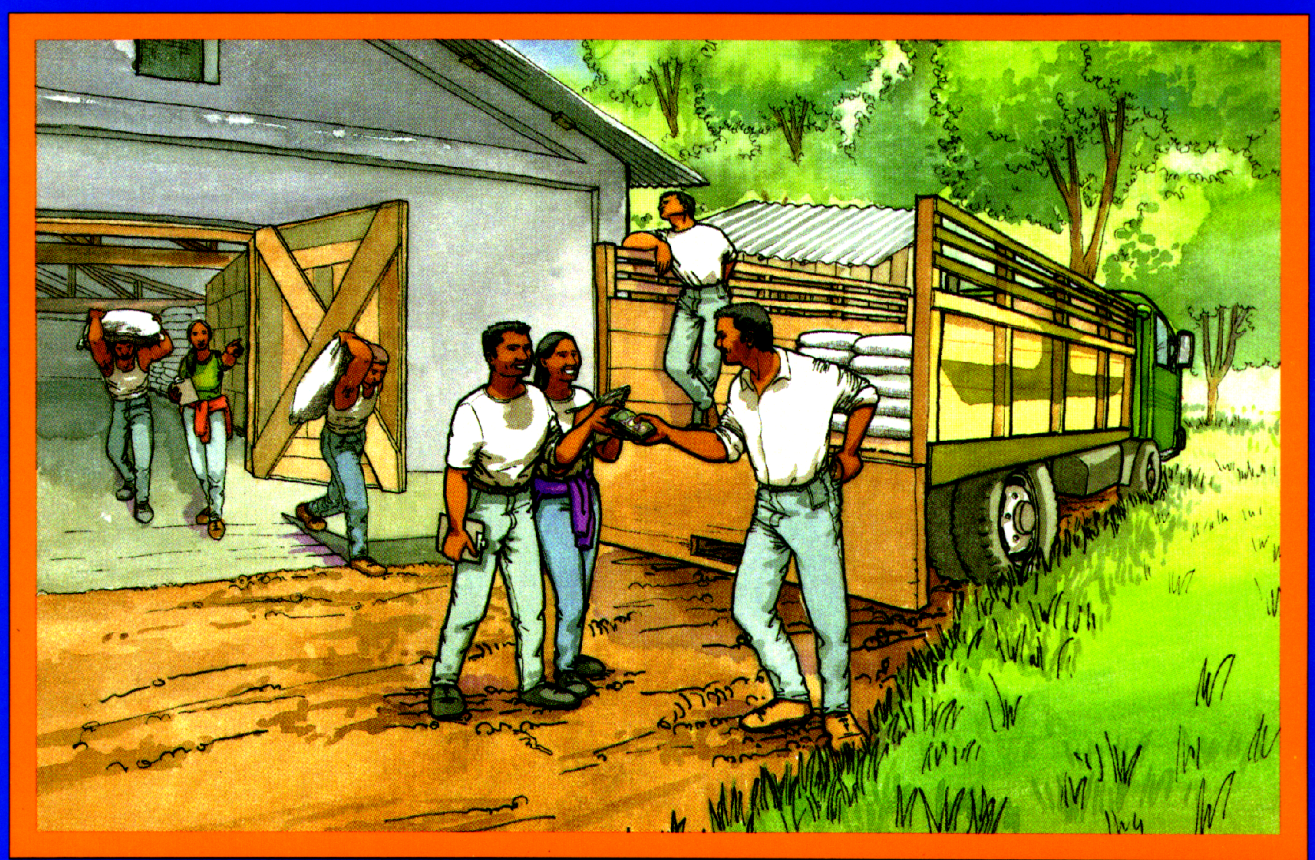
Manual sobre administración de bodegas de alimentos

A.G: GCP/ECU/065/NET
Documento de Campo No 12



Axel Caro-Greiffenstein
Asesor Técnico Principal del Proyecto

Manual dirigido a administradores de bodegas de productos alimenticios, que presenta las características ideales y recomendables de los diversos componentes de una bodega rural o urbana.

Proyecto financiado por el Gobierno de los Países Bajos

"Manual sobre Administración de bodegas de alimentos"

PROYECTO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN
POSCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN
DE GRANOS Y PAPA
GCP/ECU/065/NET
MAG - FAO

Quito, Ecuador
1997

Autor:
Axel Caro G.
ASESOR TECNICO PRINCIPAL
DEL PROYECTO

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:
Eugenia Avalos
UNIDAD DE COMUNICACION
DEL PROYECTO

ILUSTRACIONES:
Pablo Pincay

IMPRESIÓN:
ARTES GRAFICAS SILVA 551-236

A.G: GCP/ECU/065/NET
Documento de Campo No 12

Manual sobre administración de bodegas de alimentos

Dirigido a administradores de bodegas de productos alimenticios, presenta las características ideales y recomendables de los diversos componenetes de una bodega rural o urbana.

Por:

Axel Caro-Greiffenstein
Asesor Técnico Principal del Proyecto

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, MAG
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, FAO
Proyecto financiado por el Gobierno de los Países Bajos

Quito, Ecuador, junio de 1997

El presente informe técnico forma parte de una serie de informes preparados en el curso de la ejecución del proyecto indicado en la portada interna. Las conclusiones y recomendaciones formuladas en el informe son las que se consideran adecuadas en el momento de su preparación, pero pueden ser modificadas con arreglo a los nuevos conocimientos adquiridos en las fases ulteriores del proyecto.

Las denominaciones empleadas en este documento y la forma en que aparecen los datos presentados, no implican por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto a la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de productos comerciales no implica su endoso por parte de la FAO.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, expresa su vivo reconocimiento a las organizaciones y personas que colaboraron en la ejecución del proyecto facilitando datos, asesoramiento y servicios.

FAO - Asistencia Técnica en Poscosecha y Comercialización de Granos y Papa. Manual sobre administración de bodegas de alimentos. Basado en el trabajo de Axel Caro-Greiffenstein. Asesor Técnico Principal del Proyecto. Quito, Ecuador, junio de 1997, 92 páginas. GCP/ECU/065/NET.

RESUMEN

El presente documento está dirigido a administradores de bodegas de productos alimenticios y presenta las características ideales y recomendables de los diversos componentes de una bodega rural o urbana, las recomendaciones para un adecuado control de calidad de los productos, las principales plagas y contaminantes y las maneras de controlarlas.

Este documento se complementa con el video "Es mejor prevenir que curar" producido por el Proyecto y que trata de los mismos temas.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO 1

ALMACENAJE DE GRANOS A MEDIANA Y GRAN ESCALA 1

1.1 TIPOS DE ALMACENAMIENTO 1

1.2 ALMACENAJE EN SACOS 2
1.2.1 Ventajas y desventajas del almacenaje en sacos 2

1.3 ALMACENAJE A GRANEL 3

1.3.1 Ventajas y desventajas del almacenaje a granel 3

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DE DISEÑO DE LAS BODEGAS PARA ALIMENTOS 5

2.1 LOCALIZACION DE LA BODEGA 5
2.1.1 Selección del terreno 5
2.1.2 Vías de comunicación 6
2.1.3 Energía eléctrica e iluminación 6
2.1.4 Suministro de agua 7

2.2 CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA BODEGA 7
2.2.1 Algunas guías de cálculo 8
2.2.2 Ejercicio de cálculo del tamaño de una bodega 9
2.2.3 Proporción en las dimensiones de una bodega 14

2.3 MATERIALES DE CONSTRUCCION 14
2.3.1 Paredes y muros 14
2.3.2 Ventanas y ventilaciones 15
2.3.3 Estructura del techo 15
2.3.4 Vigas y columnas de concreto 16
2.3.5 Pisos de las bodegas 17
2.3.6 Puertas 18

2.4 AREAS ADMINISTRATIVAS; SERVICIOS HIGIENICOS 20

2.5 PATIOS DE MANIOBRA 20

2.6 ALREDEDORES DE LA BODEGA 21

2.7 CAMARAS DE FUMIGACION 21

2.8 COSTOS DE CONSTRUCCION DE BODEGAS 22

CAPITULO 3

ADECUACION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES PARA EL ALMACENAJE DE ALIMENTOS 23

CAPITULO 4

PLAGAS Y CONTAMINANTES EN GRANOS ALMACENADOS 27

4.1 CONTAMINACION POR HONGOS 27
- 4.1.1 Clasificación de los hongos 28
- 4.1.2 Condiciones para el desarrollo de hongos de almacén 29
- 4.1.3 Daños causados por hongos de almacenamiento 30
- 4.1.4 Producción de toxinas 30

4.2 INSECTOS - PLAGA EN GRANOS ALMACENADOS 31
- 4.2.1 Generalidades sobre los insectos 31
- 4.2.2 Daños que causan los insectos plaga 32
- 4.2.3 Hábitos de los insectos 33
- 4.2.4 Principales insectos plaga 33
- 4.2.5 Clasificación de los insectos plaga 34
- 4.2.6 Condiciones para el desarrollo de los insectos 36

4.3 ROEDORES - PLAGA DE PRODUCTOS ALMACENADOS 37
- 4.3.1 Daños que causan 38
- 4.3.2 Clasificación y morfología 38
- 4.3.3 Características de los roedores 38
- 4.3.4 Biología y hábitos 39
- 4.3.5 Hábitos de alimentación 42
- 4.3.6 Los sentidos 43
- 4.3.7 Indicios de la presencia de roedores 44
- 4.3.8 Estimación de la población de roedores 45

