.3 Composición de un comprimido de fosfuro de aluminio.



Función de los componentes de la tableta de fosfuro de aluminio:

- **Fosfuro de aluminio:** Es el ingrediente activo, que en la reacción química va generar el gas fosfina.
- **Carbamato de amonio:** Controla la reacción química y es un inhibidor de fuego. Además funciona como agente delator, ya que la fosfina no tiene olor y este desprende un fuerte olor a ajo y a pescado en descomposición.
- **Talco:** Funciona como lubricante, para favorecer la formación de las pastillas en tabletas y evitar el desgaste excesivo de la maquinaria. Frente a la reacción de liberación de la fosfina, es absolutamente inerte.
- **Estearato de zinc:** Se utiliza en la formulación como aglutinante, ya que su baja densidad y su consistencia esponjosa, permite comprimirlo con facilidad.
- **Parafina:** Se encuentra presente desde la materia prima y protege a esta y al producto comercial del ataque de la humedad durante su manejo y transporte. Forma una capa impermeable alrededor de las partículas de fosfuro.

Un comprimido o tableta de fosfuro de aluminio = 1 gramo de fosfina/1 m³

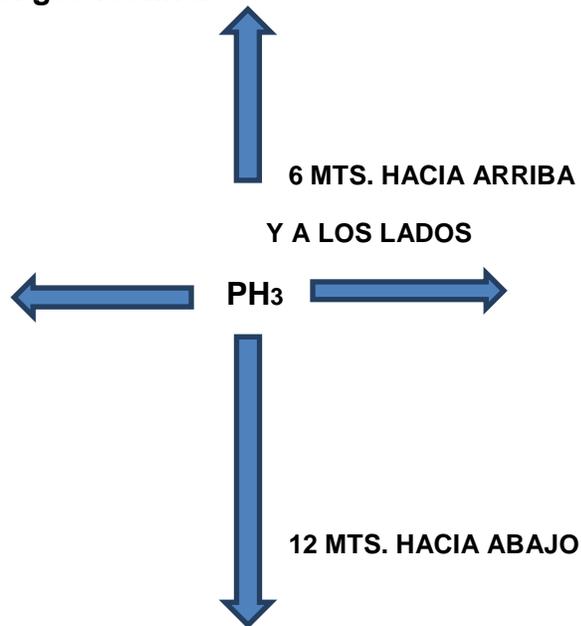
$$\text{ppm} = \frac{\text{vg} \times \text{pg}}{\text{pm}} \quad \text{ppm} = \frac{24.45 \times 1000}{34.04} = \mathbf{718.3 \text{ ppm}}$$

vg = volumen que ocupa un gas en condiciones de temperatura y presión estándar.

pg = cantidad en miligramos de fosfina, aplicada en 1 m³.

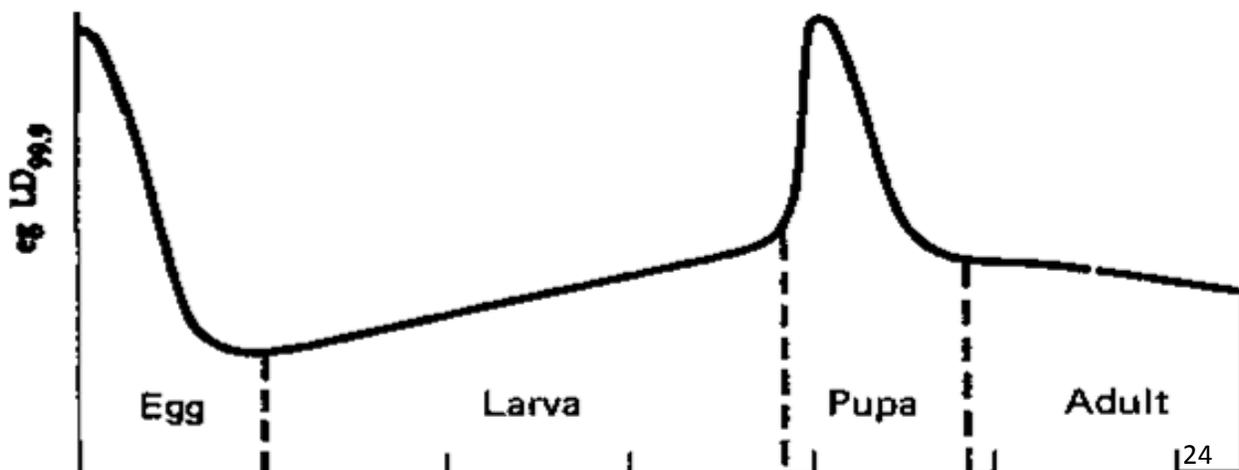
pm = peso molecular de la fosfina.

8.7.4 Difusión del gas fosfina.



8.7.5 Tolerancia de los insectos a la fosfina.

La tolerancia de los insectos a los fumigantes, va a depender en gran medida, de la etapa de desarrollo en la que se encuentre. Ya que en las etapas larvarias, va a presentar mayor resistencia, tal como se muestra en la figura siguiente:





FASES DEL CICLO DE VIDA DE LOS INSECTOS

8.7.6 Presentación comercial de los fosfuros de aluminio y magnesio.

Formas de presentación de los fumigantes:

a) Los comprimidos esféricos o tabletas, pesan 3 gramos y liberan 1 gramo de fosfina, la cual tiene una densidad con relación al agua de 1.2. Los comprimidos se envasan a granel en botes de aluminio con tapón roscado, conteniendo 500 comprimidos cada uno y 333 en otra marca comercial.

b) Los perdigones que pesan 0.6 gramos y liberan 0.2 gramos de fosfina, tienen cerca de 9 mm de diámetro y también se envasan en botes de aluminio conteniendo aproximadamente 1667 perdigones.

c) Placas Degesch de 117 gramos con liberación de 33 gramos de fosfina; no contienen carbamato de amonio y se formulan con 56% de fosfuro de magnesio (equivalente a 560 gramos de ingrediente activo por kilogramo); y 44% de material de soporte, papel adhesivo y materiales de recubierta.

