

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



CONTROL QUIMICO DE GRANOS ALMACENADOS

POR:

JOSE JUAN GALVAN CENTENO

MONOGRAFIA

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo 2009

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

CONTROL QUIMICO DE GRANOS ALMACENADOS

PRESENTADA POR:

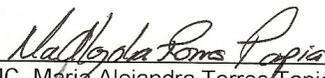
JOSE JUAN GALVAN CENTENO

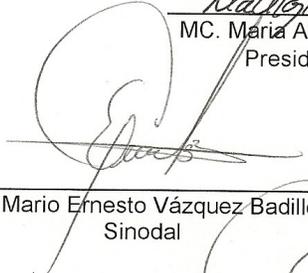
MONOGRAFIA

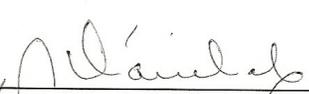
QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

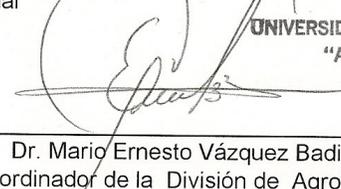
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

APROBADA POR:

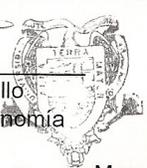

MC. María Alejandra Torres Tapia
Presidente del jurado


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Sinodal


Dr. Sergio Ignacio Dávila Cabéll
Sinodal
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.


Marzo 2009
División de Agronomía
Coordinación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la vida y la felicidad de haber hecho realidad una de las metas más grandes de mi vida terminar mis estudios.

A la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por abrirme sus puertas para la adquisición y desarrollo de conocimientos para mi formación profesional.

A la MC. María Alejandra Torres Tapia

Por el apoyo y dedicación incondicional para la realización de este trabajo.

A Martín Guzmán Ibarra

A quien considero como mi hermano quien siempre me ha brindado su apoyo y amistad.

A mis amigos y compañeros

Mis amigos y compañeros de la UAAAN que siempre me brindaron su amistad durante mi estancia en esta maravillosa Universidad muchas gracias.

A mis amigos de infancia y de trabajo

Por ofrecerme una de las cosas más valiosas que existen en esta vida “la amistad”

DEDICATORIA

A mis padres:

Con mucho cariño y respeto

Sr. José Juan Galván García

Por brindarme el amor de padre y aunque estuvo lejos de mi, me brindo todo lo el apoyo, confianza y consejos necesarios para llegar cumplir el objetivo que juntos nos propusimos ser un profesionista y un hombre de bien.

Muchas gracias Papá

Sra. Maria de Lourdes Centeno Zaragoza

A mi Mamá que siempre me ha llenado de amor y consejos durante toda mi vida. Inculcándome amor y respeto hacia los demás. Gracias por depositar en mí toda tu confianza cuando salí de mi hogar en busca de mis sueños.

Muchas gracias Mamá

A mis hermanos:

Jorge Octavio, Giovanna, Ana Lourdes, Brenda Isabel, Josselin lizbet

Quienes siempre me han brindado su apoyo, consejos y lo más valioso el amor de familia también por estar en los momentos felices y ayudarme en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis tios: Guillermo Centeno, Jesus Centeno, Maria Guadalupe Centeno

Por los consejos y confianza que deposito en mi para terminar mis estudios.

A Maria de Jesus Ortega Estrada

Por todo el apoyo, cariño, ternura, paciencia, confianza y amor que me ha brindado.

A todas aquellas personas que ya no están cerca de mí pero dejaron en mí muchos recuerdos felices, gracias por formar parte de mi vida.

INDICE GENERAL

	Pág.
Agradecimientos.....	I
Dedicatorias.....	II
Índice general.....	III
Índice de figuras.....	IV
Índice de cuadros.....	VI
I. Introducción.....	1
II. Daños y control químico en el almacén.....	4
Control químico.....	6
III. Cubicación de grano y semilla.....	11
Importancia de la cubicación.....	11
Determinación de dimensiones en instalaciones.....	12
Cubicación en granos y semillas envasados (sacos).....	13
Cubicación en granos y semillas a granel.....	16
Determinación del peso volumétrico en granos.....	19
IV. Insecticidas.....	25
Compuestos químicos	26
Los insecticidas mas comunes.....	29
Forma de aplicación de los insecticidas.....	34
Equipo para la aplicación de insecticidas.....	36
V. Fumigantes.....	39
Fumigantes sólidos.....	42
Fumigantes líquidos y gases de bajo punto de ebullición.....	44
Fumigantes mas comunes.....	45
Secuencia operacional para los fumigantes.....	46
VI. Aplicación de fumigante en grano o semilla a granel.....	47
En instalaciones de grano almacenado.....	47
Pulverización residual o aspersion.....	48
Pulverización protectora.....	48
Vaporización o producción de niebla (nebulización).....	48
Fumigación por gases fumigantes.....	49
Requerimientos para realizar una buena fumigación.....	52
VII. Fumigación de granos y semillas envasados (sacos).....	64
Realizar una cubicación.....	65
Acomodamiento y pegado del plástico o lonas.....	66
Aplicación de un cordón fitosanitario.....	67
Distribución de la pastilla o fumigante.....	68
Sellado y hermetizacion de las estibas.....	69
Rotulación de áreas y operación final.....	71

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 Determinación del volumen de las instalaciones.....	13
Figura 3.2 Forma que adoptan las estibas de grano o semilla, paralelepípedo.....	14
Figura 3.3 Volumen de una estiba (paralelepípedo).....	15
Figura 3.4 Forma que adopta un silo (cilindro).....	16
Figura 3.5 Altura del grano y diámetro del cilindro.....	17
Figura 3.6 Dimensiones de una bodega con grano almacenado para determinar la existencia de este mediante la cubicación.....	19
Figura 4.1 Envases de los insecticidas más usados en el control de plagas de granos almacenados (actelli y K- obiol).....	32
Figura 4.2 Maquina de motor marca arimitsu para la aplicación de insecticida	36
Figura 4.3 Motobomba o parihuela con manguera de 30 m de largo para la aplicación de insecticida.....	36
Figura 4.4 Maquina manual marca swissmex para la aplicación de insecticida	37
Figura 4.5 Termonebulizador marca swingfog para la aplicación de insecticida en niebla o nebulización.....	38
Figura 5.1 Fumigantes mas usados para el control de plagas en granos almacenados.....	44
Figura 5.2 Inyectores para la aplicación de fumigante en pastillas o comprimidos.....	46
Figura 6.1 Realización de una termonebulizacion de una bodega.	49
Figura 6.2 Zarandas y calador para el muestreo de grano almacenado.....	54
Figura 6.3 Diferentes medidas de plásticos o lonas para la hermetizacion de bodegas.....	55
Figura 6.4 Reparación del plástico o lonas para la fumigación de bodegas.....	56
Figura 6.5 Acomodamiento del plástico sobre el grano almacenado.....	56
Figura 6.6 Acomodamiento y pegado del plástico o lonas sobre el grano almacenado.....	57
Figura 6.7 Aplicación de un cordón fitosanitario en una bodega....	58
Figura 6.8 Acomodamiento del personal para la aplicación del fumigante en el grano almacenado.....	60

Figura 6.9 Distribución o aplicación del fumigante sobre la masa de grano.....	61
Figura 6.10 Plásticos o lonas tendidas sobre la masa de grano para la hermetización.....	61
Figura 6.11 Sellado de ventiladores y fosas de descarga.....	62
Figura 6.12 Termonebulización de elevadores y bodega fumigada.....	63
Figura 7.1 Estibas de semilla envasada o encostalada.....	65
Figura 7.2 Acomodamiento del plástico o lonas en estibas de semilla.....	66
Figura 7.3 Forma de pegar los plásticos entre las estructuras para tener una mejor hermetización.....	67
Figura 7.4 Aplicación de un cordón fitosanitario.....	67
Figura 7.5 Distribución o aplicación del fumigante en estibas de semilla.....	68
Figura 7.6 Extendido del plástico o lonas.....	69
Figura 7.7 Estibas cubiertas con plástico o lonas.....	70
Figura 7.8 Estibas completamente selladas.....	70
Figura 7.9 Aplicación de un cordón fitosanitario en pisos.....	71
Figura 7.10 Avisos que se pegan en las entradas de las bodegas para que el personal no entre.....	72

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 3.1 Pesos específicos de algunos granos.....	20
Cuadro 4.1 Nombre, dosis y formula de algunos insecticidas en el mercado.....	28
Cuadro 5.1 Nombre, dosis y formula de algunos fumigantes en el mercado.....	42

INTRODUCCION

La base fundamental para el combate de plagas es el conocimiento de aquellos factores físicos, químicos, bióticos o de otra índole que sean favorables a su abundancia e incrementación.

Cuando estos factores son conocidos, existen muchas posibilidades de modificar aquellos que lo permitan o de ejecutar medidas tendientes a incrementar los factores desfavorables a la plaga, para eliminar o reducir a un mínimo la población de organismos perjudiciales en un área considerada. Cuando se modifican los factores favorables o bien se evitan y eliminan, empleamos lo que conocemos como prevención del daño causado por plagas. La destrucción de plagas en forma específica mediante procedimientos químicos, físicos, o mecánicos es mencionado combate directo.

Para utilizar alguno de los métodos de combate es necesario conocer correctamente la plaga , su biología, sus hábitos, el lugar donde habita o vive, la época en que se presenta, el daño que causa, la forma en que reacciona a los factores ambientales, su origen, distribución y los productos, materiales u órganos que ataca. Con estos datos se facilita considerablemente programar con un mínimo de error las actividades de índole más conveniente, tendientes a un combate integral que disminuya la abundancia de organismos perjudiciales para reducir el daño que ocasionan. El mejor tipo de combate esperado debe reducir al máximo los daños por plagas en razón directa de la pericia y oportunidad con que se ejecuten estas medidas de combate (Ramírez, 1978).

Las plagas como los insectos son el principal enemigo de los productos almacenados, así que una vez que se presentan es necesario aplicar algunas medidas de control con el fin de eliminarlas y disminuir al máximo los daños que pudieran ocasionar.

Para la eliminación de estas se requiere utilizar primordialmente el control químico puesto que es más seguro que el control cultural, biológico, físico y mecánico pero que puede ser reforzado con algunas prácticas culturales para su mayor efectividad (Gallegos, 1986).

El crecimiento de la producción agrícola por unidad de superficie, ha aumentado en algunas regiones, las prácticas del acondicionamiento y conservación de los principales cereales cultivados en México, tales como; el trigo, el maíz y el sorgo. En dichas prácticas, es común el uso de sustancias químicas, denominadas fumigantes, que son aplicadas en estado líquido, gaseoso y sólido, para prevenir y controlar las especies de insectos, ácaros y hongos que se desarrollan en los granos almacenados demeritando su calidad física y alimenticia.