4.4 LAS AVES COMO PLAGA DE GRANOS ALMACENADOS 46

4.5 OTROS CONTAMINANTES 46

CAPITULO 5

SISTEMAS PREVENTIVOS DE CONTROL DE CALIDAD 47

5.1 INTRODUCCION 47

5.2 CONCEPTO DE SISTEMA PREVENTIVO 47
5.2.1 Características del control preventivo 47
5.2.2 Elementos del control preventivo 48

5.3 CARACTERÍSTICAS DE LA LIMPIEZA 48

5.4 CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION 50
5.4.1 Guías para las inspecciones 50

5.5 MANTENIMIENTO ADECUADO 50

5.6 MANEJO ADECUADO DE LOS PRODUCTOS 51

CAPITULO 6

CONTROL DE PLAGAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS 57

6.1 LA RAZON DE LOS CONTROLES CURATIVOS 57

6.2 COMO PREVENIR LOS HONGOS EN PRODUCTOS ALMACENADOS 57

6.3 CONTROL DE INSECTOS EN GRANOS ALMACENADOS 58
6.3.1 Controles físicos 58
6.3.2 Controles químicos 58
6.3.3 Técnicas de aplicación de insecticidas 60
6.3.4 Recomendaciones para el uso seguro de insecticidas 60
6.3.5 Cordón sanitario 61
6.3.6 Ejercicios 63

6.4 FUMIGANTES Y FUMIGACION 64
6.4.1 Formulaciones 65
6.4.2 Dosificación 65
6.4.3 Aplicación de Fosfina 66

6.5 DIFERENCIAS ENTRE INSECTICIDAS Y FUMIGANTES 66

6.6 USO DE FUMIGANTES A BASE DE FOSFINA 68
6.6.1 Formación de las estibas 68
6.6.2 Selección de las carpas de fumigación 68
6.6.3 Preparativos para la fumigación 69
6.6.4 Colocación de la carpa 70

6.6.5 Colocación de las pastillas de fumigante 71
6.6.6 Retiro de la carpa y ventilación de la estiba 72
6.6.7 Fumigación de pequeñas cantidades de granos 73

6.7 CONTROL DE ROEDORES 75
6.7.1 Control integrado 75
6.7.2 Control físico 75
6.7.3 Control biológico 76
6.7.4 Control químico 76

APENDICE 1

COMO CALCULAR LA CAPACIDAD DE BODEGAS CON GRANOS ENSACADOS 81

APENDICE 2

OBRAS DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFIA 87

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1
Densidad aparente de varios productos ensacados, en toneladas por metro cúbico 10

Cuadro 2
Humedades mínimas para desarrollo de hongos en granos 29

Cuadro 3
Temperaturas mínimas, optimas y máximas para el desarrollo de hongos de almacenamiento 30

Cuadro 4
Temperaturas mínimas y optimas para el desarrollo de insectos de granos almacenados 36

Cuadro 5
Insecticidas autorizados para ser aplicados sobre los granos 63

Cuadro 6
Insecticidas autorizados para ser aplicados sobre granos con su cubierta 64

Cuadro 7
Dosis de fosfina para fumigación de productos y volúmenes 65

Cuadro 8
Tiempos mínimos de exposición del fumigante 66

Cuadro
Principales Diferencias entre Insecticidas y Fumigantes 67

Cuadro 10
Compuestos químicos usados como rodenticidas de acción lenta 77

Cuadro 11
Presentación de Klerat (Brodifacum), y su dosificación 78

INTRODUCCION

Los cereales, granos, harinas y demás productos alimenticios se almacenan en el mundo entero y sobretodo en los países en desarrollo, en condiciones que son, generalmente, poco adecuadas para la conservación de su calidad.

Es curioso observar que a pesar de la simplicidad de las medidas de higiene y control de calidad necesarias para mantener los productos en buenas condiciones, la mayoría de los responsables de bodegas, grandes y pequeñas, rurales y urbanas, ignoran muchas de estas normas, y mantienen los productos en condiciones deplorables.

Esta situación es lamentablemente el común denominador de gran parte de la capacidad instalada en bodegas en países en desarrollo, y pareciera que no llama la atención de administradores y responsables de las instalaciones, y que el enorme valor monetario y comercial de los productos encargados a su gestión, no los motiva para buscar la mejor de las soluciones a su alcance.

Al hacer la pregunta: ¿Guardaría Ud. en efectivo, el valor equivalente de los productos en esta misma bodega?, la respuesta invariable de los responsables de las bodegas ha sido siempre un rotundo ¡No!. Entonces, por qué razones no se le da el mismo o mayor cuidado a productos alimenticios que están en una situación más frágil?

El presente manual desea mostrar a administradores, responsables de las bodegas y demás personas interesadas, que las medidas de control de calidad de los productos alimenticios son sencillas, y que dependen más del sentido común y de la buena voluntad de los operarios, que de equipos mecánicos sofisticados.

El manual presenta primero las características de diseño de una bodega "ideal" para alimentos, y lo que la diferencia de un simple cobertizo para uso industrial. Muestra también las mejoras y adecuaciones que deben hacerse a una estructura existente, porque muchas veces el administrador debe utilizar lo que esté disponible, para el almacenaje de sus productos.

El tratamiento del tema de las plagas y contaminantes está diseñado en forma breve pero suficiente para que los responsables del almacenaje conozcan detalles de tales plagas y sobretodo, los sistemas preventivos de control. Por último, se presentan los pasos a seguir para la aplicación de plaguicidas, las precauciones que deben tenerse y la diferenciación entre "insecticidas" y "fumigantes".

El autor y sus colaboradores esperan que este manual sea útil para mejorar la calidad del almacenaje de alimentos en bodegas rurales y urbanas.

CAPITULO I

ALMACENAJE DE GRANOS A MEDIANA Y GRAN ESCALA

El almacenaje de granos en centros de acopio, almaceneras, silos y bodegas, es considerado almacenaje a mediana o gran escala, de acuerdo al volumen almacenado.

Tanto si se trata de unas pocas libras, de cientos de quintales o de miles de toneladas, los sistemas de almacenamiento deben ser diseñados para proteger los productos contra las plagas, los efectos del clima y otros agentes que pueden causar daños y pérdidas.

1.1 TIPOS DE ALMACENAMIENTO

Dependiendo del recipiente o estructura que se use, se pueden distinguir los siguientes tipos de almacenamiento:

a) Almacenamiento en contacto con el aire:

Los productos que se guardan en sacos y otros recipientes, en bodegas y almacenes, se encuentran en contacto con el aire que los rodea. La humedad y temperatura del aire, la humedad de los granos y el tiempo de almacenamiento, tienen significativa influencia en la calidad final del producto.

Por ejemplo, es más difícil almacenar en climas cálidos y húmedos que en climas fríos y secos. Además, los granos son fácilmente atacados por las plagas y por ello se deben tomar precauciones para reducir las pérdidas.

b) Almacenaje hermético o de atmósfera controlada:

Cuando un producto se guarda en un recipiente hermético, que no permite la entrada ni salida de aire, se encuentra libre de la influencia de la atmósfera que lo rodea y por ello no está expuesto a la humedad del aire ni a los ataques externos de insectos, roedores y contaminantes.

Por otra parte, el grano es un ser vivo que respira y consume el oxígeno del aire contenido en el recipiente hermético, reduciendo las posibilidades de reproducción de los insectos que puedan estar en la masa de granos, provocando incluso, su muerte por asfixia.

No es fácil lograr un almacenaje totalmente hermético, sobre todo para grandes volúmenes, ya que cualquier entrada de aire anula el sistema. Por ello, cuando se habla de almacenaje hermético, se habla también de **"almacenaje en atmósfera controlada"**, porque es posible introducir gases inertes en los recipientes, que ayudan a la conservación de los granos almacenados. Estos son sistemas sofisticados y más costosos cuya rentabilidad debe ser bien estudiada antes de decidir su implantación.

1.2 ALMACENAJE EN SACOS

El almacenaje de granos en sacos o costales, es un sistema muy utilizado tanto en el campo como en grandes almacenes, ya que pueden usarse estructuras y edificaciones relativamente económicas, más sencillas y cuya administración es también menos compleja que la de una planta de silos.

Debe considerarse sin embargo, que la aparente simplicidad del sistema hace que en la gran mayoría de los casos, se descuiden las más elementales normas de higiene y de control de calidad en el manejo de los alimentos. Ya sea porque se cuenta con instalaciones inadecuadas o porque no se aplican sistemas de control de calidad, las pérdidas en calidad y cantidad pueden ser elevadas.

1.2.1 Ventajas y desventajas del almacenaje en sacos

Al igual que todos los sistemas, el almacenaje de granos en sacos o costales tiene sus ventajas y desventajas.

Como ventajas, se pueden indicar:

a) **Es más económico** que las estructuras para almacenaje a granel. El costo de la inversión en bodegas puede ser de la mitad a una tercera parte de la necesaria para la misma cantidad, en almacenaje a granel.

b) **No se requieren equipos sofisticados** para el manejo de los productos. Como se verá en los capítulos siguientes, solo son necesarios equipos sencillos para el manejo de sacos en una bodega.

c) **No necesita personal** altamente especializado.

d) **Pueden usarse estructuras de uso múltiple,** como por ejemplo, construcciones hechas para otros fines, siempre y cuando cumplan con las características básicas de diseño y seguridad.

e) **El mantenimiento de la calidad es menos costoso**, y los equipos necesarios son también más sencillos.

f) **El control de las existencias es más sencillo**, pues están a la vista y alcance de los administradores y responsables.