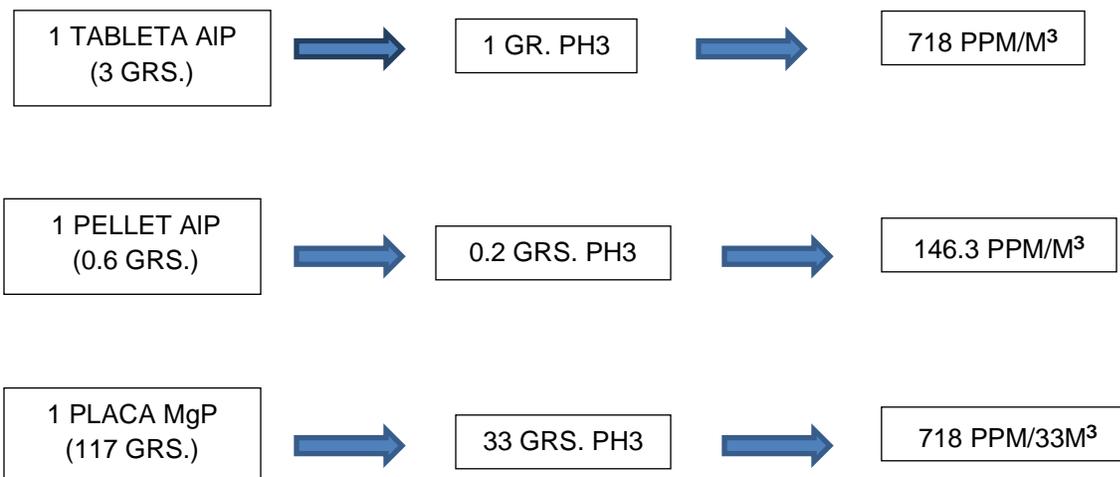
La tableta esférica de 3 gramos de fosfuro, es la presentación con mayor aceptación en el mercado mundial. Es fácil extender durante su aplicación y su forma permite un contacto total con el aire y por tanto con la humedad contenida en él.

Perdigones o pellets; al presentarse una pastilla de forma esférica de menor tamaño se busca una mayor velocidad de descomposición ya que el volumen se reduce y por tanto el ataque de la humedad es más rápido. Los tiempos totales se reducen en una tercera parte con el uso de los pellets.

Las Placas Degesch, se utilizan cuando se dispone de poco tiempo para fumigar o cuando la temperatura es baja.

El tiempo disponible para realizar una aplicación de fosforo de aluminio es de 60 a 90 minutos, mientras que para el fosforo de magnesio es de 20 a 30 minutos.

La fosfina no se absorbe por la piel. Las vías primarias de exposición son por inhalación e ingestión.



9. Dosis de fumigante y tiempo de exposición.

9.1 Para determinar la dosis de fumigante.

Para la dosificación de fumigante a utilizar, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Cálculo del volumen de producto a fumigar.
- Sellado de la estructura.
- Recomendaciones de la etiqueta del producto fumigante.
- Condiciones ambientales: temperatura, y humedad relativa primordialmente.
- Tipo de producto a fumigar.
- Tipo de plagas existentes y grado de infestación.
- Condiciones del granel (temperatura, humedad del grano, impurezas, grado de compactación, etc.).
- Historia de la fumigación del almacén.
- Tiempo de exposición.

Las dosificaciones deben garantizar que se alcance la concentración letal y el tiempo de exposición garantiza que la difusión del gas alcance al homogeneizar dicha concentración en todos los rincones del almacén.

Las dosis deben establecerse con base en los estadios más tolerantes de las especies más resistentes; según la literatura de años atrás, el *Tribolium granarium*, aunque en la actualidad, el *chryptolestes ferrugineus*, es el insecto

que de 3 años a la fecha, ha presentado cierto grado de tolerancia a los fumigantes, que en regiones de climas tropicales resiste concentraciones altas de gas fosfina.

La mayor parte de los insectos en su etapa adulta son eliminados entre las 200 y 460 ppm, hasta ahora no se ha registrado resistencia mayor después de 2 a 4 horas de exposición. En el caso de *chryptolestes spp*, se ha encontrado tolerancia a estas concentraciones, por lo que dependiendo de las condiciones de granel, almacenaje, condiciones ambientales, contratos de compra venta del producto, se han elevado las dosis de fumigante para combatir a este insecto.

Para garantizar mortandad total en las otras etapas de desarrollo (larvas, huevos, pupas) se recomienda tener como mínimo una concentración de 500 ppm y se debe mantener por lo menos durante 24 horas para la etapa adulta, las etapas en desarrollo requieren hasta 96 horas.

Siendo un gas, el fosfuro de hidrógeno o fosfina, penetrará a todas las partes de la estructura del almacén, la dosis entonces debe basarse en el volumen total del espacio a tratarse, tanto el espacio que ocupa el granel, como el espacio vacío y no únicamente la cantidad de producto almacenado.

9.2 Tiempo de exposición.

El período de exposición es el tiempo que un producto va a estar fumigado, para poder garantizar la efectividad del tratamiento.