El uso de estas sustancias fumigantes, altamente tóxicas para el organismo humano, requiere de cuidados extremos por parte del personal encargado de su manejo y aplicación, para eliminar los riesgos de intoxicación. Aunado a estos cuidados, está el uso de dosis adecuadas para garantizar la eficiencia de estas sustancias contra las especies de insectos que invaden y se alimentan en los cereales almacenados (Almacenes Nacionales de Depósito S.A, 1969).

El uso de fumigantes químicos residuales de atmósferas modificadas ofrece una alternativa para controlar plagas de los granos almacenados. Este método ha sido usado por los humanos durante siglos (González, 1995) y de hecho el almacenamiento hermético es un tipo de atmósfera modificada (Banks y Fiélds, 1995) ya que crea un ambiente rico en dióxido de carbono y bajo en oxígeno (Whité y Leesch, 1996).

Según estos últimos autores, este método de control presenta ventajas como: el no contaminar la atmósfera y es seguro para los aplicadores, no deja residuos dañinos y las alteraciones organolépticas del grano son mínimas. Pero, también presenta desventajas, como por ejemplo, necesita un determinado tiempo para que produzca su efecto, el CO₂ no puede ser usado con facilidad debido a que en su forma de uso carbónico causa trastornos en el sabor y se requiere un monitoreo permanente.

Estudios de laboratorio muestran que el bióxido de carbono (CO₂) tiene un mayor efecto biocida que el nitrógeno (N₂) y aunque su modo de acción no ha sido aún determinado con exactitud, este le es atribuido a interacciones a nivel del cerebro, procesos metabólicos, sistema endocrino, respiratorio y circulatorio de los insectos (Banks y Fiélds, 1995).

PALABRAS CLAVE: control químico, daños, insecticidas, fumigantes y aplicación.

DAÑOS Y CONTROL QUIMICO EN EL ALMACEN

Los daños y perjuicios provocados por los insectos de los granos almacenados pueden ser similares a los causados a los cultivos. Se estima que del cinco a 10 por ciento de la producción mundial se pierde a causa de los insectos, lo que equivale a la cantidad de granos necesaria para alimentar a 130 millones de personas anualmente. Estos valores no consideran otros daños como son el calentamiento de la masa de granos, la diseminación de hongos, los costos de las medidas de control, etc. Se pueden mencionar algunos tipos de daños, tales como: el daño directo, el daño indirecto y daño ocasionado en algunos casos extremos por los tratamientos químicos (<http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027s0h.htm>).

Christensen y Kaufman (1968) reporta que las principales causas de pérdidas cuantitativas y cualitativas que sufren los granos en los almacenes son por los insectos, ácaros, roedores, pájaros y hongos. Ramírez (1974) reporto pérdidas de 25% en los granos almacenados por los productores en México y en las regiones tropicales alcanza hasta un 50% (Rodríguez, 1990). En el estado de Guanajuato se pierde 21% de los granos en los almacenes de los productores (Aguilera, 1998).

El alto contenido de humedad y la temperatura en el grano durante el almacenamiento, favorece el desarrollo de insectos, ácaros, hongos y microorganismos, los cuales al alimentarse disminuyen la cantidad y calidad alimenticia y comercial del grano (Ramírez *et al.*, 1993).

Los insectos son portadores de hongos que pueden debilitar o consumir los granos o atacar la plántula que de ella se origina. Algunos insectos forman capullos y telas, que unen los granos formando conglomerados que hacen más difíciles las operaciones de aireación y control fitosanitario. Los insectos de granos almacenados más perjudiciales son aquellos que se alimentan del embrión y que destruyen el poder germinativo de la semilla. Los insectos que viven en el interior de la semilla se alimentan principalmente del endospermo, en cuyo caso el embrión no es afectado directamente, pero la reducción parcial o total de las reservas alimenticias hace que la semilla pierda su vigor y produzca una plántula débil o incapaz de sobrevivir (Arias, 1993).

Entre los daños causados por la aplicación del tratamiento químico contra los insectos es en forma indirecta por los costos elevados es por los equipos utilizados en el tratamiento fitosanitario y los residuos tóxicos que afectan al trabajador y al consumidor (Pereira, 1993).

Las bodegas y lugares de almacenamiento son lugares propicios para que los insectos se multipliquen. Si la humedad y temperatura le son favorables, tienen a su disposición una gran cantidad de alimento que asegura su multiplicación y sobrevivencia. Su actividad metabólica incrementa la humedad y temperatura del medio en que se desarrollan, creando las condiciones para la violenta proliferación de hongos que elevan aún más la temperatura, haciéndola

intolerable para los insectos, que emigran hacia otras fuentes de alimento. El grano queda destruido, ocasionando graves pérdidas y disminuyendo su disponibilidad (Ramayo, 1983).

Los daños que ocasionan las plagas a los granos almacenados se clasifican como directos e indirectos. Los daños directos son los causados por la actividad de alimentación, la contaminación con excremento, secreciones y fragmentos de plagas muertas; los daños indirectos se refieren al incremento de temperatura del grano, producto del metabolismo de las plagas y a la acción de hongos que afectan a los productos, cuyas esporas son diseminadas por el desplazamiento de las plagas.

(<http://209.85.173.132/search?q=cache:HZnqll87hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicon/R0161.pdf+guia+para+el+manejo+adecuado+de+plaguicidas+en+almacenes+de+granos&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=mx>).

Control químico

Se entiende por combate químico, a la reducción o eliminación de organismos perjudiciales, o la prevención del daño que causan, mediante el uso de materiales tóxicos, materiales para atraerlos a otras sustancias o medios, o para emplearlos como repelentes en áreas específicas. El combate químico está considerado, algunas veces por muchas personas, como el método básico de control en entomología económica aplicada. Además, en algunas ocasiones es el método más viable y económico para el combate de plagas específicas, todo lo cual contribuye a esa interpretación. Es necesario aclarar que todos los materiales que se emplean en el combate químico son peligrosos para el

hombre, que se deben manejar por personas enteradas de sus propiedades y que deben tomarse todas las precauciones posibles para evitar accidentes a niños y mayores, accidentes que casi siempre son fatales (Ramírez, 1978).

La aplicación de productos químicos como insecticidas, en zonas altamente tecnificadas es el principal método de control utilizado contra estos insectos; pero en la agricultura de subsistencia, en general, no se utilizan insecticidas químicos por falta de recursos económicos y desconocidos, también por los bajos rendimientos que se obtienen de las cosechas. Debido a lo anterior se hace necesaria la búsqueda de métodos de control de plagas acorde con esta realidad (Lagunés y Villanueva, 1994).

El método químico para el control de plagas en granos almacenados puede ocasionar problemas como contaminación ambiental e intoxicaciones; esta situación obliga a reflexionar sobre las ventajas de utilizar productos naturales orgánicos con propiedades insecticidas que no causen contaminación, sean económicos y de fácil obtención y aplicación (Páez, 1987). Es así, como en los últimos veinte años, la búsqueda de métodos alternativos de manejo de plagas, ha tenido como propósitos fundamentales encontrar técnicas que permitan manejar la resistencia desarrollada por las plagas a los insecticidas organosintéticos, junto con estrategias que proporcionen una opción de control de plagas, que eviten la eliminación de los enemigos naturales, la contaminación del agua, aire y suelo y especialmente la acumulación de sustancias tóxicas en los productos agrícolas alimenticios. Una de las técnicas utilizadas en el pasado y hoy en día recuperada, es el uso de plantas con propiedades insecticidas (Rodríguez y López, 2001).

En el caso de los granos y productos almacenados, el empleo de materiales químicos llamados insecticidas y fumigantes no resuelven todos los problemas del combate de plagas, ya que no constituyen una panacea para poderlo hacer. Cuando el combate de plagas de insectos, hongos y ratas no se completa con las medidas de limpieza, acondicionamiento, manejo y almacenamiento adecuado de los granos, el resultado del combate químico es desalentador y contaminante. El empleo de materiales químicos implica costos elevados, mano de obra y tiempo, y es necesario utilizar todas las medidas tendientes a evitar, ante todo, que los granos y semillas sean infestados por plagas (Ramírez, 1978).

En el caso de insectos que atacan a granos y productos almacenados, al seleccionar un insecticida para combatirlos es necesario considerar los puntos siguientes;

- El uso que tendrá el grano o producto.
- La plaga que es necesario combatir.
- El ingrediente activo y sus propiedades, su efecto residual, disponibilidad y costos.
- Peligros de aplicación y manejo.
- Métodos de aplicación y equipo de manejo.

El factor limitante de más importancia para el uso de insecticidas en el combate de plagas que atacan a los granos almacenados es principalmente la cantidad, el empleo o destino final que se le da al grano. El tratamiento de los granos

almacenados con sustancias químicas tiene dos puntos de gran importancia que pueden analizarse con cuidado.

- Granos que serán utilizados en la elaboración de productos destinados al consumo humano y de animales domésticos y en cuyo caso los compuestos químicos utilizados no deben ser tóxicos a los humanos, a los animales de sangre caliente, pero lo suficiente para insectos (Ramírez, 1978).
- Alvarado (1982) reporta que el tratamiento químico a la semilla no deberá dañar el poder germinativo y en caso de daño, este no debe ser mayor del cinco por ciento.

El control químico consiste principalmente en la utilización de productos insecticidas líquidos y sólidos gasificantes (fumigantes) en el caso de insectos y cebos envenenados (ordinariamente anticoagulantes) para roedores (Gallegos, 1986).

El método de control químico debe ser considerado como un complemento a las otras medidas, como la sanidad, el manejo de la temperatura y humedad, el uso de instalaciones adecuadas, etc. Las principales desventajas del uso del control químico son, entre otras, que el control no es permanente, que puede haber riesgos de explosiones, residuos y toxicidad en el momento de la aplicación y además causa resistencia de los insectos a determinados productos. El costo de los insecticidas y equipo es elevado y aumenta considerablemente el costo total de almacenaje de los granos en periodos prolongados. Actualmente hay una tendencia a desarrollar productos

que ofrezcan menores riesgos, que sean selectivos, biodegradables y que dañen al ambiente lo menos posible (Pereira, 1993).

El control debe aplicarse de acuerdo a estas características, ya que de lo contrario los tratamientos resultan ineficaces, costosos, peligrosos y a la larga, facilitan la formación de individuos más y más resistentes a las prácticas comunes para su control (<http://www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s02.htm>).

CUBICACION DE GRANO Y SEMILLA

Importancia de la cubicación

La cubicación consiste en la medición del volumen y capacidad de los depósitos para almacenar el grano sin exceder el almacén; se puede tener algunos problemas cuando el almacenista no sabe o tiene inexperiencia en el cubicar, provoca excedentes de granos por falta de espacios por rebasar la capacidad de depósitos, además de caídas de paredes, abertura de silos y en ocasiones mala aireación, resultando temperaturas elevadas y aumento en la humedad del grano, así como tener el insuficiente espacio para la aplicación del fumigante o insecticida provocando pérdidas económicas al momento del control químico.