Como desventajas del almacenaje en sacos, se mencionan:

a) Los productos están expuestos a la influencia atmosférica y a los ataques de plagas.

b) Se necesitan sacos en forma recurrente, lo que puede elevar los costos.

c) El uso de locales inadecuados exige mayores cuidados para evitar pérdidas.

1.3 ALMACENAJE A GRANEL

1.3.1 Ventajas y desventajas del almacenaje a granel

El almacenaje a granel de leguminosas y cereales desgranados en recipientes adecuados, también tiene ventajas y desventajas, en especial cuando se trata de grandes volúmenes, como en silos terminales o de distribución.

Como ventajas, se indican las siguientes:

a) **Es a prueba de infestación externa de plagas,** en especial de roedores.

b) **Manejo mecanizado** y rápido de los productos.

c) **No se requiere de sacos** para el manejo de los granos.

d) **Se puede mecanizar** la limpieza, selección, secado y pesaje de los granos.

e) **La temperatura puede ser controlada** mecánicamente mediante ventilación forzada.

Como desventajas:

a) **El costo de inversión** en instalaciones para almacenaje a granel, es aproximadamente tres veces más elevado que el costo en bodegas.

b) **Se requiere personal más capacitado** para instalaciones de gran capacidad.

c) **Los costos son elevados** para la operación y mantenimiento de equipos.

RECUERDE:

Los sistemas de almacenaje se diseñan para proteger los granos contra las plagas, efectos del clima y otros factores de daño y pérdida. En términos generales, el almacenaje es de dos tipos: en contacto con el aire y en atmósfera controlada. Los productos que se guardan en almacenes o bodegas, al granel, en sacos o en otros recipientes, se encuentran influidos por la atmósfera que los rodea, mientras que los que se guardan en silos u otros recipientes herméticos, que no permiten la entrada y salida del aire, están influidos únicamente por las condiciones de la atmósfera interior, lo que, en cierta medida, reduce los riesgos de deterioro.

CAPITULO 2

CARACTERISTICAS DE DISEÑO DE LAS BODEGAS PARA ALIMENTOS

Hay bodegas de todos los tamaños y diseños: Desde la bodega especializada de gran tamaño, hasta el almacén rural adaptado para guardar alimentos. Por ello, este manual no pretende decir cuál es el diseño ideal, pues no existe, ni las características y cálculos estructurales de una bodega, ya que de todas maneras, estas deben ser responsabilidad de los ingenieros calculistas y de los arquitectos encargados de la construcción.

En cambio, este manual será muy útil para los administradores y propietarios de bodegas, al presentar las características mínimas que deben ser consideradas al diseñar una bodega nueva o al inspeccionar una existente que vaya a ser acondicionada para el almacenaje de productos alimenticios.

Cada uno de los temas, como pisos, paredes, etc., considera primero las características óptimas y luego se analizan otras alternativas aceptables. Queda de todas maneras a criterio del usuario seleccionar aquellas que le sean más adecuadas, considerando otras limitantes como la inversión, o la escasez de bodegas adecuadas para selección.

Los detalles de diseño más importantes en la selección de una bodega o para la construcción de una nueva, son los siguientes:

2.1 LOCALIZACION DE LA BODEGA

2.1.1 Selección del terreno

Para la construcción de bodegas nuevas o en la selección de edificios existentes, debe considerarse la localización en un terreno alto, sin riesgos de inundaciones y con buenos drenajes de las aguas lluvias. Debe darse mucha atención a este punto, pues el descuido al evaluar el comportamiento del terreno en los últimos cinco o diez años con vecinos del lugar, puede llevar a decisiones equivocadas al construir, comprar o alquilar la bodega.

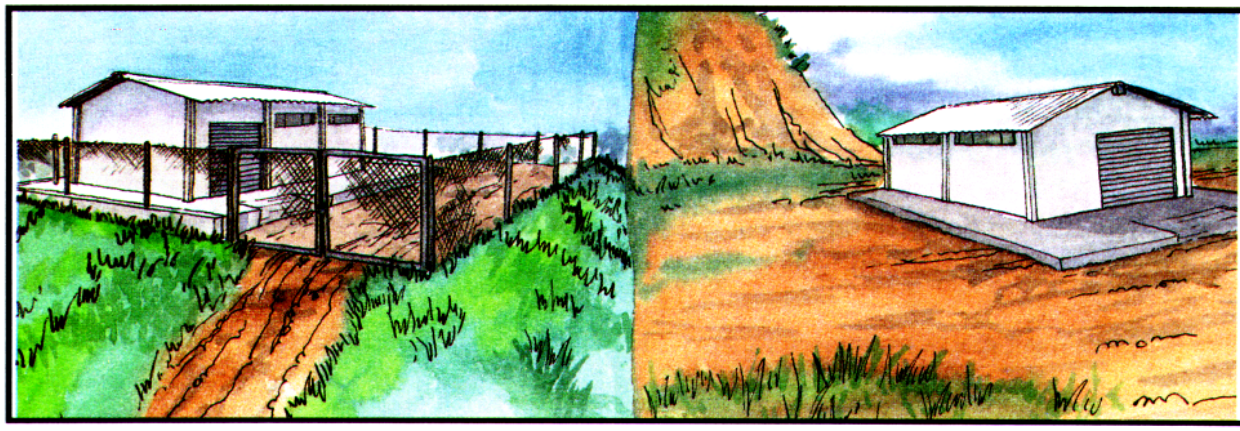
Es también importante que la bodega no haya sido construida en un terreno rellenado o con declives pronunciados, pues hay el riesgo de asentamientos diferenciales en la construcción debido al peso que debe soportar. Estos asentamientos pue-

den causar daños, grietas y hasta el desplome de parte de la construcción.

Las bodegas construidas cerca de quebradas, ríos o desagües de aguas negras, tendrán seguramente mayores problemas de sanidad y de infestación de roedores y otras plagas.

Figura 1

Esquemas de localización adecuada e inadecuada de bodegas para almacenaje de alimentos



2.1.2 Vías de comunicación

La bodega debe tener buenas vías de comunicación, suficientes para el tipo de transporte que se va a usar. Es muy importante revisar las limitaciones impuestas a las vías adyacentes para el uso de camiones de remolque de gran capacidad. Deben revisarse las regulaciones municipales que permitan (o impidan) el libre acceso de los transportes esperados sobretodo en bodegas urbanas, las limitantes de peso en puentes cercanos, etc.

2.1.3 Energía eléctrica e iluminación

Es indispensable contar con energía eléctrica en la bodega o en el lote donde se va a construir. Los costos de traer la red de energía trifásica de alta tensión de un sitio distante pueden aumentar la inversión en forma considerable, o en el peor de los casos, podría resultar imposible por diseño o regulaciones locales.

Debe calcularse holgadamente el consumo de energía eléctrica de fuerza y alumbrado. Es muy común ver que por un ahorro mal entendido, se calculan e instalan capacidades de carga que muy pronto resultan insuficientes para otros equipos de manejo.

Si la administración ha planeado la instalación de equipos de molienda, empaque o clasificación, es especialmente importante el punto anterior. Además, se deben revisar las ordenanzas municipales y obtener los permisos, ya que estos procesos industriales producen altos niveles de ruido y contaminación por polvo.

Una iluminación eléctrica adecuada que complemente la iluminación solar, es conveniente en toda bodega, de manera que permita la administración y manejo adecuado de las existencias. Debe considerarse sin embargo, que a menos de que se haya planeado trabajar durante la noche, no es necesario que la iluminación eléctrica sea auto suficiente.

En el diseño de bodegas nuevas es necesario revisar las regulaciones y normas locales para instalaciones eléctricas industriales. Como regla general, todas las instalaciones deben ser de servicio pesado, y todas las luminarias deben estar protegidas por una cubierta de vidrio para prevenir accidentes y contaminación de los alimentos por la rotura accidental de focos o tubos sobre las estibas y los operarios.

Es conveniente contar dentro de la bodega con suficientes tomas de fuerza, adecuadas al tipo de maquinaria de manejo de sacos que se piensa usar y de aquellos que vendrán en el futuro. Nunca sobra instalar tomas a lo largo de las paredes porque son definitivamente más seguras y convenientes que los largos cables eléctricos de extensión.

Esto vale también para la adecuación de bodegas existentes. Las instalaciones industriales no son tan costosas de realizar porque no es necesario abrir canalizaciones en las paredes.

2.1.4 Suministro de agua

Es necesario contar con agua entubada en las oficinas y baños de la bodega. Por lo tanto, las necesidades no son tan altas y generalmente es un servicio que se encuentra fácilmente disponible.

En caso de contar con procesos de transformación de alimentos que requieran agua, no se recomienda que la misma bodega se use para almacenaje.

2.2 CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA BODEGA

Son tan variados los diseños y tamaños de las bodegas, que no puede hablarse de una "bodega ideal" así como no hay una casa ideal. En últimas, la bodega ideal es la que satisface las necesidades de su dueño o administrador.

El cálculo de las dimensiones y las características de una bodega se basa primeramente en el volumen y rotación de los productos. Por ejemplo, una bodega de acopio puede seguramente manejar durante el año, cantidades mayores de productos en un área reducida por su alta rotación. Sin embargo, la densidad de almacenaje por metro cuadra-

do es menor, por el tamaño más reducido de las estibas.