Para obtener resultados óptimos debe permitirse la descomposición suficiente y la difusión de la fosfina para alcanzar concentraciones letales en todo el espacio de almacenamiento. Igualmente debe garantizar un avance en la descomposición (97.5 a 99.5%) suficiente para evitar el riesgo de manejo de residuos con actividad.

La mayor parte del ingrediente activo (86%), se descompone en las primeras 18 a 24 horas aproximadamente, a este tiempo se obtienen también las concentraciones mayores.

El alargar por 48 horas más una fumigación, descansa en la idea de que el gas debe llegar a los lugares más apartados del almacén y el fosforo debe desactivarse al máximo. A las 48 horas el porcentaje de descomposición es de aproximadamente 93% y a las 72 horas de 97 a 98.5% con fosforo de aluminio.

La duración apropiada del período de fumigación variará según las condiciones, ya que a bajas temperaturas los insectos son más resistentes debido a que la velocidad de difusión del gas es más lenta.

Dosis recomendadas y tiempo de exposición.

Tipo de producto y almacenamiento	Dosis (tabletas/m ³ o ton.)	Tiempo de exposición	Ventilación
Granos en silos, almacenes o a granel.	3 a 6 por ton.	Dependiendo de la hermeticidad, pero no menos de 72 horas.	No menos de 6 horas.
Granos en sacos estibados.	2 a 3 por m ³	72 horas	6 horas mínimo.
Tabaco en fardos, cajas y barriles.	½ a 1 por m ³	96 horas	Fardos mínimo 48 horas, los demás 72 horas.
Productos alimenticios y piensos envasados.	1 a 3 por m ³	72 horas	6 horas mínimo.
Fumigación de espacios y locales vacíos.	2 a 3 por m ³	Mínimo 72 horas.	6 horas.

Condiciones de temperatura para una fumigación:

Temperatura	Tabletas	Pellets
Abajo de 5°C	No fumigar	No fumigar

5 a 10°C	10 días	8 días
11 a 15°C	5 días	4 días
16 a 25°C	4 días	3 días
Arriba de 25°C	3 días	2 días

10. Materiales y equipos de aplicación de fumigante.

Los materiales y equipos de aplicación para la fumigación, va a depender del tipo de tratamiento de que se trate, si es en silo, bodega, intemperie, pilas, sistema J, etc., por lo que la siguiente relación es solo una guía para los distintos tratamientos.

- Fumigante (tabletas, pellets).
- Insecticidas líquidos y en polvo para cordón sanitario.
- Polietileno de 600 gauges de espesor.
- Cinta metálica o canela, calculadora.
- Pegamento de contacto.
- Brochas, escaleras.
- Equipo de protección personal.
- Arneses, cuerdas de vida.
- Sondas o tubos inyectoros (si es necesario).
- Equipo de desactivación de residuos.
- Formatos para informe de resultados.
- Equipo de respiración autónomo.
- Motores de recirculación, en caso de Sistema J.
- Aspersora tipo parihuela y de mochila.
- Bomba de motor para aplicación de polvos.
- Termo nebulizadora.
- Cinta de aviso de peligro para acordonar el área a fumigar.
- Detector de atmósferas para oxígeno y fosfina.
- Bomba drager y tubos colorimétricos.

- Mangueras para monitoreo de concentraciones.
- Formatos para reporte de trabajo, papeletas de peligro.
- Otros, gasolina, diesel, etc.

Parte de los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo una fumigación:



11. Procedimientos de fumigación.

11.1 Actividades previas a la fumigación.

1.- Determinar el propósito de la fumigación:

- a) Controlar el grado de infestación de insectos.
- b) Control de roedores.
- c) Realizar tratamientos cuarentenarios.

2.- Determinar el tipo de fumigación:

➤ Almacenes, espacio vacío, medios de transporte, barcos, tipo y condición de mercancía.

3.- Inspección previa del lugar a fumigar, para elaborar el plan general de fumigación y a su vez informar al personal de bodega del tipo de tratamiento a utilizar, para extremar las medidas de seguridad.

11.2 Recomendaciones de seguridad.

1. Informar a empleados del centro de acopio del área que va a ser fumigada e informar de los posibles riesgos.
2. El personal aplicador debe estar debidamente entrenado en el manejo y aplicación de plaguicidas, así como conocer las medidas en caso de emergencia.
3. Debe designarse a un responsable de la fumigación, quien vigilara que se tomen las precauciones debidas antes, durante y después de la aplicación.
4. Las máscaras de cara completa con filtros apropiados para fosfina solo protegen hasta 15 ppm máximo. Arriba de esta concentración, se debe utilizar equipo de respiración autónomo.
5. Nunca debe estar una sola persona en el interior del área a fumigar.
6. Seguir las instrucciones del plan general de fumigación para que la exposición a la fosfina sea mínima.
7. Usar ropa adecuada y cómoda.
8. Abrir los botes en lugares bien ventilados.
9. No amontonar los comprimidos, para evitar el riesgo de inflamabilidad.
10. Los botes vacíos se deben desactivar, previo a la disposición al proveedor.
11. No fumar ni comer en lugares fumigados.
12. Colocar los avisos de peligro por fumigación con fosfina.

13. Las áreas fumigadas se deben ventilar hasta que la concentración de fosfina este en 0.3 ppm máximo, para poder ingresar.
14. En caso de intoxicación, llevar a paciente inmediatamente y la etiqueta al médico.
15. Tener a la mano las hojas de seguridad de los plaguicidas a utilizar.