La determinación de la capacidad de almacenaje consiste en obtener el volumen del depósito y luego este valor se ajusta por el peso hectolítrico. En el caso de capacidad de almacenaje se toma como valor estándar 80 kg/Hl. Es necesario tomar un determinado valor de peso hectolítrico para poder hablar en un solo idioma que todos comprendan, por ejemplo cuando alguien dice que una determinada planta de acopio tiene 15.000 ton. de capacidad, en realidad lo que está diciendo es que la planta tiene 18.750 m³ de volumen y presupone que el grano con el que se le va a llenar tiene un PH de 80 kg/Hl. Entonces la capacidad es de 15.000 ton. Lo mismo ocurre con los fabricantes de silos. Cuando cotizan una instalación, esta se da en toneladas, y también presupone un peso hectolitrico de 80 kg, independiente de lo que

realmente entre en la instalación, de acuerdo al grano y peso hectolitrico real (Casalins, 1987).

Otro de los beneficios de la cubicación es que se puede estimar el volumen de granos almacenados en bodegas, silos o cualquier instalación además de calcular las dosis exactas en la fumigación, de tal forma evitando así una mala fumigación y altos niveles de residualidad.

Determinación de dimensiones en instalaciones

Se utiliza una cinta métrica con capacidad 30 m de largo, midiendo cuidadosamente la longitud, ancho y altura de la instalación a fumigar. Nunca se deben estimar las medidas. Un error de medición de apenas 30 cm. puede llevar a un error de cálculo de la dosis de hasta el 15%. En la fumigación de comestibles un error puede dar como resultado una concentración no aceptable de residuos en la mercancía.

Para determinar las dimensiones de las bodegas para saber cuanto grano se puede almacenar se tiene que medir las longitudes de estas que son el ancho, largo y altura como se observa en la Figura 3.1.

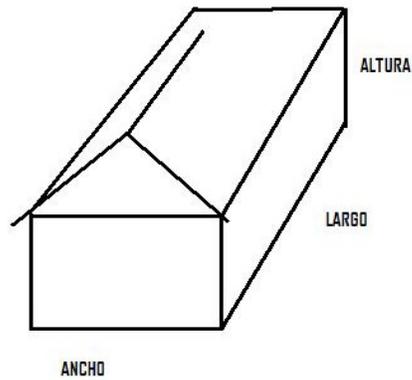


Figura 3.1 Determinación del volumen de las instalaciones.

Cubicación en granos y semillas envasadas (sacos)

En el caso de estibas, los costados que están inclinados se medirán el ancho en la parte superior y en la inferior para calcular el valor promedio.

Las estibas de sacos llenos de grano o semilla adoptan una forma de paralelepípedo cuando se tienen volúmenes uniformes calculando el volumen de la siguiente manera:

Volumen del paralelepípedo

Un paralelepípedo es un cuerpo de seis caras pudiendo ser dos de ellas cuadradas y el resto rectangular. Si las caras laterales son perpendiculares a la altura del cuerpo se le denomina paralelepípedo recto (http://www.comenuis.usach.cl/webmat2/conceptos/desarrolloconcepto/volumen_desarrollo.htm).

El volumen del paralelepípedo se calcula multiplicando las longitudes de las tres aristas convergentes a un vértice, por ejemplo, si las aristas de un paralelepípedo recto son 2, 3 y 6 cm. entonces el volumen del mismo se obtiene multiplicando $2 \times 3 \times 6$, como se observa en la Figura 3.2

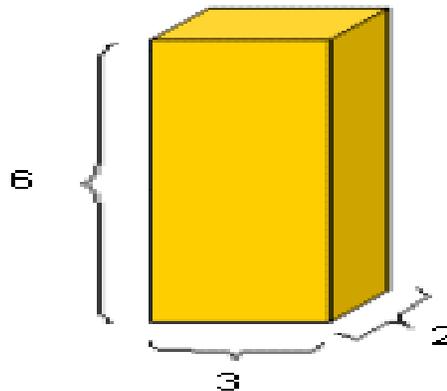


Figura 3.2 Forma que adoptan las estibas de grano o semilla, paralelepípedo.

$$V \text{ paralelepípedo} = (2\text{cm} \times 3\text{cm} \times 6\text{cm}) = 36 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, si las tres aristas concurrentes a un vértice miden a , b y c entonces su volumen se calcula a través de la fórmula:

Ejemplo

Una estiba con medidas de altura 3.20 m, longitud 12.90 m y ancho 3.25 m tendrá un volumen = $3.20 \times 12.90 \times 3.25 = 134.16 \text{ m}^3$

Redondeando = 134.15 m^3 como se observa en la Figura 3.3.

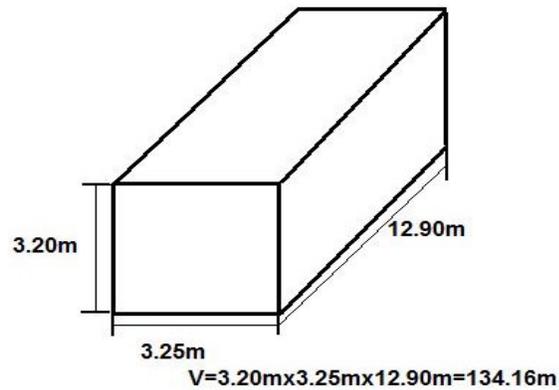


Figura 3.3 Volumen de una estiba (paralelepípedo).

Sin embargo, en el caso que las estibas no estén uniformes se hace un nuevo cálculo y se le suma al resto para sacar el total de una forma más adecuada.

Cubicación en granos y semillas a granel

Los silos adoptan forma de cilindro recto, por lo que el volumen de estos se calcula con la siguiente formula.

El volumen del cilindro cuya base es el círculo descrito anteriormente se obtiene multiplicando el área de dicho círculo por la altura del cilindro, es decir:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

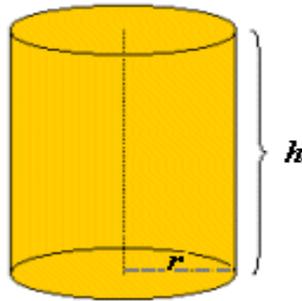


Figura 3.4 Forma que adopta un silo (cilindro).

Para determinar la cantidad de semilla o grano que tiene un silo se mide la altura hasta donde está el grano y se mide el diámetro para poder sacar el radio y aplicar la formula.

Por ejemplo, en un silo que tiene las medidas de: altura 15 m y un diámetro de 10 m, del diámetro se saca el radio para poder utilizar la formula y

sacar el área, para sacar el radio se divide el diámetro entre dos y ese será el radio a utilizar en la formula.

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3.1416 (5\text{m})^2 = 78.54 \text{ m}^2$$

Luego para sacar el volumen se multiplica por la altura del silo que es 15 m por lo que quedaría

$$V = \pi r^2 h$$

Para sacar el volumen del cono se aplica la formula

$$V = 1/3 * \pi * r^2 * h$$

$$V = 78.54 \text{ m}^2 \times 15 \text{ m} = 1178.1 \text{ m}^3 \text{ como se observa en la Figura 3.5}$$

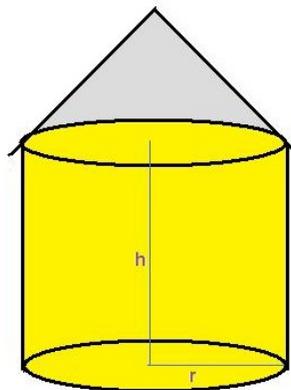


Figura 3.5 Altura del grano y diámetro del cilindro.

Dentro de la cubicación de un silo se debe tomar en cuenta el peso específico del grano y la existencia o volumen del mismo.

Cubicación de una bodega para poder sacar la existencia de grano o semilla que tiene una bodega se debe calcular el volumen total de la bodega tomando como máximo la altura hasta donde se encuentra el grano, el largo y ancho de esta, después se realiza otro cálculo en la parte vacía de la bodega donde no hay grano, para sacar el volumen de esta zona, éste volumen se le resta al volumen total para obtener el volumen exacto del grano (Fumigaciones Rodríguez Centeno SA de CV, 1994).

Por ejemplo, si tenemos una bodega con dimensiones de 20 m de ancho, 35 m de largo y una altura de 8 m, que es hasta donde llega el grano almacenado, se hace el primer calculo con estas medidas para sacar el volumen total.

$$V = 20\text{m} \times 35\text{m} \times 8\text{m} = 5600\text{m}^3 \text{ volumen total}$$

Y tenemos un espacio vacío de 10m de largo, 20m de ancho y altura de 8m se realiza un segundo cálculo para sacar el volumen de este espacio

$$V = 20\text{m} \times 10\text{m} \times 8\text{m} = 1600\text{m}^3 \text{ volumen del espacio vacío}$$

Ya teniendo el volumen del espacio vacío se le resta al volumen total para sacar el volumen exacto de la masa de grano almacenado.

$V = 5600 - 1600 = 4000\text{m}^3$ volumen exacto de la masa de grano almacenado tomando en cuenta de que grano se trate y su peso específico como se observa en la Figura 3.6.

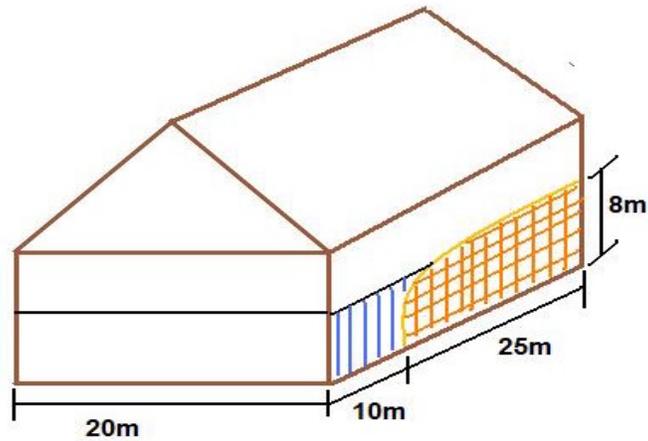


Figura 3.6 Dimensiones de una bodega con grano almacenado para determinar la existencia de este mediante la cubicación.

Determinación del peso volumétrico en granos

Equipo

Para determinar el peso volumétrico de granos y semillas se pueden emplear diferentes determinadores, pero se recomienda el tipo boerner, como es la balanza de peso volumétrico Ohaus. Este aparato consta de un cono o cucharón, un recipiente graduado y una balanza.

El peso volumétrico se reportara en kilogramos por hectolitro. En el Cuadro 3.1 se listan pesos volumétricos de algunas semillas (Moreno, 1996).

Cuadro 3.1 Pesos específicos de algunas granos (Moreno, 1996).