En cambio, una bodega de almacenaje prolongado utiliza generalmente en forma más eficiente el espacio con estibas mayores y más altas, pero requiere mayor área para almacenar las mismas cantidades que pasan por el centro de acopio en un año.

Las limitantes de fondos disponibles y el espacio físico del lote de terreno, son dos elementos que influyen en la decisión final. Los responsables de la planeación y diseño de una bodega deben sopesar al mismo tiempo todos los factores y limitantes y considerar una serie de compromisos entre lo que sería la bodega ideal y lo que puede ser práctico y alcanzable con los recursos disponibles.

Lo que muchas veces sucede, pero que no es de ninguna manera recomendable, es sacrificar la calidad de los componentes, en aras de obtener un mayor tamaño de bodega cuando hay limitaciones presupuestarias. Por ejemplo, sería un grave error no presupuestar las mallas anti ratas, o disminuir la calidad de las puertas o no enlucir las paredes, para obtener algunos metros cuadrados de más. En otras palabras, es preferible una bodega más pequeña, pero que cumpla todas las recomendaciones de calidad para manejo de productos alimenticios.

2.2.1 Algunas guías de cálculo

El diseño o selección de una bodega debe partir de los datos siguientes:

a) **Los productos** que se van a manejar y su variedad.
b) **La rotación** de las existencias.
c) **Tipo de empaque** y manejo que se va a dar a los productos.

a) El **tipo y características** de los productos son dos criterios fundamentales para el cálculo de tamaño de un almacén. En bodegas donde se maneja una gran variedad de productos, el almacenaje por metro cuadrado es menor porque las estibas son más pequeñas, cada producto debe tener su área definida y debe contar con áreas libres mayores para la movilización de los productos.

   De igual manera, cuando se almacenan productos comestibles de olores fuertes, como el pescado seco, o productos no comestibles, como jabones o detergentes, deben considerarse cuidadosamente las áreas necesarias para mantener los productos susceptibles como las harinas, debidamente separados.

b) La **rotación** de las existencias indica el número de veces por año que estos productos van a llegar y salir de la bodega. Por ejemplo, una rotación de 1 indica que los productos permanecerán todo el año o buena parte de él, sin ser movidos de su lugar de almacenaje. En cambio, una rotación de 3 indica que el espacio físico de la bodega podrá ser utilizado tres veces durante el año, con diversos lotes o mercancías.

c) El **tipo de empaque y manejo** limita el uso del piso disponible. El tamaño de las estibas (o arrumes) depende del producto y de su empaque. Por ejemplo, las estibas de sacos de yute o polipropileno pueden ser de varios metros de altura, si están bien armadas.

En cambio, los productos empacados en cajas de cartón tienen limitantes de altura que están claramente indicados en los cartones. Como se verá más adelante, el incumplimiento de las normas de estibado de cajas puede causar serios daños, accidentes y problemas.

El hecho de poder estibar más alto significa que se pueden almacenar más toneladas (o quintales) por cada metro cuadrado de piso disponible.

2.2.2 Ejercicio de cálculo del tamaño de una bodega

En forma simplificada, el análisis de las necesidades de espacio puede comprender los pasos siguientes, que están complementados por un ejemplo:

1.- **Definir los productos** que se van a manejar en la bodega, su importancia relativa y las cantidades aproximadas.

Ejemplo: Se necesita una bodega que en un momento dado pueda almacenar simultáneamente los productos siguientes:

a) 300 toneladas de arroz cáscara en sacos de polipropileno de un quintal (45,45 Kg.) cada uno.

b) 500 toneladas de maíz amarillo en sacos.

c) 220 toneladas de harinas en sacos.

d) 2.000 cajas de cartón con tarros de aceite comestible de un litro, 12 tarros por caja de 30 x 20 x 25 cm.

e) 2.400 cajas de cartón con latas de pescado elaborado, 24 latas por caja de 40 x 30 x 20 cm.

f) 120 toneladas de arroz pilado en fundas de 10 Kg.

2.- Definir la altura libre de la bodega

La altura mínima recomendable para las paredes de una bodega de alimentos de tamaño medio es de cuatro metros. Para bodegas de 1.000 metros cuadrados o más, es conveniente tener una altura libre de al menos, cinco metros.

Para el ejemplo práctico se asumirá una altura libre de paredes, de 4 m.

3.- **Definir el espacio neto** ocupado por cada producto.

Para ello es necesario conocer la densidad aparente de los productos ensacados. En la tabla siguiente se observan algunos de estos valores.

Cuadro 1

Densidad aparente de varios productos ensacados, en toneladas por metro cúbico

Maíz en sacos	0,60 t/m^3
Sorgo	0,66
Trigo	0,66
Arroz en cáscara	0,52
Harinas	0,52
Arroz pilado	0,71

Por lo tanto, para cada uno de los productos, se tiene:

a)	Para el arroz cáscara:	300/0,52 = 576,92 m^3
b)	Para el maíz amarillo:	500/0,60 = 833,33 m^3
c)	Para la harina en sacos:	220/0,52 = 423,07 m^3
d)	Para el arroz pilado:	120/0,52 = 230,77 m^3

Suponiendo una altura de estibas de 3 m., el área neta necesaria para cada producto será:

a)	Arroz cáscara:	576,92/3 = 192,30 m^2
b)	Maíz amarillo:	833,33/3 = 277,77 m^2
c)	Harina en sacos:	423,07/3 = 141,02 m^2
d)	Arroz pilado:	230,77/3 = 76,92 m^2

El área neta necesaria para las cajas se calcula definiendo la altura máxima permitida, que aparece en los cartones. Suponiendo una altura máxima de ocho cajas en cada caso, se tiene:

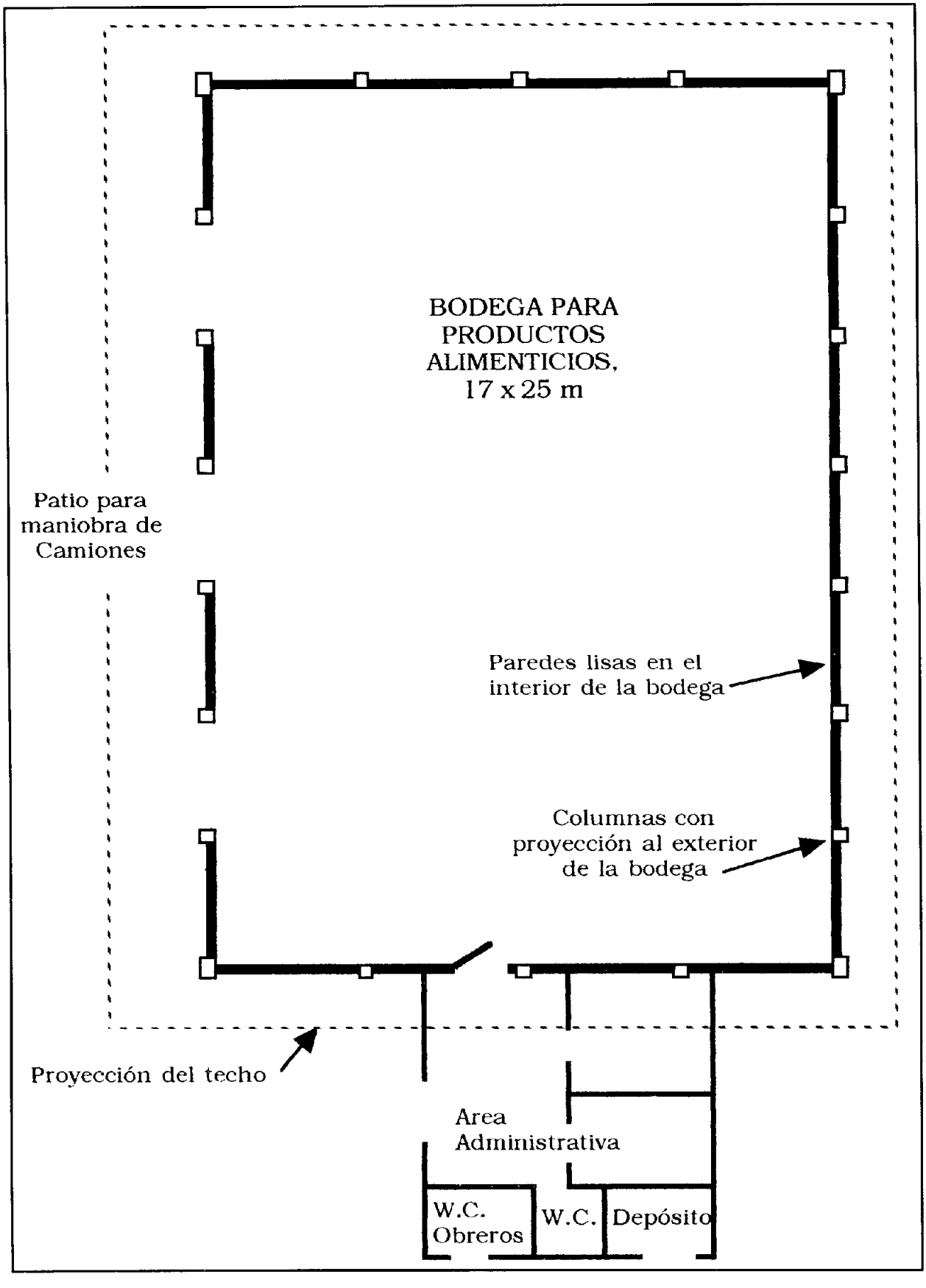
a) Para los tarros de aceite: 2.000/8 = 250 cajas por capa
El área neta será: 250*0,30*0,20 = 15 m^2

b) Para las latas de pescado: 2.400/8 = 300 cajas por capa
El área neta será: 300*0,40*0,30 = 36 m^2

De lo anterior se deduce que el *área total neta* necesaria para los productos mencionados es de 739,01 m^2, o sea la suma de los espacios ocupados por cada producto.