11.3 Instrucciones generales.

1. Aplicar el fumigante de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta.
2. Tener en cuenta la temperatura ambiente y humedad relativa.
3. Tiempo de fumigación. Con la temperatura promedio calculada según la ubicación de la bodega o silo, se determina el tiempo total de permanencia del recinto de fumigación. La humedad relativa puede ayudar a reducir los tiempos, solo cuando es mayor a 75% y produce alargamientos del proceso cuando es menor a 25%.
4. Los tiempos de exposición deben permitir el control de las plagas y la reacción casi total del fumigante.
5. Mantener las dosis, tiempo de exposición y tiempo de aireación recomendados.
6. Monitorear periódicamente las concentraciones de fosfina del lugar fumigado.
7. Considerar que el fosforo de aluminio empieza a reaccionar de 60 a 90 minutos después de la aplicación.
8. Tomar en cuenta que el fosforo de aluminio empieza a reaccionar de 60 a 90 minutos después de la aplicación.
9. Tomar todas las medidas necesarias para evitar cualquier tipo de riesgo..

11.4 Actividades durante la fumigación.

1. No abrir envases de fumigante en atmósferas inflamables. Es mejor abrirlos al aire libre o cerca de un ventilador u otra ventilación apropiada que elimine rápidamente el aire contaminado.

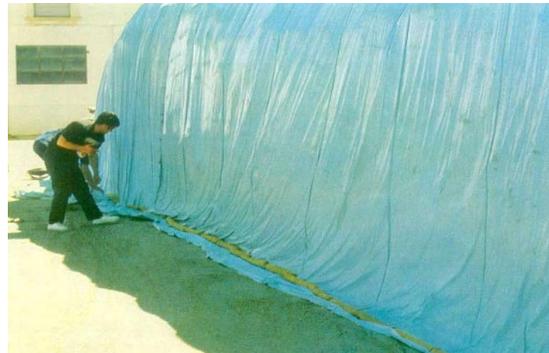
2. Los envases también se pueden abrir dentro de la estructura a fumigar, siempre y cuando se haya previsto que la exposición de los trabajadores no exceda los límites permisibles.
3. Colocar el fumigante en la cantidad calculada de acuerdo al volumen de grano.
 - a) Tubos inyectoros. Para obtener una mejor distribución de las pastillas, se usan tubos inyectoros o sondas. Los tubos se insertan en la masa de grano hasta llegar al fondo; entonces se empiezan a sacar, y a intervalos predeterminados, se van dosificando las pastillas.

El inyector puede construirse con tubo de PVC o de aluminio, de 32 milímetros de diámetro (1 ¼") y de 1.5 a 2.0 metros de largo para inyectar de 20 a 60 pastillas o bien, de 100 a 300 pellets de fosforo de aluminio.



Aplicación de fosforo de aluminio con sondas (inyectores).

- b) Dosificadores. Son dispositivos mecánicos o eléctricos para ir dosificando las pastillas o pellets a intervalos regulares, sobre el grano en la banda alimentadora, al momento de transportarlo a los silos o bodegas
4. El olor picante del amoniaco es la primera señal de que se ha iniciado la descomposición de las pastillas y se empezará a liberar el gas fosfina.
5. Se debe garantizar la total hermeticidad, para lograr la concentración letal.



Sellado del área fumigada.

6. Apague todas las luces eléctricas en el área fumigada, así como todos los motores eléctricos no esenciales.

11.5 Actividades posteriores a la fumigación.

1. Acordonar el área fumigada,
2. Colocar etiquetas de aviso,
3. Mantener un vigilante a la entrada del sitio de la fumigación para evitar la entrada de personal no autorizado durante el proceso de aireación,
4. Accionar la ventilación o ventiladores de aireación en donde sea posible y apropiado,
5. Utilizar un detector de gas antes de la reentrada al interior de la estructura fumigada para determinar la concentración del fumigante,
6. Una vez concluido el proceso de aireación, remover los letreros de peligro y dar aviso al personal que pueden reingresar.
7. Levantar el reporte correspondiente.

Papeleta de aviso de peligro.

IDENTIFICACIÓN		PRODUCTO
FUMIGACIÓN: (FECHA / HORA)		NO ENTRE ANTES DE:

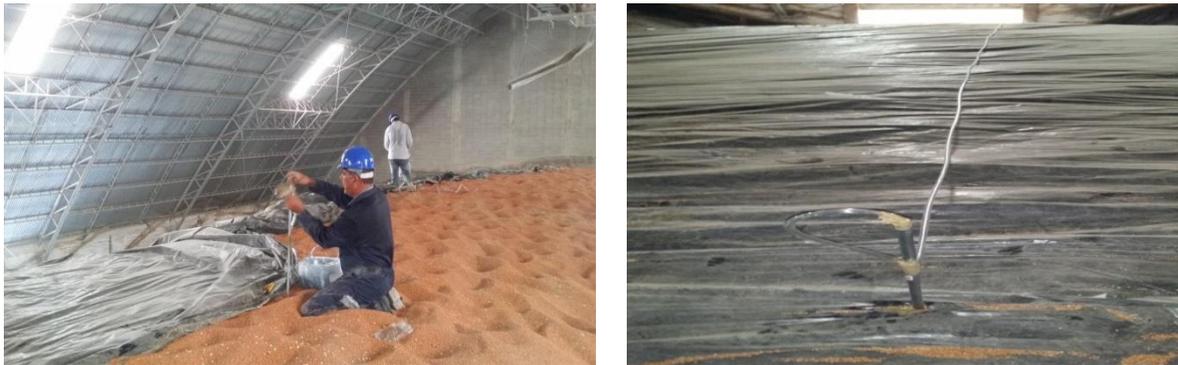
FECHA	MEDICIONES		PPM
	HORA		

FUMIGACIONES A GRANDES ALMACENADOS, S.A. DE C.V.
DELICIAS 10 PTE. #1288 FRACC. LAS BELLIAS,
C.P. 81277, LOS MOCHIS, SONORA.
TEL. (662) 811 55 55 R.F.C. FAG-100415-T42
fagm@fagm.com

11.6 Monitoreo de concentraciones de fosfina.

Es importante llevar el registro de las concentraciones de fosfina alcanzadas en distintos puntos del área fumigada, ya que con esto garantizamos la efectividad de la fumigación.