Semilla	Peso volumétrico kg/hl
Ajonjolí	66
Avena	50
Calabacita	42
Cártamo	53
Chíncharo	75
Chile	55
Fríjol	75
Garbanzo	85
Maíz	75
Melón	43
Pepino	57
Sandia	47
Sorgo	82
Soya	70
Trigo	80

Cuando ya se tiene el volumen del silo, bodega o estiba, tenemos que ver de qué grano se trata para poder sacar la existencia o toneladas de estos, sin tener ningún error y poder calcular la dosis exacta para no tener problemas de residuos o de falta de fumigante y que no quede bien la fumigación (Fumigaciones Rodríguez Centeno SA de CV, 1994).

Por ejemplo

Maíz

Tenemos un volumen de 1178.1 m^3 y el maíz tiene un peso específico de 800 kg/m^3 , se tiene que multiplicar el volumen por el peso específico:

$$1178.1 \times 800 = 942480 \text{ kg}$$

Los kilogramos resultantes se dividen entre 1000 kg (equivalente a una tonelada) para convertirlo a toneladas:

$$942480 \text{ kg}/1000 \text{ kg} = 942.48 \text{ ton.}$$

Para calcular la cantidad de fumigante que se va aplicar, se considera la existencia o toneladas del grano almacenado multiplicando la dosis del producto a utilizar por las toneladas existentes; como es el fosforo de aluminio por ejemplo con una dosis recomendada de 4 a 5 pastillas/ton; entonces se tiene la multiplicación $942.48 \text{ ton} \times 5 \text{ pastillas/ton} = 4712.4 \text{ pastillas}$, que es la dosis exacta de pastillas a utilizar.

Pero también hay que tener en cuenta que el peso específico de los granos quien depende de la calidad y el contenido de humedad de estos, ya que puede variar.

Otros aspectos que se deben de tomar en cuenta es la temperatura y la presión atmosférica, las cuales ayudan a proporcionar una mayor presión en la concentración del gas a utilizar; considerando las leyes de Boyle, Charles y de Gay-Lussac, de las cuales se puede derivar una nueva ecuación para calcular la concentración exacta de un gas.

Ley de boyle: siempre que la masa y la temperatura de una muestra de gas se mantengan constantes, el volumen de dicho gas es inversamente proporcional a su presión absoluta.

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Ley de charles: mientras la masa y la presión de un gas se mantengan constantes, el volumen de dicho gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta.

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

Ley de gay-lussac: si el volumen de una muestra de gas permanece constante, la presión absoluta de dicho gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta.

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

Para hacer las correcciones por temperatura y presión es necesario mezclar las tres leyes, a esto se le conoce como la ley general de los gases (Tippens, 2001).

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1 \cdot n_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2 \cdot n_2}$$

Donde:

P_1 = presión atmosférica (760 mmHg).

V_1 = constante (24.4 litros).

T_1 = constante (273.16 °K).

P_2 = presión dada.

V_2 = ?.

T_2 = temperatura dada, convertida a grados absolutos.

Por ejemplo, si una fumigación se lleva a cabo bajo condiciones de 560 mm de Hg y 25 °C de temperatura en el ambiente, en el grano almacenado se tendrá que la molécula gramo de gas ocupara un volumen de:

$$\frac{22.4 \times 760 \times 298.26}{273.16^0 K \times 560 \text{ mmhg}} = 33.49 \text{ litros}$$

Considerando el peso molecular de la fosfina que es de 34 g (gas producido por el fosfuro de aluminio) y este ocupa un volumen de 33.49 litros, entonces, la dosis recomendada es de 4 tabletas por tonelada a una temperatura de 25°C y una presión de 560 mm de Hg, por lo tanto el volumen real que ocupara el gas es de:

$$V = \frac{4 \times 33.49}{34} = 3.94 \text{ litros}$$

Estos 3.94 litros de gas son los que se encuentran en el espacio vacío que hay en una tonelada de grano. Mientras que la tonelada de grano almacenada, ocupa un volumen de 1.42 m³, y el 45% de ese volumen es el espacio vacío (639 litros), por lo tanto, la dosis aplicada corresponde a una concentración en PPM es de:

$$\frac{3.94 \times 1000}{639} = 6.16 \text{ litros} / \text{m}^3 \quad 6.160 \text{ ppm.}$$

Limite de flamabilidad

Se calcula el límite de flamabilidad, con el volumen de gas que ocupa la concentración del fumigante fosfuro de aluminio en un metro cúbico (6.16 lts/m³). Por lo tanto, el por ciento por volumen de esta concentración es:

$$\frac{6.16 \times 100}{1000} = 0.616\%$$

Este valor, sin tomar en cuenta las fugas por mal sellado, oxidación y absorción, resultara menor que la concentración marcada por las constantes físicas de los fumigantes de importancia comercial, es de seguro manejo de operación.

En la práctica no es necesario es proceso de la cubicación, ya que se tiene un control estricto en la existencia o toneladas del grano almacenado, así como un control de entradas y salidas del mismo.

INSECTICIDAS

Un insecticida es un producto que, bajo ciertas circunstancias y concentraciones, es tóxico y mortal para los organismos considerados plagas de los granos almacenados. Los insecticidas pueden ser productos naturales, como el piretro (de origen vegetal) y las tierras diatomáceas (de origen mineral), o productos químicos desarrollados por laboratorios especializados, cuyo objetivo principal es el control de plagas con el menor daño posible para las personas, los animales domésticos y el ambiente (Pereira, 1993).

Hay muchos venenos que pueden matar a los insectos, pero hay un número más pequeño de venenos (insecticidas) que son útiles en la práctica de almacenamiento de granos. Algunos insecticidas están hechos de partes de plantas. El pirethrum es un ejemplo de este tipo. Otros como el cianuro son compuestos químicos inorgánicos; otros son compuestos químicos orgánicos como el malatión y el hexacloruro de benceno (BHC).

Los insecticidas recomendables para usarse en almacenamiento de granos son de dos tipos principales: compuestos químicos de contacto y gases fumigantes. Estos insecticidas se pueden encontrar en gran cantidad de formas (formulaciones) y se aplican de manera diferente, dependiendo del tipo de grano y almacenamiento (Lindblad y Drúben, 1979).

Un insecticida es un compuesto químico utilizado para matar insectos normalmente, mediante la inhibición de enzimas vitales, el origen etimológico de

la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos. Es un tipo biocida.

Los insecticidas tienen importancia para el control de plagas de insectos en la agricultura o para eliminar todos aquellos que afectan la salud humana y animal (<http://es.wikipedia.org/wiki/Insecticida>).

Compuestos químicos

De contacto

Estos son venenos de contacto: el insecto debe recibir estos insecticidas directamente sobre su cuerpo. Los compuestos químicos de contacto están disponibles bajo las siguientes formas:

Polvos

Estos contienen una baja concentración de insecticida mezclado con polvo, es la forma más segura de manejar que otras formulaciones disponibles.

Los polvos también:

- Están listos para usarse.
- Deben mantenerse secos para que se mezclen uniformemente y para que su efecto dure bastante.

- Se pueden usar para tratar pisos, superficies planas y envases que contendrán el grano, particularmente los sacos, para controlar insectos rastreros.

Polvos humectables (polvos dispersables)

Estos contienen una alta concentración de insecticida. Los polvos humectables:

- Deben mezclarse con agua antes de usarse.
- La mezcla debe hacerse cuidadosamente.
- Se debe usar para rociar las superficies de sacos, paredes, pisos y otros lugares de almacenamiento.
- Nunca deben aplicarse directamente sobre el grano.
- Pueden aplicarse con rociadores simples comprados o fabricados.

Concentrados emulsionales.

Estos son concentrados líquidos que:

- Deben mezclarse con agua antes de usarse.
- Contienen una alta concentración de insecticida mezclada con otros ingredientes.
- Necesitan un equipo especial para aplicarse.
- Es un poco más difícil de aplicar que otros insecticidas.

Las emulsiones de piretrinas o malatión son fáciles de conseguir y las instrucciones para mezclarse vienen generalmente en las etiquetas de los recipientes: pero hay que recordar que se necesita un equipo especial para su aplicación, por lo que hay que ser cuidadosos y no gastar dinero en una formulación de insecticida que no podría aplicar por falta del equipo necesario (Lindblad y Druben, 1979).

Existen concentrados líquidos y polvos que deben usarse con equipo especial. Estas formulaciones se aplican con maquinas nebulizadoras y con generadores de humo cuya utilización generalmente no es apropiado para la mayoría de los agricultores (Lindblad y Druben, 1979).

Cuadro 4.1. Nombre, dosis y formula de algunos insecticidas en el mercado.

INSECTICIDA		DOSIS	FORMULA
Deltametrina obiol)	(k-	20 a 40 ml/ton	$C_{22}H_{19}Br_2NO_3$
Pirimifos (actellic)	metil	8 ml/ton	$C_{11}H_{20}N_3O_3PS$
Lindano		1 a 1.5 kg/ton	$C_6H_6Cl_6$
Malatión (fifanon ulv)		18 ml/ton	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$
Foxim (baythion o volaton)		30 ml/ton	$C_{12}H_{15}N_2O_3PS$
Fenitrothion (folithion)		10 ml/ton	$C_9H_{12}NO_5PS$
Metoxicloro (metox)		30 a 50 ml/100 kg	$C_{16}H_{15}$

Los insecticidas más comunes

Malatión

Es un insecticida que se viene usando hace algunos años, gracias a su baja toxicidad para mamíferos y está clasificado como "ligeramente tóxico". Su modo de acción es por contacto e ingestión. Tiene cierto poder residual, el cual disminuye cuando los granos tienen un alto contenido de humedad y están sometidos a altas temperaturas. Es usado para establecer cordones sanitarios.

Dosis: Para fumigar se usa en una concentración de 8 ppm; en este caso su aplicación resulta costosa debido a la cantidad de equipo necesario y el personal requerido para la dosificación, graduación y alimentación de dicho equipo. Actualmente, se usa para la fumigación de paredes, techos, pisos y sacos, en una dosis de 250 cm³ del producto comercial en 5 litros de agua para cubrir 100 m² de superficie.

Piretroides Deltametrinas

Los piretroides han tenido aceptación por su alto grado de actividad contra una amplia variedad de plagas. Son químicamente semejantes a las piretrinas naturales; desde el punto de vista toxicológico están clasificadas como "ligeramente tóxicos". Entre este grupo tenemos la Deltametrina, de largo poder residual aún en condiciones de altas temperaturas y humedad. Su modo

de acción es por ingestión y contacto. El nombre comercial de una de estas Deltametrinas es K-Othrin granos y se emplea a razón de 1 gramo de ingrediente activo por tonelada de granos, diluido en agua dependiendo de la presentación del producto y del equipo a utilizar.

Pirimifos Metil

Es un insecticida organofosforado de largo poder residual, clasificado como "ligeramente tóxico". Su modo de acción es por contacto, ingestión e inhalación. Tiene la ventaja sobre los otros insectidas no fumigantes que controlan ácaros. Es poco sensible a la acción de la humedad y su eficiencia se amplía con el aumento de temperatura.