Figura 2

Plano esquemático de una bodega



4.- **Definir las áreas de manejo** y de espacios entre estibas.

Las áreas necesarias para movilización de los productos y los espacios entre estibas, y entre estas y las paredes, pueden representar el 23% en bodegas de 1.000 m^2 y más, y hasta el 36% en bodegas pequeñas de menos de 300 m^2. Por ejemplo, en una bodega de 1.000 m^2 el área máxima disponible será de unos 770 m^2, dependiendo del diseño y de otras limitantes.

Tal como se observa en mayor detalle en la sección dedicada al cálculo de la capacidad de bodegas con granos ensacados, es fundamental calcular con holgura las áreas de manejo, pues de lo contrario la bodega no podrá contener los productos previstos o la falta de espacio se convertirá en un dolor de cabeza para el administrador, quien tendrá la tentación de pasar por alto las normas adecuadas de almacenaje.

5.- **Llegar a una estimación inicial aproximada** del área requerida, por ensayo y error.

a) Si se considera como primera aproximación, una bodega de 800 m^2, se observa que sólo quedan unos 61 m^2 para áreas de movilización. Esto representa el 7,62%, lo que es claramente insuficiente.

b) Si se piensa en un área cubierta de 1.100 m^2, el área libre para movilización sería del 32,81%, que sobrepasa las normas recomendadas.

c) Considerando una bodega de 1.000 m^2, se pueden almacenar simultáneamente los productos indicados, quedando un área de manejo de 261 m^2, que representa el 26,1%, muy cercano a lo recomendado.

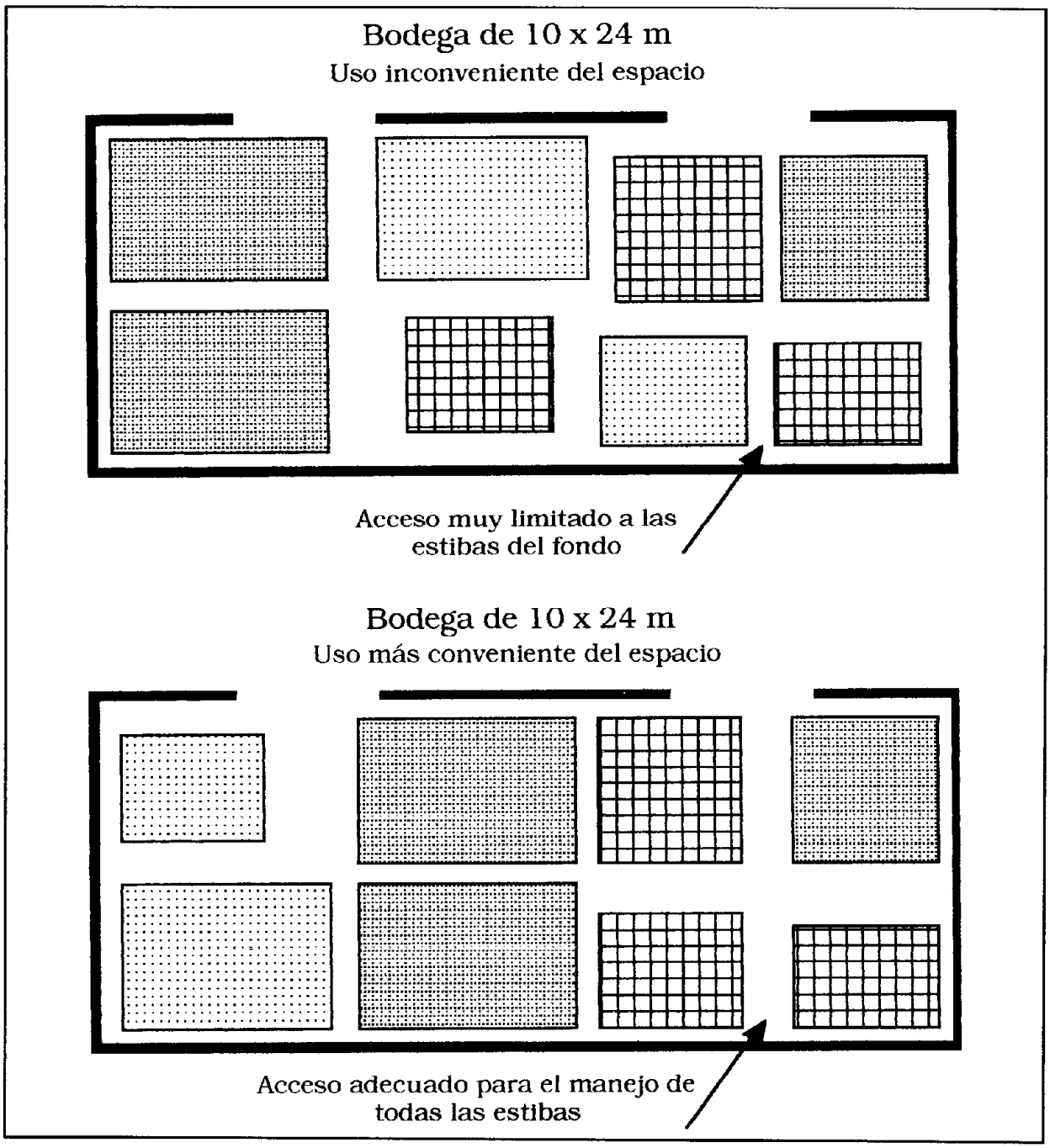
6.- **Definir en un dibujo a escala,** la disposición de las diversas estibas.

Con la ayuda de la computadora o con rectángulos de cartulina sobre un plano a escala, se deben ensayar varias posibilidades de localización de estibas o espacios de almacenaje por productos, de manera que todos tengan acceso a las puertas, facilidad de manejo y separación adecuada entre estibas.

A continuación se presentan ejemplos de una buena y de una mala disposición de los productos.

Figura 3

Ejemplos de distribución adecuada e inadecuada de productos en una bodega



Esta separación entre estibas y entre una estiba y las paredes debe ser como mínimo de un metro, para poder acceder a todos los rincones con equipos de aspersión o de movimiento de los sacos. Es muy probable que estos ensayos de distribución de las mercancías demuestren que es necesario construir una bodega más grande.

7.- Dibujar la bodega en el plano del lote de terreno disponible.

En este punto entran a figurar una serie de limitantes prácticas, como acceso, construcciones existentes, etc., que son ya responsabilidad del arquitecto y del propietario de la instalación.

2.2.3 Proporción en las dimensiones de una bodega

No hay una norma precisa para la relación entre ancho y largo de una bodega que optimice su capacidad de almacenaje. El ancho, por ejemplo, está regulado por la disponibilidad y costo de las estructuras del techo, lo que puede convertirse en un limitante.

Como regla general, puede decirse que una bodega con relaciones entre el ancho (o luz de la estructura) y el largo que se encuentren entre 1:2 y 1:3 son cómodas de manejar en la movilización de productos. Las bodegas con relaciones menores a 1:2 son muy "cuadradas" y resultan ineficientes. Las bodegas demasiado largas pueden operar bien, pero requieren de más puertas y mayores patios de operación de camiones.

2.3 MATERIALES DE CONSTRUCCION

Hay una variedad de materiales que pueden usarse para la construcción de bodegas de alimentos. Sea que se trate de una bodega nueva o que se busque una ya construida, se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

2.3.1 Paredes y muros

Las paredes de una bodega para alimentos pueden ser de ladrillo de barro cocido o de bloques de cemento. En ambos casos, es necesario que las paredes estén enlucidas con cemento por dentro y por fuera, para evitar humedad y grietas.

Las paredes de ladrillo o de bloque a la vista son estéticamente atractivas, pero no son recomendables en bodegas de alimentos, porque permiten depósitos de polvo, grietas y huecos que son el criadero ideal de insectos.

Es también necesario que las paredes se encuentren pintadas de blanco, por dentro y por fuera, para facilitar la limpieza y el control de infestaciones.

Las bodegas metálicas son aceptables, pero requieren mucho más cuidado y control.

2.3.2 Ventanas y ventilaciones.

No hay normas precisas sobre la necesidad de ventilación e iluminación en una bodega de alimentos. Esto depende mucho del clima, condiciones locales y por supuesto, del criterio del arquitecto. Como regla general, las ventanas deben permitir una iluminación suficiente para el manejo de existencias mediante luz solar difusa.

Es recomendable que la bodega tenga iluminación diurna suficiente, pero no exagerada, ya que es necesario proteger todas esas ventanas contra la entrada de roedores y ladrones.

Por razones de costos, es más económico diseñar ventilaciones con bloques ornamentales adecuados, en vez de ventanas. Sin embargo, si la bodega va a ser localizada en una zona de alta humedad y lluvia, resulta necesario colocar ventanas que se puedan abrir y cerrar.

Es también recomendable que las ventanas o ventilaciones se diseñen en la parte superior de las paredes, para que queden protegidas de la lluvia mediante el alero del techo de por lo menos 1,5 m. El diseño de las ventanas con vidrios, debe permitir que puedan abrirse y cerrarse a elección, desde el piso y sin necesidad de escaleras, con el fin de controlar hasta cierto punto, la entrada de aire húmedo durante épocas lluviosas.