Si en el monitoreo de fosfina, se detecta que en algún punto es baja la concentración, se pueden tomar medidas correctivas, tomando las precauciones debidas al reforzar la fumigación.



Puntos de monitoreo para concentraciones de fosfina.



Equipos digitales para monitoreo de Concentración de fosfina.

11.7 Tipos de tratamientos con fosfuro de aluminio.

Existen distintos tipos de tratamientos para fumigación con fosfuro de aluminio, entre los que podemos mencionar algunos de los más importantes:

- Fumigación en bodegas planas.
- Fumigación en Silos.

- Fumigación por sistema J.
- Fumigación en barco.
- Fumigación de tolvas de ffcc.
- Fumigación en grano encostalado o estibas.

11.7.1 Fumigación a bodegas planas.

Procedimiento para la fumigación de granos en bodegas planas.

- Elaboración de los permisos correspondientes, de espacios confinados, de alturas, de contratista, etc.
- Revisión de la bodega para implementar el plan general de fumigación y monitoreo de atmósferas (Oxígeno y fosfina).
- Monitoreo de la bodega para verificar la calidad, sanidad y termometría. Esta información nos servirá para calcular la dosis a utilizar. Este monitoreo se puede realizar tiempo antes del día de la fumigación.
- Hermetizar todos los accesos a la bodega, puertas, ventanas, extractores, ventiladores, túnel, con plástico, cintas, pegamento de contacto, etc.
- Cálculo de fumigante a aplicar y número de personal aplicador de acuerdo a la existencia y dosis recomendada, distribución del mismo (croquis para la aplicación).
- Aplicación del fumigante por medio de sondas o inyectores, procurando que sea una distribución homogénea en toda la masa del granel. El tiempo de distribuir el fosfuro de aluminio en toda la bodega no debe de exceder 2 horas. Por lo que se requiere de suficiente personal aplicador. Los operarios deben usar mascarillas antigás, con filtro apropiado para fosfina.

- Cordón sanitario sobre el granel y termo-nebulización en el interior de la bodega. Así mismo en túnel, elevadores, fosas y áreas exteriores. (De ser posible, estos se pudieran aplicar un día antes de la fumigación).
- Sellar el acceso principal, una vez que salga todo el personal aplicador.
- Colocar las señalizaciones de fumigación y peligro en el exterior de la bodega, indicando la fecha de fumigación y el tiempo de exposición y elaboración del reporte de fumigación correspondiente.
- Monitoreo de la concentración de fosfina con bomba drager y tubos colorimétricos de alta concentración y/o con detector de atmósferas digital que toma lecturas de 0-2000 ppm, para verificar que se tienen las dosis letales para el control de la plaga.
- Una vez transcurrido el periodo de exposición se retira el hermetizado exterior y se ventila hasta que no haya presencia de fosfina y se pueda liberar dicha bodega.



Imágenes de fumigación en bodegas planas.

11.7.2 Fumigación en silos verticales.

Procedimiento para la fumigación de granos almacenados en silos verticales.

- ▶ Elaboración de los permisos correspondientes.
- ▶ Revisión general del silo para elaborar el plan general de fumigación.
- ▶ Actualmente los silos verticales se aplican por medio de Sistema “J” (recirculación de fosfina).
- ▶ Hermetizar el exterior del silo, ventiladores, extractores, túnel, fosas, elevadores, etc.
- ▶ Instalación de las bombas de recirculación y conexiones correspondientes, regularmente los tubos o ductos ya están previamente instalados.
- ▶ Cálculo del fumigante a utilizar y del personal necesario para la aplicación.
- ▶ Aplicación del fumigante mediante boleo del mismo por la parte superior del silo o por sistema tradicional, según sea el caso.
- ▶ 2 horas después de la aplicación, se encienden las bombas de recirculación, para distribuir el gas dentro de toda la masa del granel.
- ▶ Colocación de papeletas de fumigación y elaboración del informe de fumigación.
- ▶ Monitoreo cada 24 horas de las concentraciones de fosfina.
- ▶ Una vez cumplido el tiempo de exposición, se retira el hermetizado exterior y se ventila hasta que no tenga presencia de fosfina.



Imagen de fumigación a silos verticales.

11.7.3 Fumigación a estibas de grano ensacado.

Procedimiento para la fumigación en estibas:

- ▶ Elaboración de los permisos correspondientes.
- ▶ La estiba debe formarse sobre tarimas para asegurar una buena circulación de aire en la estiba; colocar unos sacos arriba de la estiba para mantener un espacio de 30- 40 cm. entre la parte superior de la estiba y la lona de polietileno.
- ▶ La lona de polietileno deberá permitir cubrir la estiba y un sobrante adicional de un metro para un buen sellado (al piso).
- ▶ Calcular el total de pastillas a utilizar con base en el volumen total cubierto por la lona.
- ▶ Distribuir las tabletas en diversas partes de la estiba preferentemente en charolas de cartón, para obtener la mejor distribución posible y recuperar con facilidad los residuos (hidróxido de aluminio) al terminar la fumigación.
- ▶ Usar máximo 60 pastillas por charola (30 x 30 cm) los aplicadores deberán usar mascarillas antigás con filtro para fosfina.
- ▶ Al terminar el periodo de exposición, proceder a abrir parcialmente la lona, para iniciar el periodo de aireación, continuar con la ventilación al retirar completamente la lona.