Comercialmente se conoce con el nombre de Actellic 50 y se emplea en dosis de 5 gramos de materia activa en 1 litro de agua, por cada tonelada de granos.

Diclorvos

Es un compuesto organofosforado bastante eficaz para el tratamiento de insectos plagas de granos almacenados. Debido a su elevada tensión de vapor, ocupa una posición intermedia entre los no fumigantes y los fumigantes.

En locales cerrados es muy efectivo contra la mayoría de los insectos voladores y rastreros. Es efectivo contra las fases inmaduras que se desarrollan dentro de los granos. Actúa por ingestión, contacto e inhalación. Este insecticida también controla ácaros. Comercialmente se conoce como D.D.V.P., Nuvan o Vapona y se aplica a razón de 300 a 500 cm³ del producto comercial en 200 litros de agua.

Bromuro de Metilo

Es un fumigante de uso muy común en los programas de control de insectos plagas de granos almacenados y se encuentra en el comercio bajo la forma líquida, acondicionado bajo presión en envases metálicos, se volatiliza a baja temperatura. Tiene alto poder de penetración en la masa de granos y no es inflamable ni explosivo. Está clasificado como 'extremadamente tóxico', el líquido puede producir quemaduras si entra en contacto con la piel. Para su empleo es necesario disponer de personal experimentado en la aplicación de esta sustancia.

Se debe evitar el empleo como tratamiento químico para semillas, ya que puede reducir o retardar el poder germinativo y, en caso que fuese necesario, las semillas deben tener un contenido de humedad bajo o estar secas, mantener un control de temperatura baja y dar especial atención a la dosis y al tiempo de exposición. Se debe usar en sitios cerrados. En granos ensacados se deben disponer en fila, protegerlos con cubiertas a prueba de gas para que sea efectivo, utilizando una dosis general de 30 a 50 g/m (<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd27/texto/recomendaciones.htm>).

Los insecticidas más utilizados en el mercado

El actellic que es un pirimifos metil y el K-obiol que es una deltametrina (Figura 4.1).

Actellic 50 CE tiene una composición porcentual

Ingrediente activo (pirimifos metil).....48.5 %

Ingredientes inertes (disolventes, emulsificante, estabilizante).....51.5 %.



Figura 4.1 Envases de los insecticidas más usados en el control de plagas de granos almacenados (actelli y K- obiol).

K-Obiol C.E. 2.5. Tiene los siguientes usos

- 1) Aspersión directa a la reciba del grano con una dosis de 8 a 16 ml en 300 ml de agua por tonelada.
- 2) Residual desinsectación de silos, bodegas y almacenes con una dosis de 20 a 40 ml en 1 L de agua.
- 3) Espacial termo nebulización o ultra bajo volumen con una dosis de 50 a 100 ml en 1 L de agua o diesel (Agrotécnica Ragro S.A. de C. V.).

En granos y semillas almacenados se utiliza una dosis de 20 ml en 280 ml de agua por tonelada, aplicar directamente sobre el grano o semilla para almacenamiento de 6 meses.

Y una dosis de 40 ml en 260 ml de agua por tonelada para 12 meses de almacenamiento.

Granos y semillas en costales o sacos estibados con una dosis de 100 ml en 10 L de agua, dirigiendo la aspersión a las partes expuestas de los sacos y los espacios entre ellos.

En el tratamiento espacial se utiliza una dosis de 40 ml en 1 L de diluyente, ya sea agua, queroseno o diesel

(http://www.plagasonline.com.ar/productos/productos_imprimir.php?id=59)

Forma de aplicación de los insecticidas

Formas de aplicación. Normalmente los insecticidas se usan en las modalidades de: pulverización residual o aspersión; pulverización protectora; vaporización; y fumigación.

Pulverización residual o aspersión

El insecticida se mezcla con agua u otro líquido. Se pulveriza en las paredes, pisos, entarimados, techos, equipos existentes dentro del almacén y alrededor de la unidad de almacenamiento con la finalidad de exterminar los insectos que se esconden en depresiones, orificios y grietas. Estos insecticidas poseen cierto poder residual, que mata a los insectos que se poseen en el sitio tratado (Arias, 1993).

Pulverización protectora

Se pulveriza directamente el insecticida sobre los granos a granel, ya sea en la cinta transportadora durante el llenado del silo o bajo la forma de polvo para pequeñas cantidades de granos almacenados. Este control tiene finalidad preventiva pero no curativa, es decir, que se efectúa en silos y almacenes donde no hay una infestación evidente (Arias, 1993).

Vaporización o producción de niebla (nebulización)

Este es el proceso por el cual se obtiene la producción de gotas pequeñísimas; en este caso se alcanzan gotas de un diámetro menor a 50 micras. Si se utilizan termo nebulizadores, el insecticida pulverizado debe ser lo bastante volátil para que, al mezclarse con el aceite diesel, produzca una humareda con pequeñas partículas que permanecen en suspensión en el aire por algún tiempo. Si se utilizan nebulizadores eléctricos o máquinas de ultra bajo volumen (ULV) se consigue un finísimo tamaño de gota que permanece en suspensión sin crear la densa niebla. Estos métodos combaten los insectos que vuelan, como las polillas y las moscas. Sin embargo, también matan otros insectos directamente alcanzados por el insecticida en paredes y otras superficies. El objetivo de este método consiste en llegar a las zonas más difíciles de una instalación (Arias, 1993).

Equipo para la aplicación

Esta máquina o aspersor ARIMITSU SD-260D con capacidad para 25 L es ideal para aplicar insecticida en pisos, paredes, elevadores y fosas de descarga (<http://www.aspersoras.com.mx/arimitsu2.asp>). Como se observa en la Figura 4.2.



Figura 4.2 Máquina de motor marca arimitsu para la aplicación de insecticida.

Parihuela o motobomba es ideal para almacenes con dimensiones muy grandes, ya que tiene una manguera de 30 m de largo, evita andar cargando las maquinas de motor, ya que son muy pesadas como se observa en la Figura 4.3.



Figura 4.3 Motobomba o parihuela con manguera de 30 m de largo para la aplicación de insecticida.

Maquina aspersora swissmex de bombeo con capacidad para 15 L, se usa en bodegas de pequeñas dimensiones (SWISSMEX-RAPID SA de CV). Como se observa en la Figura 4.4.



Figura 4.4 Maquina manual marca swissmex para la aplicación de insecticida.

Termonebulizador swingfog, se utiliza para aplicar insecticida en diminutas partículas en forma de niebla para controlar todo tipo de palomillas en granos almacenados como se observa en la Figura 4.5.



Figura 4.5 Termonebulizador marca swingfog para la aplicación de insecticida en niebla o nebulización.

FUMIGANTES

Entre los materiales empleados para el combate químico de plagas que atacan a los granos y productos almacenados, figuran en lugar preponderante los fumigantes. El termino fumigante, incluye a todos aquellos materiales que ejercen su acción toxica en estado gaseoso. Los fumigantes por lo general se almacenan y manejan en forma liquida o sólida, estados físicos que deben pasar a la forma de gas para ejercer su acción toxica.

La principal ventaja de los fumigantes es su penetración, ya que estos materiales se introducen en todas partes de espacio disponible, pequeñas aberturas, poros de los productos almacenados, ranuras o hendiduras del almacén o bodega, partes aisladas de la maquinaria en molinos, elevadores o almacenes y, en general, sitios que no pueden ser alcanzados del todo por otros métodos de aplicación de materiales químicos. Los residuos de los fumigantes generalmente no son permanentes.

La principal desventaja de los fumigantes es que sus vapores se dispersan con rapidez, a menos que se les confine, siendo por lo tanto, apropiados solamente para espacios cerrados, tales como silos, bodegas, molinos, edificios, vehículos o cámaras herméticas especiales. No son materiales apropiados para ejercer efecto residual.

Los fumigantes causan la muerte de los organismos interfiriendo en una u otra forma la asimilación de oxigeno por los tejidos.

La toxicidad de los fumigantes hacia los organismos es de características complejas en algunos aspectos y la interpretación o estimación cuantitativa de la toxicidad se dificulta mucho por la intervención de factores que la hacen incierta.

La rapidez o lentitud de acción de un fumigante es factor importante. Algunos materiales paralizan y matan rápidamente, mientras que otros lo hacen con lentitud y permiten, si varían las condiciones de dosis y tiempo, que los organismos tengan la oportunidad de recuperación. En la fumigación, el éxito de reducir o eliminar una población dada de organismos perjudiciales, esta determinado específicamente por la aplicación de una dosis letal por tiempo suficiente para matar la plaga en un medio dado.

Estos son gases y tienen varias ventajas como método de control de insectos:

- El gas puede penetrar por todas las grietas de los almacenes para matar los insectos que ahí se esconden.
- El gas es capaz de penetrar en el grano que se ha compactado durante su almacenamiento y puede matar las larvas que se encuentran en el interior del grano.
- El gas no deja marcas en el grano como lo hacen otros insecticidas.

Pero también los fumigantes pueden causar problemas.

- Es muy importante saber escoger el tipo de fumigante. Los fumigantes son extremadamente peligrosos para el hombre, pero hay algunos más seguros y más fáciles de aplicar que otros. Se debe escoger un fumigante que no deje veneno en el grano y que sea relativamente seguro para el agricultor.
- La mayoría de los fumigantes son seguros solamente cuando los aplica un operador capacitado.
- Los fumigantes solamente matan a los insectos que ya se encuentran en el grano, pero no protegen al grano de nuevos ataques.
- Los fumigantes deben aplicarse en locales y recipientes herméticos. Si el grano está almacenado en sacos de yute se tendrán que buscar tambores metálicos de petróleo o algún otro recipiente que pueda cerrarse herméticamente antes de fumigar el grano. También pueden cubrirse los sacos de grano con plástico grueso y fumigarlos de esta forma.
- Algunos fumigantes pueden afectar el poder germinativo de las semillas (Lindbland y Druben, 1979).

Existen en el mercado una serie de fumigantes con diferentes dosis de aplicación por metro cúbico que marcan la cantidad efectiva en la operación de fumigación independientemente si el grano o la semilla se encuentra a granel o en sacos (Cuadro 5.1).

Cuadro 5.1 Nombre, dosis y formula de algunos fumigantes en el mercado.