Es indispensable que todas las ventanas y ventilaciones estén protegidas contra roedores, mediante malla metálica de alambre electro soldado con huecos cuadrados de 0,6 a 1,0 cm., u otro diseño equivalente. Esta malla no se debe confundir con malla de gallinero, que tiene huecos mucho más grandes, o con anjeos plásticos o metálicos de huecos diminutos, que no cumplen su propósito.

No es práctico y es muy costoso proteger las ventanas con malla o anjeo contra insectos.

Es preferible tener marcos metálicos de hierro o en perfiles de aluminio para las ventanas y para las mallas contra roedores, pero los marcos de madera son aceptables, con el control y mantenimiento adecuados.

2.3.3 Estructura del techo

Las estructuras metálicas son preferibles para el techo, ya sean cerchas sobre columnas de concreto, o pórticos completos, pero son aceptables las de madera, si se les hace un mantenimiento adecuado. Las bodegas con techo de losa de concreto son también aceptables, pero su mantenimiento puede ser costoso. En todos los casos es recomendable que la estructura del techo tenga aleros de por lo menos 1,5 m. a todo el derredor de la bodega, para proteger de la lluvia a las ventanas y ventilaciones.

Este alero debe ser mayor, de unos tres metros, y adecuado a la zona de recibo, para garantizar el recibo y entrega de productos sin problemas durante la lluvia.

La cubierta puede ser en láminas de fibra cemento, de zinc o de aleaciones de aluminio. Los techos de teja de barro son adecuados en estructuras pequeñas, con el debido control y mantenimiento.

Es recomendable que los techos de láminas de fibra cemento estén pintados de blanco, pues reflejan mejor el calor en climas tropicales.

No son recomendables las claraboyas o tejas plásticas traslúcidas, ya que concentran el calor en un área pequeña sobre las estibas, y además, son frágiles y permiten goteras.

Es recomendable que todos los techos cuenten con canales recolectores del agua lluvia y con tuberías de bajante adecuadas. Estas bajantes deben estar, en lo posible, dentro de las paredes o columnas, y deben estar protegidas con malla anti ratas en la descarga a nivel del piso.

No es recomendable diseñar o tener techos con canales y bajantes de agua lluvia dentro de la bodega, ya que estas son fuente continua de contaminación por insectos y roedores. De igual manera, se deben evitar tapas de drenaje y ductos subterráneos dentro de la bodega.

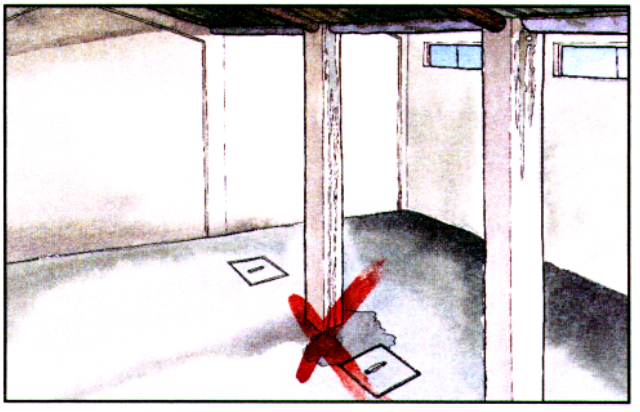


Fig. 4

2.3.4 Vigas y columnas de concreto

Para las bodegas con estructura de vigas y columnas en concreto, es necesario que las columnas no sobresalgan en la parte interna de la misma, para evitar que se formen pequeños rincones entre las columnas y las paredes.

El diseño de las bodegas nuevas debe permitir unas superficies lisas y continuas en el interior. Las columnas, que generalmente son más anchas que las paredes, deben quedar a ras de la pared en la parte interna.

En bodegas existentes, se debe tener cuidado con la limpieza para evitar acumulación de polvo, grano, etc., en los rincones formados por las columnas.

Para bodegas con pórticos metálicos, será casi siempre inevitable que haya obstrucciones cuando las columnas metálicas quedan en el interno. Sin embargo, las estructuras metálicas son aceptables con el debido cuidado y control en la limpieza.

Debe evitarse en todos los casos, que el diseño de una bodega nueva incluya columnas dentro de la misma. Las columnas en el centro de una bodega restan espacio útil de almacenaje, y en general, indican que el techo es de más de dos aguas, con la necesidad de contar con canales y bajantes de aguas lluvias dentro de la bodega, lo que no es conveniente por razones de higiene, infestaciones y contaminación de roedores, e insectos como cucarachas, etc.

2.3.5 Pisos de las bodegas

Los pisos en bodegas para almacenaje de alimentos deben ser lisos, no porosos y libres de huecos y hendiduras, pues allí se depositan el polvo y las impurezas que son un criadero ideal de insectos, y fuente de contaminación.

Los pisos de cemento deben fundirse en cuadrados de tamaño apropiado al de la bodega, por ejemplo, de 3 x 3 metros, con separaciones en platinas metálicas o listones de madera de buena calidad. No es recomendable que las uniones sean en materiales bituminosos porque adhieren el polvo e impurezas y son difíciles de limpiar. Queda por supuesto a criterio del ingeniero la decisión y el cálculo estructural para fundir placas de concreto armado con varillas de hierro, para seguridad y resistencia.

Es suficiente que los pisos sean alisados con llana (o plana). Los pisos terminados o vitrificados con productos especiales son muy buenos, pero muy costosos. El alisado con mezcla de cemento realizado después de que el piso ha fraguado y está seco, no es recomendable porque la capa delgada se resquebraja y se separa de la plancha de concreto con facilidad al paso de carretillas o montacargas, causando serios problemas de mantenimiento.

En el diseño de bodegas nuevas es necesario considerar la colocación de barreras contra la humedad del terreno al fundir los pisos de concreto, porque ésta puede deteriorar la calidad de los sacos o cajas que se coloquen directamente en el piso.

Esta impermeabilización puede lograrse colocando una lámina de plástico grueso sobre el terreno apisonado, antes de fundir las losas de concreto. Se pueden utilizar también materiales bituminosos sobre el terreno apisonado.

Cuando se selecciona una bodega existente, debe revisarse con cuidado el estado de los pisos. La presencia de manchas de humedad, charcos de agua y grietas son indicadores de una mala calidad en los pisos. Son aceptables los pisos en baldosas de cemento en buen estado y en otros materiales no porosos. En la sección de adecuación de bodegas existentes se verá lo que debe hacerse con los pisos para ajustarlos a las necesidades y facilitar su administración.

2.3.6 Puertas

En las bodegas y almacenes para alimentos se encuentra una gama muy variada de materiales y diseños de puertas, algunas más convenientes que otras.

En el diseño de bodegas nuevas deben considerarse puertas que cumplan con las condiciones siguientes:

a) Deben dar seguridad a las instalaciones.
b) Deben permitir una limpieza fácil e impedir la acumulación de polvo e impurezas.
c) Deben impedir la entrada de roedores a la bodega, o sea que deben tener tolerancias estrechas entre la puerta y las paredes, pisos y marco de las mismas.
d) Deben permitir un manejo fácil y liviano al abrirlas y cerrarlas.

a) Puertas metálicas enrollables:

Las puertas metálicas enrollables son adecuadas, siempre que ajusten bien contra el piso. Es importante que el diseño no deje grandes espacios entre la parte superior de la puerta y su marco, para impedir la entrada de roedores. Es muy importante que el piso no tenga ranuras a lo ancho de la puerta porque son fuente de infestación.

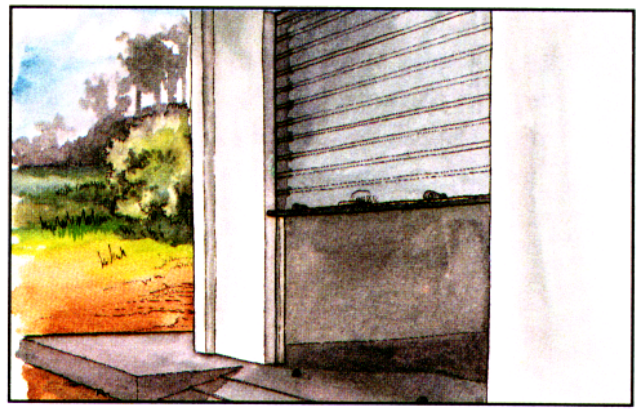


Fig. 5

Las puertas enrollables tienen el problema del mantenimiento que requiere lubricación adecuada de las canales verticales por donde se desliza. Una buena administración de la bodega requiere que esta lubricación con grasa no se convierta en una fuente de desaseo y contaminación.

b) Puertas metálicas corredizas:

Las puertas metálicas corredizas con riel en la parte superior tienen los inconvenientes de contar generalmente con ranuras de guía en el piso, y de que permiten espacios considerables entre la puerta y la pared.