Fumigación de mercancía envasada.

11.7.4 Fumigación en medios de transporte.

Pasos a seguir para la fumigación de tolvas de ferrocarril:

- 1.- Revisión de las tolvas (tapas superiores, filtraciones, limpieza).

- 2.- Hermetizar por el interior de las tolvas (compuertas inferiores) y los respiraderos de las mismas.
- 3.- Aspersión con insecticida en el interior de las tolvas antes de la carga.
- 4.- Aplicación de unas 15-20 comprimidos o tabletas de fosforo de aluminio a cada compuerta antes del inicio de la carga.
- 5.- Una vez que se llena la tolva, tomar la muestra del producto, para la certificación de calidad y sanidad, para el cálculo de la dosificación de fumigante.
- 6.- Se inyectan el resto de las pastillas de fosforo de aluminio dependiendo de la dosis recomendada, utilizando la sonda o inyector. También se puede optar por dosificar las tabletas conforme se va llenando de producto la tolva.
- 7.- Cordón Sanitario por aspersión con deltametrina sobre el granel.
- 8.- Hermetizar la tolva por la parte superior con plástico y pegamento de contacto y se cierran las tapas.
- 9.- Verificar la colocación de los sellos por parte de la bodega en tapas superiores y compuertas inferiores y colocar la papeleta de peligro y elaborar el reporte correspondiente de fumigación.



La fumigación de tolvas de ferrocarril es muy efectiva, debido a la hermeticidad que ofrece este medio de transporte.

11.7.5 Fumigaciones de granos a la intemperie.

Pasos a seguir para la fumigación de granos en intemperie:

1. El uso de cubiertas plásticas es una de las formas más fáciles y económicas de proveer una hermeticidad relativa tan importante para la fumigación.
2. Las películas de polietileno son penetradas lentamente por el gas de fosfuro de hidrógeno, pero es fácil formar cubiertas herméticas de película comercial.
3. Su volumen puede variar desde unos cuantos metros cúbicos, hasta galeras de miles de metros cúbicos.
4. Las hojas de polietileno pueden unirse con calor para dar un ancho suficiente de material que asegure un sellado adecuado.
5. Tender sobre el piso la lona de polietileno antes de hacer la fumigación, si el piso en que descansa el producto es de madera u otro material poroso.
6. El plástico de la cubierta puede sellarse con el del piso, usando viborillas de arena, paleando tierra al extremo de la cubierta o algún otro procedimiento eficaz.
7. Un calibre de 400 gauges de espesor en el polietileno, es suficiente para cubiertas en interiores y sellado de puertas y ventanas. En exteriores donde existe viento y otros esfuerzos mecánicos, debe usarse película de 600 gauges

de espesor o más. En ciertas ocasiones se puede utilizar la lona fortotflex que tienen para cubrir el producto y así facilitar el tratamiento.

8. Aplicar el fumigante con sondas o inyectores cubriendo la totalidad del área a fumigar y cubrir inmediatamente con la lona previamente preparada.
9. Evitar la aplicación de grandes cantidades de fumigante en un solo punto.
10. Cuidar que el polietileno cubra el fumigante y evitar que tenga contacto con la humedad del aire o propicie el confinamiento del gas.
11. Aplicar un procedimiento de aplicación apropiado para obtener buenos resultados.
12. Colocar avisos de advertencia en los lugares estratégicos de estos espacios.

12. Aireación.

La tolerancia a residuos de fosforo de hidrógeno, se ha fijado en 0.1 ppm en alimentos destinados a animales y de 0.01 ppm en alimentos para humanos. Para garantizar su cumplimiento es necesario airear estos productos por un mínimo de 24 a 48 horas, antes de ofrecerlos al consumidor final.

Si se va a entrar al área después de la fumigación, debe airearse ésta, hasta que el fosforo de hidrógeno no exceda las 0.3 ppm. En el área deben hacerse mediciones para asegurarse que la liberación del gas de la carga tratada, no produce concentraciones más altas que las permisibles de fosforo de hidrógeno.

No se debe permitir la entrada a ninguna persona, antes de esta comprobación a menos que tenga protección respiratoria.

13. Riesgos de incendio y explosión.

Fosforo de aluminio/magnesio no son flamables por sí mismos, sin embargo reaccionan fácilmente con agua y producen gas fosforo de hidrógeno (fosfina, PH_3) el cual puede incendiarse espontáneamente en el aire a concentraciones por arriba de su nivel bajo de explosividad de 1.79 - 1.89% (17,600 ppm) v/v en el aire. La ignición de altas concentraciones de fosforo de hidrógeno puede producir una reacción muy enérgica. Las explosiones pueden ocurrir sobre esas condiciones y pueden causar severas lesiones al personal. Nunca permita que la acumulación de fosforo de hidrógeno exceda las concentraciones explosivas.

Para el fosforo de aluminio se requieren 26 tabletas/ m^3 para que ocurra una explosión.

Estas concentraciones no se logran en fabricación ni en fumigación. Se requiere colocar aproximadamente 26 pastillas en un metro cúbico para llegar a estas concentraciones. Esta es una dosis de 10 a 12 veces mayor que la máxima recomendable en bodegas.