FUMIGANTE	DOSIS	FORMULA
Fosfuro de aluminio	3 a 6 pastillas/ton y 1 a 2 pastillas/m ³	AlP
Fosfuro de magnesio	3 a 6 pastillas/ton y 1 a 2 pastillas/m ³	Mg ₃ P ₂
Acido cianhídrico	30 a 35 gr/m ³	HCN
Bromuro de metilo	36 a 64 gr/m ³	CH ₃ -Br
Bisulfuro de carbono	200 a 600 gr/m ³	CS ₂
Tetracloruro de carbono	500 gr/m ³	CCL ₄
Bióxido de azufre	60 gr/m ³	SO ₂
Cloropicrina	25 a 60 gr/m ³	CCL ₃ NO ₂
Oxido de etileno	32 gr/m ³	C ₂ H ₄ O

Fumigantes sólidos

Estos fumigantes se consiguen en forma de tabletas, en paquetes o granulados. Es uno de los más utilizados, el compuesto químico activo es el fosfuro de aluminio. Las tabletas de fosfuro de aluminio liberan gas de fosfina cuando se ponen en contacto con la humedad. Afortunadamente las tabletas tardan casi tres horas en liberar el suficiente gas venenoso como para matar a una persona, de manera que si se siguen las instrucciones de fumigación cuidadosamente, estas tabletas pueden utilizarse sin peligro alguno. El fumigante se vende bajo los nombres comerciales de phostoxin, delicia detia y celphos (Lindblad y Druben, 1997).

Fosfina

Es un fumigante comercializado bajo la forma de comprimidos muy eficaz, y su empleo complementa la del bromuro de metilo recomienda para tratar montos horizontales de granos, donde puede ser introducido en forma de tabletas o comprimidos, así como también en el almacenamiento vertical donde no se puede utilizar el bromuro de metilo.

La fosfina es un gas obtenido a partir de la hidrólisis del fosfato de aluminio, es inflamable y extremadamente tóxico. El producto comercial contiene carbonato de amonio y parafina, por esto, la mezcla de gases desprendida no es combustible, se libera lentamente puede ser usado con seguridad, ya que contiene cloropicrina (gas lacrimógeno utilizado para detectar gases venenosos).

La fosfina es usada en la fumigación de semillas, ya que no afecta el poder germinativo. Comercialmente se le conoce Phostoxín o Gastoxín y es a razón de 4 a 10 comprimidos por cada tonelada de granos a granel. En productos ensacados se utilizan cuatro comprimidos por metro cúbico.

Algunos fumigantes más comunes son fumiphos 570, phostoxin, placas degesch y magtoxin como se observa en la Figura 5.1.



Figura 5.1 Fumigantes más usados para el control de plagas en granos almacenados.

Fumigantes líquidos y gases de bajo punto de ebullición

Existen algunos fumigantes líquidos y gases de bajo punto de ebullición en el mercado, como el tetracloruro de carbono, el dicloruro de etileno, el dibromuro de etileno. Todos son peligrosos y los deben aplicar personas entrenadas que usen un equipo protector. No es recomendable que lo apliquen campesinos sin el entrenamiento y equipo adecuados, pues puede ser mortal cuando se usa en forma incorrecta.

El número de insecticidas que se pueden utilizar para productos y granos almacenados es muy pequeño. Es importante conocer estos insecticidas y siempre debe tenerse la información necesaria para aplicarlos correctamente (Lindblad y Druben, 1979).

Fumigantes más comunes

Bromuro de Metilo

Es un fumigante de uso muy común en los programas de control de insectos plagas de granos almacenados y se encuentra en el comercio bajo la forma líquida, acondicionado bajo presión en envases metálicos, se volatiliza a baja temperatura. Tiene alto poder de penetración en la masa de granos y no es inflamable ni explosivo. Está clasificado como 'extremadamente tóxico", el líquido puede producir quemaduras si entra contacto con la piel. Para su empleo es necesario disponer de personal experimentado en la aplicación de esta sustancia.

Se debe evitar el empleo para fumigar semillas, ya que puede reducir o retardar el poder germinativo y, en caso que fuese necesario, las semillas deben estar aproximadamente secas, mantener un control de temperatura baja y dar especial atención a la dosis y al tiempo de exposición. Se debe usar sitios cerrados. En granos ensacados, se deben disponer en fila protegerlos con cubiertas a prueba de gas para que sea efectivo como dosis general, se usa a razón de 30 a 50 g/m.

Secuencia operacional para los fumigantes

- Se selección el tipo de fumigante que se va a utilizar.
- Usar el equipo de protección adecuado que es, overol, casco, lentes, guantes, mascarilla y botas de trabajo.
- Se calcula la dosis necesaria según la existencia de grano almacenado
- Se distribuye en toda la masa de grano con un inyector de aproximadamente 2 m de largo, que es introducido en el grano a fumigar, ya introducido el inyector se van colocando los comprimidos o pastillas de fosfuro de aluminio como se observa en la figura 5.2.



Figura 5.2 Inyectores para la aplicación de fumigante en pastillas o comprimidos.

- Ya distribuida la pastilla, se prosigue al sellado o hermeticidad de los granos para evitar fugas posibles ya que el fumigante alas tres horas comienza a liberar gas (fosfina).

APLICACIÓN DE FUMIGANTE EN GRANO O SEMILLA A GRANEL

Es fundamental conocer el tipo de unidad de almacenaje cuando se pretende una fumigación de granos almacenados a granel. Así cada tipo de almacenamiento presenta características propias, ya sea un silo vertical u horizontal, el tipo de granero, la capacidad de almacenar las condiciones de hermeticidad, los sistemas de movilización del producto y la construcción de la unidad van a influir en la manera de aplicar los fumigantes y en las dosificaciones. Cuando se usa un producto sólido, generalmente la distribución se realiza cuando el producto está siendo almacenado. Las tabletas o pastillas son colocadas a intervalos regulares sobre la cinta transportadora durante la carga. En silos de gran capacidad se utilizan habitualmente equipos que efectúan dosificación automática de las pastillas o tabletas. En el caso de que la unidad almacenadora ya esté con el grano almacenado, las pastillas o tabletas pueden aplicarse a través de sondas (Pereira, 1993).

En instalaciones de grano almacenado

El método de control químico en instalaciones de almacenamiento de grano debe ser considerado como un complemento a otras medidas, como la sanidad, el manejo de la temperatura y la humedad, el uso de instalaciones adecuadas, etc.

Pulverización residual o aspersión

El insecticida es mezclado con agua u otro líquido. Se pulveriza en las paredes, pisos, entarimados, techos, equipos existentes dentro del almacén y alrededor de la unidad de almacenamiento con la finalidad de exterminar los insectos que se esconden en depresiones, orificios y grietas. Estos insecticidas poseen cierto poder residual, que mata los insectos que poseen en sitio tratado aun en días después de ser aplicado (Pereira, 1993).

Pulverización protectora

Se pulveriza directamente el insecticida sobre los granos a granel, en la cinta transportadora durante el llenado del silo, o bajo la forma de polvo para pequeñas cantidades de granos almacenados.

Este control tiene finalidad preventiva pero no curativa, es decir, que se efectúa en silos y almacenes donde no hay una infestación evidente (Pereira, 1993).

Vaporización o producción de niebla (nebulización)

La nebulización es el proceso por el cual se obtiene la producción de gotas muy pequeñas, de un diámetro menor a 50 micras. Al utilizar un termonebulizador, el insecticida pulverizado es lo bastante volátil para producir una humareda con pequeñas partículas que permanecen en el aire por algún tiempo como se observa en la Figura 6.1



Figura 6.1 Realización de una termonebulización de una bodega.

Estos métodos combaten los insectos que vuelan, como las polillas y las moscas. Sin embargo, también matan otros insectos directamente alcanzados por el insecticida en paredes y otras superficies.

El objetivo de este método consiste en llegar a las zonas más difíciles de una instalación (Pereira, 1993).

Fumigación por gases fumigantes

En la fumigación de los granos almacenados se usa un insecticida fumigante, es decir, que poco después de ser aplicado se transforma en gas letal para los insectos en ambientes confinados, bajo determinadas condiciones de temperatura y presión. El objetivo es matar todas las etapas del insecto: huevo, larva, ninfa y adulto, que en la mayor parte de los casos ya están establecidos dentro del mismo grano.

El fumigante penetra en los cuerpos de los insectos a través de los estigmas durante la respiración.

Su difusión se hace rápidamente a través de la masa de granos, porque al ser un gas, éste se difunde bajo la forma de moléculas aisladas. Por eso, debe usarse en ambientes herméticos.

La toxicidad del fumigante para los insectos depende de innumerables factores, muy complejos e interrelacionados. Por ejemplo, las bajas temperaturas afectan a la tasa respiratoria de los insectos, interfiriendo en la absorción, adsorción y difusión de los gases a través de la masa de granos. En general, la toxicidad aumenta a medida que sube la temperatura; por lo que cuando la temperatura es baja, las fumigaciones deben durar más tiempo. El elevado contenido de humedad de los granos ocasiona una mayor absorción del fumigante, reduce su distribución y penetración en la masa granos y aumenta el riesgo de afectar la germinación de aquellos granos que se destinan para semilla.

Los granos pequeños presentan mayor dificultad para la difusión del fumigante en comparación con los más grandes. Por ejemplo, para obtener una eficiencia igual para determinado insecto en el trigo y el maíz, será necesario aumentar la dosificación para el trigo que es más pequeño. Otros factores que afectan la toxicidad del fumigante se refiere al tipo de estructuras en el almacenaje y el tiempo de exposición a la fumigación. Si la estructura es porosa (hormigón, madera) la dosis debería ser mayor que en el caso de una estructura impermeable. El tiempo de exposición del producto de su concentración, del tipo de insecto, de la etapa biológica en la que se encuentra (Pereira, 1993).

Otros factores que afectan la toxicidad del fumigante se refieren al tipo de estructuras en el almacenaje y al tiempo de exposición a la fumigación.

Para que una fumigación sea efectiva, el recipiente debe ser hermético; por lo tanto, no es recomendable hacer fumigaciones en estructuras de ladrillo, bloque o madera, sin el uso de carpas o lonas plásticas, pues la concentración del fumigante debe permanecer por lo menos 72 horas. La elección de un fumigante adecuado se basa en las siguientes características:

- Bajo costo en función de la dosificación;
- Alta toxicidad para los insectos;
- Baja toxicidad para las personas;
- Alta volatilidad del gas;
- Buena penetración en la masa de granos;
- Baja absorción en los granos;
- Fácil detección para prevenir accidentes;
- Que no sea corrosivo, inflamable o explosivo;
- Que no altere la calidad del grano, y
- Que sea de fácil obtención.

Requerimientos para realizar una buena fumigación

Para realizar una buena fumigación y tener un buen control de insectos que atacan los granos almacenados se deben de seguir los siguientes pasos

- Utilizar el equipo de protección y seguridad adecuado.
- Verificar el tipo de plagas que existen en el grano.
- Analizar que medidas de plásticos o lona se va a utilizar.
- Preparar la bodega con los plásticos y pegarlos.
- Aplicación de un cordón fitosanitario.
- Calcular la dosis del fumigante que se va aplicar.
- Distribución de la pastilla o fumigante.
- Sellado y hermetización de la bodega.
- Realizar una nebulización de la instalación fumigada.
- Retirar las cubiertas plásticas.