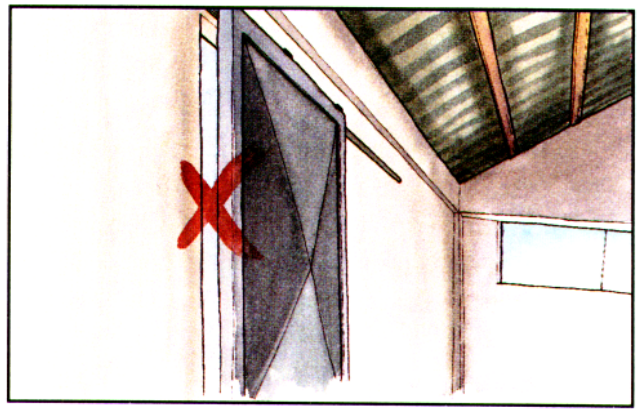
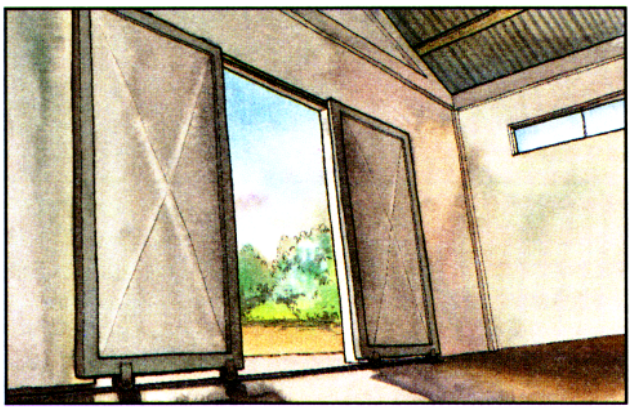


Fig. 6

Las ranuras en el piso son una fuente permanente de problemas, pues allí se depositan el polvo y resto de granos, que son el hábitat ideal de insectos. Los espacios considerables entre la puerta y la pared (mayores a un centímetro), permiten el ingreso de roedores a la bodega.

Las puertas corredizas sobre ruedas en un riel en el piso, generalmente dejan grandes espacios entre el piso y la puerta, permitiendo la entrada de roedores.



Este tipo de diseño es preferible al anterior, siempre y cuando el diseño incluya pestañas metálicas a todo lo ancho de la puerta para que la tolerancia entre el piso y la puerta no sea mayor a un centímetro.

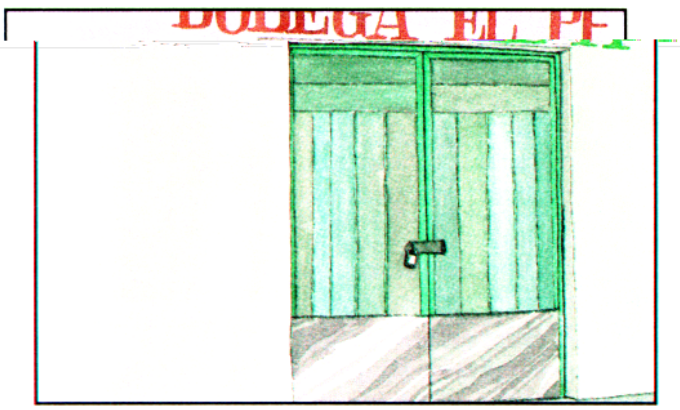
Fig. 7

En ambos casos es necesario que el diseño incluya barreras metálicas de manera que al estar cerradas, las puertas ajusten perfectamente contra las paredes, el piso y el marco, para impedir la entrada de ratas y ratones.

c) Puertas engoznadas metálicas o de madera

Las puertas engoznadas metálicas o de madera de dos o más alas son aceptables, si cumplen con los requisitos enunciados. Estas puertas dejan generalmente espacios grandes entre la puerta y el piso y no ajustan bien contra los marcos.

Es pues indispensable que el diseño sea bien realizado para que los espacios libres entre la puerta y el piso y los marcos, no sean mayores a un centímetro.



Toda puerta de madera debe ir forrada en lámina galvanizada hasta 0,80 m de altura para evitar que los roedores las deterioren.

Fig. 8

Es preferible que las puertas engoznadas abran hacia afuera de la bodega, para facilitar la formación de estibas.

Es posible ajustar y acondicionar puertas engoznadas en bodegas existentes, colocando una pestaña en lámina metálica en la parte inferior y en los marcos si es necesario, para impedir la entrada de roedores.

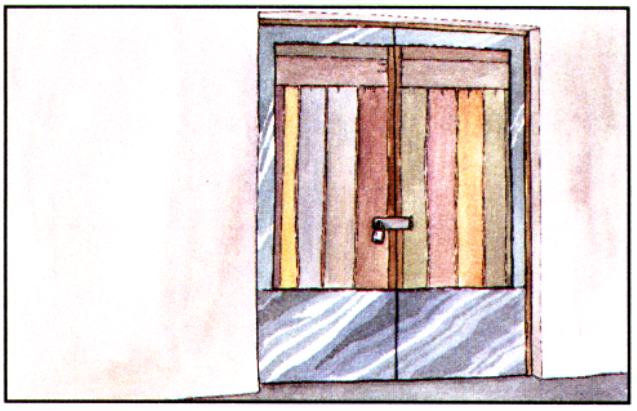


Fig. 9

2.4 AREAS ADMINISTRATIVAS; SERVICIOS HIGIENICOS

En el diseño de un edificio nuevo se debe evitar la disposición de las oficinas y servicios higiénicos dentro de la bodega. En primer lugar, el ambiente de almacenaje puede tener altas concentraciones de polvo y olores y a veces de insecticidas que hacen inconveniente la presencia de personal administrativo en el entorno.

En segundo lugar, los baños y baterías sanitarias dentro de una bodega son una fuente continua de infestación y un dolor de cabeza en el mantenimiento de la higiene y limpieza.

Es indispensable contar en toda instalación con un área de oficinas y baterías sanitarias proporcionales a la cantidad de personal administrativo, pero en lo posible, en edificio aparte. Se debe contar además con servicios sanitarios independientes y adecuados para el personal de trabajadores de la bodega, choferes y ayudantes de los camiones en un lugar apropiado, pero alejado del ingreso para que no se conviertan en fuente de infestación.

En la búsqueda de bodegas existentes, se deben considerar los factores mencionados. Será mucho más fácil mantener el control minucioso de la higiene y limpieza de las instalaciones cuando se tienen estas características de diseño. En caso contrario, la administración deberá suplir con mayores controles, las deficiencias estructurales y de diseño de las bodegas.

2.5 PATIOS DE MANIOBRA

Toda bodega debe contar con patios de maniobra adecuados al volumen de las operaciones y al tamaño de los camiones y vehículos de carga. En lo posible, estos patios deben ser pavimentados y con suficiente drenaje de aguas lluvias. Los patios en adoquines de cemento son aceptables, si se encuentran en buen estado.

Es recomendable diseñar los patios de maniobra en base al mayor tamaño del vehículo de carga que pueda visitar las instalaciones. El ahorro de espacio o el hecho de ignorar normas vigentes de áreas mínimas para manejo de camiones puede resultar en problemas continuos de administración.

Cuando el declive del terreno lo permite, es conveniente situar el patio de maniobras a un nivel de 1,0 a 1,20 m. inferior al de la bodega, para que las plataformas de los camiones queden a ras con la zona de carga y descarga. Sin embargo, en terrenos planos, el costo de realizar excavaciones para los patios o de colocar la bodega a un nivel superior mediante rellenos, es demasiado alto y no se justifica en la mayor parte de los casos.

Sin embargo, si la facilidad de descarga es de mucha importancia para los propietarios, es preferible excavar la zona del patio de maniobras, diseñando drenajes apropiados para las aguas lluvias. No es recomendable elevar el nivel de toda la bodega mediante rellenos.

2.6 ALREDEDORES DE LA BODEGA

Al planear una bodega nueva o al seleccionar una existente, deben evitarse los canales abiertos de aguas lluvias, colectores de agua, sistemas defectuosos de alcantarillado y grandes áreas de vegetación y plantas ornamentales en las vecindades del edificio.

Los canales y colectores de agua son fuente de infestación y de presencia de roedores. Las áreas verdes requieren mucho cuidado y trabajo para mantenerlas limpias y libres de madrigueras de ratas y ratones.

Es altamente recomendable que la bodega tenga una vereda o andén en cemento de al menos un metro de ancho, adosada a las paredes exteriores para facilitar la limpieza, el control de roedores y la inspección rutinaria de las instalaciones.

2.7 CAMARAS DE FUMIGACION

No es recomendable la construcción de cámaras herméticas de fumigación para el tratamiento de lotes infestados, por varias razones. En primer lugar, es muy difícil lograr la completa hermeticidad de un cuarto grande, con puertas de cierta magnitud. En segundo lugar, su costo es muy elevado y no se justifica cuando hay alternativas más sencillas.

Ciertamente, en toda bodega se presentará el caso de recibir lotes infestados y la necesidad de fumigar adecuadamente el producto ***antes*** de darle entrada en la bodega. Por esta razón, es más recomendable contar con una bodega pequeña, adecuada al tamaño del lote mayor que pueda venir en un camión y que permita la fumigación bajo carpas impermeables. El uso de carpas adecuadas es mucho más versátil y económico.

Cuando las circunstancias no permitan tener una bodega o cobertizo adecuado para la fumigación, puede usarse una zona de la bodega principal para ese fin, con las debidas precauciones.

2.8 COSTOS DE CONSTRUCCION DE BODEGAS

No sería práctico dar valores monetarios para indicar el costo o las inversiones necesarias para la construcción de bodegas, porque, por una parte, estos costos unitarios varían en cada país y región y por otra, podrían quedar obsoletos después de un cierto tiempo.