A pesar de lo anterior, en ocasiones logran obtenerse estas concentraciones:

- Por almacenamiento de productos o residuos no protegidos en lugares cerrados.
- Por confinamiento de gas liberado en recipientes cerrados o invertidos.
- Por abrir los contenedores de fosfuros metálicos en áreas cerradas o en atmósferas inflamables.
- Por errores en la dosificación.
- Por daño accidental de envases o empaques conteniendo el producto en un almacén, una bodega o un transporte cerrado.

- Si se apilan grandes cantidades de fosforo de aluminio o de magnesio en contacto con agua u otros líquidos, ya que pueden provocar confinamientos de fosforo de hidrógeno, gas liberado por hidrólisis.

Cuando por alguna causa se sospecha se han alcanzado concentraciones explosivas en un recinto o en un recipiente, las medidas mínimas de precaución serán:

- Tratar de abrir o ventilar el recinto, alejándose lo más posible del mismo o evacuando las zonas afectadas.
- Medir con un detector las concentraciones en zonas adyacentes cada vez más cercanas para asegurarse que ha desaparecido el peligro.
- En caso de un recipiente es necesario manejarlo a distancia tratando de volverlo hacia arriba o destapando, cuidando siempre de no estar en la línea de proyección de la explosión. Vuelto hacia arriba, dejar escapar el gas hasta que sea posible el control.

13. Almacenamiento de fumigantes.

1. Almacenar el fumigante en un área segura, seca y bien ventilada, lejos del calor, bajo llave.
2. Delimitar como área de almacén colocando avisos de que se trata de un área de almacenamiento de plaguicidas.
3. No contaminar agua, alimentos o forrajes, almacenando fumigante en los mismos lugares en los que se almacenan estos productos.
4. No almacenar en construcciones donde residen seres humanos o animales domésticos. Mantener estos productos alejados de los niños.
5. No permitir que el fumigante tenga contacto con agua u otros líquidos.
6. No exponer el producto más de lo necesario a la humedad atmosférica y cerrar el envase fuertemente antes de regresarlo al almacén.

7. La vida de anaquel del fumigante es prácticamente ilimitada mientras el envase permanezca sellado.

15. Disposición de residuos.

El residuo de polvo se elimina fácilmente por aspiración o barriendo el área fumigada, ya que se trata principalmente de hidróxido de aluminio, que no es tóxico ni irritante.

El polvo residual puede ser desactivado por el método húmedo como sigue:

1. Se prepara una solución de desactivación con un detergente de baja espuma al 2% (de 5 a 6 tazas de detergente por cada 170 litros de agua), en un tambor de 200 litros, se llena hasta unos 5 ó 10 centímetros del borde. El detergente rompe la tensión superficial del agua, permitiendo que el residuo se sumerja.
2. El polvo residual se agrega lentamente a la solución de desactivación, agitando, de modo que se humedezcan todas las partículas, si se presenta una reacción vigorosa, disminuir la velocidad de adición. Esto debe hacerse al aire libre y nunca en el área fumigada. El polvo nunca debe mezclarse en menos de 40 litros de solución desactivadora por caja de material utilizado. Durante la desactivación se debe usar equipo de protección respiratoria.
3. No agregar más de 20 a 22 kg de fumigante a 75 litros de mezcla agua-detergente.
4. La reacción de fosfuro de aluminio/magnesio con agua, se completa en un tiempo de 1 a 2 horas, pero se recomienda que repose la mezcla hasta por 36 – 48 horas. Agitar ocasionalmente para asegurar la hidrólisis total de la

mezcla. De esta manera la mezcla resultante se puede desechar con seguridad.

5. Desechar la suspensión polvo desactivado-agua con o sin decantación preliminar, en un relleno sanitario o en otro sitio apropiado aprobado por las autoridades locales. Donde sea posible, la suspensión puede derramarse sobre el terreno.
6. Precaución: Durante la desactivación de fumigante no expuesto o parcialmente expuesto, debe usarse equipo de protección respiratoria. No se debe colocar nunca comprimidos, perdigones o polvo en un recipiente cerrado, tal como un bote de basura, tambo, bolsa de plástico, etc., porque se pueden desarrollar concentraciones de fosfuro de hidrógeno suficientes para producir llama o incluso explosión.
7. Nunca tapar el recipiente donde se hace la desactivación. No colocar el polvo en un inodoro. No permitir que cantidades de polvo agotado de fumigante sean almacenados sin desactivación.
8. La eliminación apropiada de residuos de fumigante agotados o desactivados, no causa efectos adversos al ambiente.
9. Entregar los envases vacíos para reciclar o reacondicionamiento, o perforarlos y colocarlos en un sitio de confinamiento, o por otros procedimientos aprobados por las autoridades correspondientes.
10. Algunas regulaciones sobre disposición de residuos peligrosos pueden variar de las recomendaciones anteriores. Los procedimientos de disposición deberán ser revisados con las autoridades apropiadas para asegurar su cumplimiento.

El polvo residual de fumigante puede ser desactivado por método seco como sigue:

1. Prolongar el tiempo de la fumigación es el método más sencillo y seguro de desactivación del polvo, antes de su disposición definitiva.
2. Se pueden desactivar de 2 a 3 kilogramos (4 a 7 libras) de polvo parcialmente agotado por almacenamiento en cubetas de 4 litros (1 galón).
3. Cantidades mayores (11 kilogramos ó 25 libras) pueden mantenerse para desactivación en bolsas de telas porosas (costales, algodón, etc.).
4. Precaución: Transportar estas bolsas en vehículos abiertos, no apilar las bolsas y no utilice este método para “polvo verde”.