Utilizar el equipo de protección y seguridad adecuado

Si se tiene contacto con fumigantes deben usarse guantes secos de algodón o algún otro material se tiene que usar lentes, overol, casco, mascarilla y botas para evitar cualquier tipo de contacto con el fumigante, esto debe ser obligatorio para todos los trabajadores de una empresa que se dedique a fumigar.

Verificar el tipo de plagas que existen en el grano almacenado

Se muestrea el grano con un calador de alvéolos en todo lo largo este se introduce en el grano y se toma la muestra entonces esta es pasada a una zaranda para separar las impurezas y posibles plagas que puedan existir en el grano, esto se realiza en toda la bodega o instalación que se va a fumigar, para saber en donde se concentra el mayor problema de plaga y también es útil para analizar si el grano no tiene calentamientos o altas temperaturas, en grado caso que existan estos problemas se le notifica al productor o dueño para que después de la fumigación y ventilación del grano le meta aireación y controle esa humedad para que no tenga problemas, ya que las plagas se reproducen más rápido en condiciones favorables de temperatura y humedad.

Algunas plagas que se encuentran con más frecuencia en los granos almacenados (Hernández, 2006).

- Palomilla dorada (*Sitotroga cerealella*)
- Palomilla india de la harina (*Plodia interpunctella*)
- Gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamays*)
- Gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*)
- Gorgojo del grano (*Sitophilus granarium*)
- Barrenador primario de los granos (*Rhizoperta dominica*)
- Gorgojo aserrado (*Oryzaephilus surinamensis*)
- Gorgojo plano de los granos (*Cryptolestes pusillos*)
- Gorgojo rojizo (*Cryptolestes ferrugineus*)
- Gorgojo del molino (*Cryptolestes turcicus*)
- Gorgojo de las judías (*Acanthoscelides obtectus*)
- Barrenador de los granos (*Prostephanus truncatus*)
- Gorgojo pinto del frijol (*Zabrotes subfasciatus*)

El juego de zarandas y el calador o bayoneta son esenciales para analizar y verificar cuanta plaga existe en los granos almacenados como se observa en la Figura 8.1.



Figura 6.2 Zarandas y calador para el muestreo de grano almacenado.

Analizar que medidas de plástico o lona se va utilizar

Analizar la bodega o instalación que se va a fumigar para ver qué medida de plástico se va a meter para cubrir bien el grano y no tener fugas ya que esto puede ocasionar que la fumigación quede mal.

Hay diferentes medidas de plásticos o lonas de plástico que a continuación se mencionan, éstas deben de ser de calibre 600.

- Lona de 8m x 30m
- Lona de 12m x 30m
- Lona de 18m x 30m
- Lona de 6m x 30m

- Lona de 6m x 45m
- Lona de 12m x 45m
- Lona de 18m x 45m

Hay estos tipos de lonas para facilitar el sellado, ya que muchas bodegas tienen estructuras metálicas o pilares que estorban el paso de lonas grandes y por lo tanto hay que meter lonas más pequeñas, esto es con la finalidad de no tener ninguna fuga posible, ya que el fumigante es gas y es muy peligroso para los humanos y animales como se observa en la Figura 6.3.



Figura 6.3 Diferentes medidas de plásticos o lonas para la hermetización de bodegas.

Reparación del plástico, aquí se repara y se sella todo tipo de hoyo o rotura que pueda tener el plástico, para su posterior acomodamiento en el grano como se muestra en la Figura 6.4.



Figura 6.4 Reparación del plástico o lonas para la fumigación de bodegas.

Preparar la bodega con los plásticos y pegarlos

Los plásticos se acomodan en paredes, estructuras y pilares, para una buena hermetización o sellado de la bodega y no tener fuga alguna como se observa en la Figura 6.5.



Figura 6.5 Acomodamiento del plástico sobre el grano almacenado.

Una vez acomodados los plásticos, se prosigue a pegarlos con resistol amarillo para que no se despegue y tengamos un buen sellado, estos pueden

pegarse a las paredes de la bodega o en las estructuras, ya que en muchos casos el grano llega hasta estas, pero se tiene que pegar sin dejar ninguna fuga, como se muestra en la Figura 6.6.



Figura 6.6 Acomodamiento y pegado del plástico o lonas sobre el grano almacenado.

Aplicación de un cordón fitosanitario

Ya estando los plásticos acomodados se pone unos cordones sanitarios en paredes, transportadores, elevadores y fosas de descarga con insecticida K-obiol (deltametrina) con una dosis de 1 litro de insecticida (deltametrina) en 100 litros de agua.

Se aplica el insecticida en las paredes para tener un mejor control ya que estas en ocasiones tienen grietas y hoyos y ahí se esconden los insectos, también se aplica insecticida en elevadores porque siempre queda grano que

no alcanza a caer en la bodega y puede tener plaga o se empieza a reproducir ahí, en las fosas de descarga hay que asegurarse que no quede grano y limpiarlas para también aplicar insecticida, lo mismo se tiene que hacer con los transportadores de grano, como se observa en la Figura 6.7.



Figura 6.7 Aplicación de un cordón fitosanitario en una bodega.

Calcular la dosis del fumigante que se va aplicar

Dependiendo de las toneladas que existan en la bodega o almacén y la dosis que se vaya a utilizar se empiezan a abrir los botes que contienen el fumigante, hay que tener en cuenta que se pueden utilizar varias dosis

- 5 pastillas/tonelada
- 4 pastillas/tonelada
- 3 pastillas/tonelada
- 6 pastillas/tonelada

Por ejemplo si el almacén tiene 5000 toneladas y se quiere aplicar una dosis de 5 pastillas/tonelada, aplicaríamos $5000 \times 5 = 25000$ pastillas y si fuera la dosis de 4 pastillas/tonelada entonces aplicaríamos $5000 \times 4 = 20000$ pastillas.

Las pastillas vienen en presentaciones de 500 comprimidos por bote y la caja contiene 14 botes por lo que cada caja contiene $= 500 \times 14 = 7000$ pastillas o comprimidos.

Los botes son de aluminio con tapa roscada para un mejor sellado y la pastilla dure más sin reaccionar, ya que esta reacciona con la humedad relativa o el medio ambiente.

Estas dosis se aplican dependiendo de cuanta plaga exista en la bodega y del buen almacenamiento o mal almacenamiento del grano, porque muchas de las veces esta muy regado, entonces se tiene que aumentar la dosis para alcanzar a cubrir toda la masa y asegurar la fumigación.

Distribución de la pastilla o fumigante

Se acomoda la gente en todo lo ancho de la bodega, por lo regular cada trabajador tiene que estar a dos metros de separación y se les da instrucciones de cuantos botes de pastilla tienen que aplicar en todo lo largo de la bodega, como se observa en la Figura 6.8.



Figura 6.8 Acomodamiento del personal para la aplicación del fumigante en el grano almacenado.

La pastilla se inyecta con un aplicador o sonda de dos metros de largo, cada metro o metro y medio dejando tres niveles que son abajo, en medio y arriba en todo lo largo de la bodega, ya cuando se acaba de aplicar el fumigante, se vuela pastilla encima del grano en toda la bodega, también se pone pastilla a los ventiladores que están por fuera de las bodegas para incorporar gas desde abajo hacia arriba y tener una mejor distribución de este en todo el almacén, como se observa en la Figura 6.9.



Figura 6.9 Distribución o aplicación del fumigante sobre la masa de grano.

Sellado y hermetización de la bodega

Ya aplicado el fumigante se prosigue a tender los plásticos para cubrir el grano y luego se empiezan a pegar el plástico con ayuda de pegamento amarillo de la marca unirapid de comex, se adhiere el pegamento en la orilla del plástico y en la pared, y con cinta masking se reforza en las esquinas y estructuras para que no se despegue el plástico en todas las paredes y donde sea necesario para no tener ninguna fuga, ya que esto podría ocasionar que la fumigación no sea efectiva como se observa en la Figura 6.10.



Figura 6.10 Plásticos o lonas tendidas sobre la masa de grano para su hermetización.

También por fuera de la bodega se sellan con plástico calibre 600 y con pegamento y cinta los ventiladores, fosas de descarga, túneles y todas las entradas y salidas por donde pueda fugarse el gas tales como grietas y hoyos en las paredes para evitar al máximo fugas como se observa en la Figura 6.11.



Figura 6.11 Sellado de ventiladores y fosas de descarga.

Realizar una nebulización en la instalación fumigada

Después del sellado de la bodega se realiza la nebulización con la finalidad de eliminar insectos que se encuentran fuera del sellado como en estructuras, láminas y grietas en las paredes, así como para también eliminar todo tipo de palomillas o insectos voladores de los granos almacenados, como se observa en la Figura 6.12.



Figura 6.12 Termonebulización de elevadores y bodega fumigada.

Retirar las cubiertas plásticas

Posterior a la fumigación se requiere un período de ventilación con el fin de eliminar residuos de gas toxico en el ambiente, para tal efecto se procede a la deshermetizacion retirando todo el material utilizado para hermetizar, procediendo a incinerarlo inmediatamente. De igual forma se retiran y doblan las cubiertas de polietileno en caso de que hayan sido utilizadas. Por último se realizan muestreos y los análisis respectivos para la comprobación de los resultados de la fumigación (Gallegos, 1986).

FUMIGACIÓN DE GRANO Y SEMILLA ENSACADO (ENCOSTALADO)

Se puede hacer la fumigación de granos ensacados por medio de cámaras móviles o en carpas de plástico, que permitan la fumigación de cada pila en forma separada. Las carpas o lonas plásticas usadas para fumigar deben ofrecer, además de una impermeabilidad a los gases, una buena resistencia al choque mecánico. La hermeticidad en el punto de contacto de la lona con el piso se realiza con culebras de arena que pueden ser confeccionadas con lonas o sacos abiertos, de los cuales se cortan fajas de 25 cm de ancho por 1.5 a 2.0 m de largo. Después de coserlas se llenan de arena, lo que permite un buen cierre.

Las pastillas o tabletas del fumigante se distribuyen en un recipiente abierto, en los rincones de la pila. El tiempo de exposición varia de 72 a 120 horas, dependiendo de las condiciones de temperatura: a menor temperatura, debe dejarse más tiempo. Después del tiempo de exposición se deben de abrir puertas y ventanas para una mejor eliminación de los gases (Pereira, 1993).

Realizar una cubicación

Primero se cúbica para saber la existencia del grano o semilla almacenada y verificar de qué tipo de semilla se va a fumigar, Se tiene que medir lo largo, ancho y altura de las estibas para poder cubicar y sacar la dosis del fumigante que se va aplicar, dependiendo de qué semilla sea, ya que no todas las semillas tienen el mismo peso volumétrico o específico.



Figura 7.1 Estibas de semilla envasada o encostalada.

Acomodamiento y pegado del plástico o lonas

Se acomodan los plásticos o lonas necesarias para cubrir todas las estibas que se van a fumigar y se pegan con pegamento amarillo unirapid de la empresa comex en las paredes para no tener ningún tipo de fuga, como se observa en la Figura 7.2.