16. Signos y síntomas a la sobre exposición a la fosfina.

Exposiciones pequeñas por inhalación causan malestar (sentimiento indefinido de enfermedad), zumbido en los oídos, fatiga, náuseas y opresión en el pecho, los cuales desaparecen removiendo a la persona al aire fresco. Envenenamientos moderados causan debilidad, vómito y dolor justo arriba del estómago, dolor de pecho, diarrea y disnea (dificultad para respirar). Síntomas de envenenamiento severo pueden ocurrir en pocas horas o hasta algunos días después, resultando en dolor de cabeza, mareo, náusea, dificultad para respirar, vómito, diarrea, edema pulmonar (fluido en los pulmones) y conducir a un desvanecimiento, cianosis (color azul o morado en la piel), inconsciencia y muerte. En todos los casos se debe llevar inmediatamente al paciente al médico o una institución para tratamiento de emergencia.

Recomendaciones al médico

Intoxicaciones agudas.- Administrar un bronco espasmódico o estimulante de la circulación, de presentarse edema pulmonar, administrar glucocorticoides y practicar una flebotomía; si este es progresivo proceder a la intubación con absorción continua de secreciones pulmonares y oxígeno-terapia para evitar el traumatismo, aplicar cualquier otro tratamiento intensivo.

El modo de acción es probablemente por fosforilación enzimática. En cantidad suficiente la fosfina afecta el hígado, riñones, pulmones, sistema nervioso y circulatorio. Su inhalación puede causar edema pulmonar (fluido en los pulmones) e hiperemia (exceso de sangre en una parte del cuerpo), pequeñas hemorragias cerebrales perivasculares y edema cerebral (fluido en el cerebro). Su ingestión produce síntomas en pulmón y cerebro pero es más común el daño en las vísceras.

El envenenamiento por fosfina puede resultar en:

1. Edema pulmonar
2. En el hígado elevación del suero GOT, LDH y fosfatasa alcalina, reducción de protrombina, hemorragia e ictericia (piel color amarillo) y
3. Hematuria renal (sangre en la orina) y anuria (orina anormal o suspendida).

La patología es característica de hipoxia (deficiencia de oxígeno en los tejidos del cuerpo). Puede causar envenenamiento una exposición continua a concentraciones sobre los niveles permisibles por días o semanas. El tratamiento va de acuerdo a los síntomas.

Se sugiere al médico las siguientes medidas, siempre que estén de acuerdo con su propio juicio.

En sus formas leves, los síntomas de envenenamiento pueden tomar algún tiempo (hasta 24 horas) en aparecer.

1. Dar descanso completo (hasta dos días) durante el cual el paciente debe mantenerse quieto y abrigado.
2. Si el paciente sufre de vómito o incremento de azúcar en la sangre, el paciente debe mantenerse quieto y abrigado. De ser necesario se recomienda la administración de oxígeno y de estimulantes cardíacos y circulatorios.

En caso de envenenamiento severo (se recomienda una unidad de cuidado intensivo)

1. Cuando se observa edema pulmonar, debe considerarse la terapia con esteroides y una supervisión médica estricta. Son necesarias transfusiones de sangre.
2. En caso de edema pulmonar manifiesto, debe practicarse la venesección bajo control de la presión venal y glucósidos en el corazón, (en caso de hemoconcentración, la venesección puede producir traumatismo o shock). En edema pulmonar progresivo: una intubación inmediata y desalojo del fluido en pulmones, con suministro de oxígeno a sobrepresión o alguna otra medida contra el shock. En caso de falla renal se hace necesaria una hemodiálisis extracorporea, no hay antídoto específico para este veneno.
3. En los casos de intento de suicidio por ingestión de fósforo sólido: Después de la ingestión: vaciado de estómago por vómito, lavado abundante con solución diluida de permanganato de potasio o de peróxido de magnesio hasta que el líquido de lavado pierda el olor a carburo.

16. Conclusiones.

- Se puede concluir que la fumigación de granos almacenados, es una tarea fundamental en el ámbito de la conservación de granos almacenados, ya que llevando a cabo un buen Manejo Integral de Plagas, se evitarían tener pérdidas considerables de los productos y sub-productos agropecuarios, que en inicio es pérdida de peso, calidad comercial y en consecuencia, pérdidas o disminución en las ganancias esperadas.
- Es fundamental considerar un programa de capacitación documental y entrenamiento en campo, para el personal que tiene relación directa e indirecta con los manejos y almacenamiento de granos, así como su

conservación, ya que se debe mejorar la cultura en México, sobre el tema de granos almacenados y así minimizar las pérdidas de producto y en consecuencia mermar la economía del productor.

17. Bibliografía.

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1982). Manuales técnicos para la elaboración de cursos de capacitación. Conservación de granos.
- S. García-Lara, C. Espinoza Carrillo y D.J. Bergvinson. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternativas para su manejo y control, México, D.F. CIMMYT.
- Arias, V. C. (1993). Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.

- Manual de Detia Degesch. Manual para prácticas seguras en el manejo y uso de fumigantes de fosfina.
- Arias, V. C. y Dell'Orto T. H. (1985). Insectos que dañan granos y productos almacenados Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile. Serie: Tecnología Poscosecha 4.
- D. J. Greig y M. Reeves (1985). Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: manual de capacitación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1985.
- Bond, E. J. (1989) Manual of fumigation for insect control. FAO Plant Production and Protection Paper 54. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Jamieson, M. y Jobber P. (1984). Manejo de los alimentos, Vol. 3 Prevención de pérdidas durante el almacenamiento. Ed. Pax. México.
- Lorini, I., Hiroshi L. y Scussel V.M., editores. (2002). Armazenagem de graos. Instituto Biogénesis. Campinas, Sao Paolo, Brasil.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1977). Norma mexicana NMX-Z-013/1-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas mexicanas.