Figura 7.2 Acomodamiento del plástico o lonas en estibas de semilla.

Se pegan los plásticos en las paredes o estructuras con pegamento amarillo unirapid y se refuerzan con cinta adhesiva en las esquinas para al momento de extenderlos no se vayan a despegar como se observa en la Figura 7.3.



Figura 7.3 Forma de pegar los plásticos entre las estructuras para tener una mejor hermetización.

Aplicación de un cordón fitosanitario

Ya pegados los plásticos se aplica un cordón fitosanitario con k-obiol al 1 % (un litro en 100 litros de agua) con una aspersor de motor marca arimisut en paredes y estructuras para combatir plagas que se encuentran en las paredes, grietas, hoyos y lugares donde no se hermetiza como pisos y muros como se observa en la Figura 7.4.

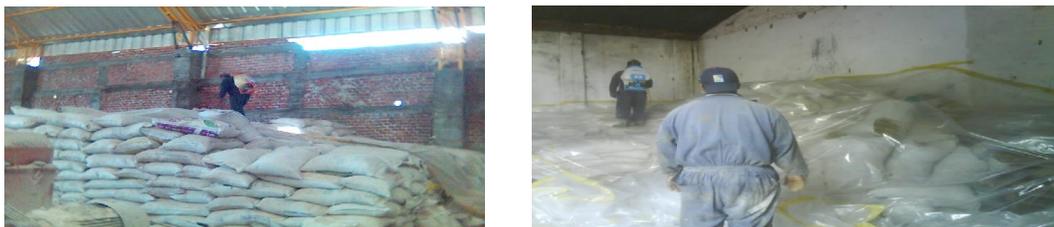


Figura 7.4 Aplicación del cordón fitosanitario.

Distribución de las pastillas o fumigante

Se distribuye el fumigante o pastillas, ya sea en platos desechables, pastillas al voleo en todas las estibas y espacios entre ellas o se colocan las placas degesch en todo lo largo de la estiba, como se observa en la Figura 7.5.



Figura 7.5 Distribución o aplicación del fumigante en estibas de semilla.

Se aplica fumigante phostoxin a una dosis de 2 a 3 tabletas/m³ con un tiempo de exposición de 72 horas y con una ventilación de más de 6 horas, este fumigante contiene 560 gr. de ingrediente activo/kg.

Con fumigante magtoxin se aplica una dosis de 1 a 2 tabletas/m³ con un tiempo de exposición de 48 horas y una ventilación de no más de 6 horas, este fumigante contiene 600 gr. de ingrediente activo/Kg.

Cuando se aplican placas degesch, la dosis es de 1 a 2 placas/30m³ con un tiempo de exposición de 4 días y una ventilación de 3 días, este fumigante contiene 560 gr. de ingrediente activo/kg.

Cuando se aplica fumiphos 570, la dosis será de 2 a 3 tabletas/m³ con un tiempo de exposición de 72 horas y una ventilación de más de 6 horas este fumigante contiene 567 gr. de ingrediente activo/Kg.

Sellado y hermetizacion de las estibas

Ya aplicado el fumigante se prosigue a tender los plásticos y realizar el sellado de las estibas o bodega, para realizar esta operación se acomoda al personal en todo lo largo, donde se encuentra el plástico y se prosigue a jalarlo uniformemente para evitar despegarlo como se observa en la Figura 7.6.



Figura 7.6 Extendido del plástico o lonas.

Así es cómo deben quedar tapadas todas las estibas de grano con el plástico para después proseguir con la hermetización de la estiba, como se muestra en la Figura 7.7.



Figura 7.7 Estibas cubiertas con plástico o lonas.

Después de que el plástico ya está tendido, se prosigue a sellar o hermetizar por completo la estiba para no tener fuga del gas, ya que esto sería muy peligroso, por lo tanto se tiene que tener una buena hermetización como se observa en la Figura 7.8.



Figura 7.8 estibas completamente selladas.

Después de la hermetización se aplica un cordón fitosanitario con k-Obiol al 1 % en pisos como se observa en la Figura 7.9.



Figura 7.9 Aplicación de un cordón fitosanitario en pisos.

Rotulación de áreas fumigadas

El fumigador debe rotular y pegar avisos en todas las entradas a la bodega bajo fumigación con signos relevantes como: La palabra peligro y la calavera con huesos en cruz todo en rojo, la leyenda área o producto bajo fumigación NO ENTRE. La leyenda no puede quitarse después que el producto haya sido completamente aireado, fecha y hora de inicio y terminación de la fumigación, el nombre del fumigante usado, el nombre, dirección y teléfonos del fumigador, como se observa en la Figura 7.10.



Figura 7.10 Avisos que se pegan en las entradas de las bodegas para que el personal no entre.

Después de la fumigación se deja cubierto el grano o semilla con una exposición del gas de 72 horas, cumpliendo este tiempo se procede a retirar las cubiertas plásticas para la ventilación del grano, doblando los plásticos y reparando por si tienen alguna abertura u hoyo para la siguiente fumigación.

El presente trabajo fue realizado con la finalidad de dar a conocer medidas de prevención y corrección a todos aquellos productores y empresas que se dedican al almacenamiento de granos, sirviendo como un pequeño manual de conceptos e información de algunos problemas que pueden presentarse durante el almacenamiento, así como las pérdidas generales ocasionadas por el deterioro de los granos y pudiendo ser desde un 10 hasta un 50 % en algunos países. Otro de los propósitos de este trabajo es el dar a conocer los diferentes productos químicos en el mercado y su método de aplicación para tratar los granos, así como las semillas almacenadas con el fin de evitar pérdidas.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, P. M. 1988e. Pérdidas causadas por insectos al maíz almacenado en Guanajuato. *In*: Primera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria, Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Centro de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (CIFAP). Guanajuato, Guanajuato. p. 24 (Publicación Especial Núm. 17).
- Alvarado, M.G. 1982. Plagas en los granos almacenados y su control en México. En: Lopez, V.M. Memorias del curso de actualización sobre tecnologías de semillas. UAAAN-AMSAC. Saltillo, coah. P. 69-87.
- Almacenes Nacionales de Depósito S.A. 1969. Memoria sobre trabajos y estudios realizados en ANDSA sobre manejo y almacenamiento, conservación y certificación de calidad de productos almacenados. México DF. 93p.
- Arias C. 1993. Manual de manejo de poscosecha de granos a nivel rural Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe Santiago, Chile. P 369-392.
- Banks, J; P. Fields. 1995. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. *In*: Jayas, D; N. White y W. Muir (Eds) Stored Grain Ecosystems. Marcel Dekker Inc. New York. USA. P 353-409.
- BAYER DE MEXICO, S.A. DE C.V. Div. Agrícola/salud ambiental. Miguel de Cervantes Saavedra No. 259, Col. ampliación granada, 11520 México, D.F. p24.
- Casalins, A.C. 1987. Cuadernillo de actualización técnica capacidad de almacenaje cubillaje. Buenos Aires. Circular N°358-Amarillo
- Christensen, C.M. y H.H. Kaufman. 1968. Grain Storage. The role of fungi in quality loss. University of Minnesota press. Minneapolis. Min. P. 4-35.
- Fumigaciones Rodríguez Centeno S.A. de C.V., 1994. Conservación y protección de granos almacenados. Irapuato Gto. 112p.
- González, U. 1995. El maíz y su conservación. Editorial Trillas. México DF. 399p
- Gallegos, G.S. 1986. Conservación de granos y semillas. Irapuato Gto. P. 7.

- Hernández, R. S. 2006 El sistema AIB (American Institute of Baking) en el almacenamiento de Cereales. Saltillo, coah. México. 25-27p.
- Lagunés A., y J. Villanueva 1995. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Posgraduados. Montecillo. México. 264 pp.
- Lindblad C. y L. Druben. 1986. Almacenamiento de grano (manejo, secado, silos y control de insectos y roedores). Editorial Concepto. Segunda Reimpresión. México, DF. 161-163 pp.
- Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 260p.
- Paez, A. 1987. El Uso de polvos vegetales e inertes minerales como una alternativa para el combate del gorgojo del maiz *Sitophilus Zeamais*, Matschulsky (*Coleóptera: Curculionidae*) en maiz almacenado. Tesis de Maestria en Ciencias Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 108p.
- Ramayo, L. 1983. Tecnología de granos. Departamento de Industrias Agrícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 216p.
- Ramírez G. M. 1978. Almacenamiento y conservación de granos y semillas, 5ª Edición, México D.F. 201 p.
- Rodriguez C. y E. Lopez. 2001. Actividad Insecticida e Insectatica de La Chilca (*senecio salignus*) Sobre *sabrotes subfasciatus*. Manejo Integrado de Plagas (59): 19-26.
- Rodriguez M.M.1990. Perspectivas de La Investigacion Entomológica de Productos Almacenados en La zona Sur de México.
- Tippens, P.E. 2001. Física, conceptos y aplicaciones, sexta edicion, México D.F. 422-425p.
- White,N; and. J. Leesch. 1996. Chemical control In: Subramanyam,B y D.Hagstrum (Eds). Integrated Management of insects in stored products.Marcel Dekker, Inc. New York. USA p 287-330.
- http://www.plagasonline.com.ar/productos/productos_imprimir.php?id=59
- http://www.faxsa.com.mx/bromuro/Man_BM/fum_gen.html
- <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=788>

<http://www.agrofumsa.com.ar/system/intro.php>

<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd27/texto/recomendaciones.htm>

www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/

<http://www.quiminet.com/pr7/Fumigantes%2BPlacas%2BDegesch.htm#m-provedores>

http://www.degesch.cl/menu1_fosfina.htm

http://www.bayer.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/ProPri_BayESP

<http://www.faxsa.com.mx/bromuro/c07fu001.htm>

http://tqc.perulactea.com/?page_id=71

<http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027s0h.htm>

http://www.comenius.usach.cl/webmat2/conceptos/desarrolloconcepto/volumen_desarrollo.htm

[http://es.wikipedia.org/wiki/Insecticida"](http://es.wikipedia.org/wiki/Insecticida)

http://www.controlambientalsa.com/f_almacen.htm

<http://www.infojardin.net/glosario/fryto/fumigante-fumigantes.htm>

<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/KrishchikSp.htm>

<http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S0i.htm>

<http://www.aspersoras.com.mx/arimitsu2.asp>

<http://www.swissmex.com.mx/nacional/index.htm>

<http://209.85.173.132/search?q=cache:HZnqll87hHoJ:www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicon/R0161.pdf+guia+para+el+manejo+adecuado+de+plaguicidas+en+almacenes+de+granos&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=mx>

<http://www.google.com.mx/search?hl=es&q=ecologia+del+almacenamiento+y+el+combate+de+insectos%3A+control+fisico+y+biologico+en+insectos+de+granos+y+semillas+almacenadas+ramirez%2C+flores+y+diaz&meta=>

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.