Cuando se está planeando la construcción de bodegas, deben considerarse los costos y la inversión ***para la totalidad*** de áreas y elementos que conforman el conjunto de la bodega, con los patios de maniobra, muros de cerramiento, instalaciones y redes eléctricas, oficinas, y varios otros "etcéteras". Querer que una bodega incompleta cumpla con su función a cabalidad es como pretender ahorrar en la compra de un automóvil, solicitando al vendedor que no incluya el panel de instrumentos, o el volante.

Es común que los promotores ignoren la incidencia de estos elementos indispensables, para tratar de que un presupuesto fijo alcance para construir el área cubierta necesaria. Lo grave es que estos ajustes en el presupuesto se hacen a costa de la calidad de los materiales y terminados, o a costa de ignorar, al menos temporalmente, la necesidad de contar con muros, puertas adecuadas, etc.

Se ha visto en las secciones anteriores ***que el éxito*** en el diseño de una bodega de alimentos ***depende de los detalles que la hacen diferente*** de un cobertizo industrial. Las barreras contra roedores, las puertas que ajusten perfectamente, el terminado adecuado de pisos y paredes, los aleros del techo, por ejemplo, son detalles que deben ser analizados con detenimiento con los ingenieros o arquitectos contratistas para evitar malos entendidos, reajustes posteriores en los precios unitarios y cambios en la construcción sobre la marcha, o lo que es peor, que la bodega quede inconclusa por falta de análisis y previsión.

RECUERDE:

Los sistemas de almacenaje se diseñan para proteger los alimentos contra las plagas, efectos del clima y otros factores de daño y pérdida. En términos generales, el almacenaje es de dos tipos: en contacto con el aire y en atmósfera controlada.

Los productos que se guardan en almacenes o bodegas, al granel, en sacos o en otros recipientes, se encuentran influidos por la atmósfera que los rodea, mientras que los que se guardan en silos u otros recipientes herméticos, que no permiten la entrada y salida del aire, están influidos únicamente por las condiciones de la atmósfera interior, lo que, en cierta medida, reduce los riesgos del deterioro.

El diseño, planeación, presupuesto y construcción, deben cosiderar ***la totalidad*** *de elementos necesarios que hacen a la bodega de alimentos* ***diferente*** *de un cobertizo cualquiera.*

CAPITULO 3

ADECUACION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES PARA EL ALMACENAJE DE ALIMENTOS

En muchas ocasiones, el administrador se encuentra en la necesidad de usar una edificación que no fue construida pensando en el almacenaje de productos alimenticios. Aún en los casos de construcciones nuevas, el responsable debe comenzar con una serie de trabajos indispensables para adecuar la instalación existente a las necesidades de higiene, seguridad, y manejo adecuado de productos alimenticios.

Es fundamental que los usuarios de una construcción existente definan con cuidado las obras a realizar e inviertan las sumas de dinero necesarias. Todo ahorro, mal entendido por cierto, repercutirá en mayores dificultades en el manejo y control de calidad de los productos.

Los puntos más importantes que deben tenerse en cuenta son los siguientes.

a) Se deben reparar las grietas o huecos en pisos y paredes de la bodega para evitar infestaciones por insectos. Si el tiempo de ocupación planeado lo justifica, se deben enlucir con cemento las paredes de ladrillo o bloque a la vista.

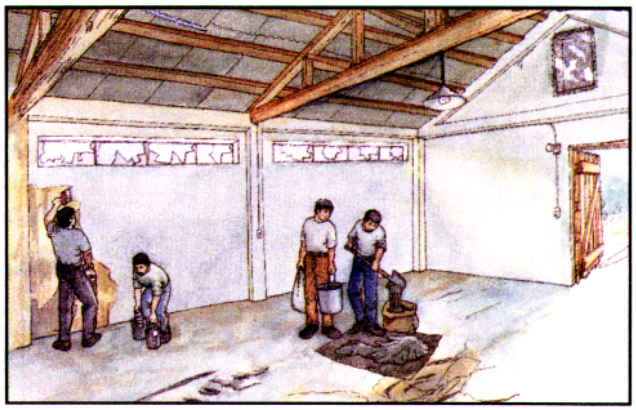


Fig. 10

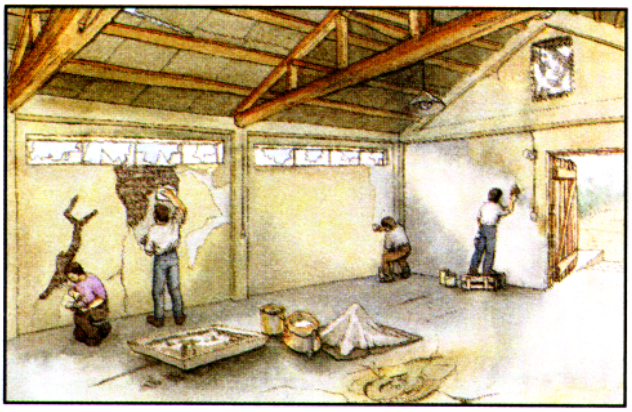


Fig. 11

b) Las paredes internas y externas de los almacenes deben estar pintadas de blanco. Con ello es más fácil controlar la existencia de plagas, polvo, telarañas, etc.

c) Se deben reponer los vidrios rotos de ventanas y ventilaciones pues son causas de entrada de lluvia y de roedores y pájaros, y se deben proteger con malla anti-roedores.

Fig. 12

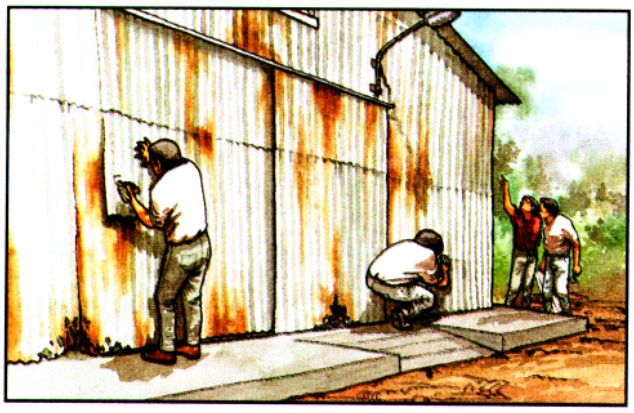


Fig. 13

d) Deben taparse todos los huecos en las paredes de bodegas metálicas, sobre todo los que se encuentran a nivel del piso, para evitar la entrada de roedores.

e) Deben mantenerse en buen estado los techos de las bodegas, sobre todo para impedir entrada de aguas lluvias. La humedad en los sacos y en la estiba puede causar el calentamiento y desarrollo de hongos y por lo tanto el deterioro del producto.

Fig. 14

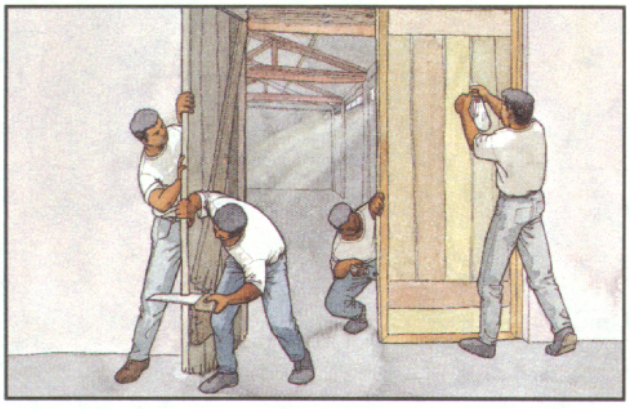


Fig. 15

f) Las puertas de la bodega deben ajustar bien contra el piso y las paredes, ya que los roedores de almacén puede penetrar por rendijas de menos de un centímetro. Por tanto, se deben colocar pestañas de lámina metálica donde sea necesario.

g) Las instalaciones eléctricas en mal estado, los cables eléctricos al descubierto, la falta de interruptores adecuados, son potencialmente muy peligrosos para los operarios del almacén o bodega, y son causa de corto circuitos e incendios.

h) Deben colocarse mallas metálicas protectoras en la boca de todas las bajantes de aguas lluvias para impedir entrada de animales.

i) Los ductos de cables eléctricos deben mantenerse perfectamente sellados, ya que las ratas consumen el aislamiento de PVC y pueden provocar cortocircuitos y accidentes.

RECUERDE:

La adecuación de un local a las necesidades de higiene, seguridad y manejo adecuado de alimentos almacenados, se refiere, especialmente a las acciones de mantenimiento de las instalaciones.

Se debe prestar atención a taponar huecos y gietas en pisos y paredes, enlucir y pintar las paredes, reponer vidrios rotos, procurar que las puertas y ventanas ajusten a sus marcos, reparar las cubiertas para evitar goteras, proteger las conexiones eléctricas y colocar mallas metálicas en las bocas de los ductos de ventilación, bajantes de agua lluvia, desagües y otros.

CAPITULO 4

PLAGAS Y CONTAMINANTES EN GRANOS ALMACENADOS

La masa de granos constituye un material biológico vivo, expuesto al deterioro natural provocado por los procesos metabólicos del propio grano y de los insectos, hongos y roedores que pueden atacarlos.

La conservación de la calidad de los granos almacenados es un proceso complejo, ya que relaciona los factores físicos, como la temperatura y humedad, con las modificaciones químicas de los granos y el desarrollo de los agentes biológicos de deterioro.

Por lo tanto, para reducir los riesgos de pérdidas en granos almacenados, es necesario procurar que la temperatura y humedad ambientes sean lo más bajas posibles y además, controlar la infestación de insectos, hongos y roedores.

Sin embargo, al hablar e temperaturas bajas, no se está haciendo referencia a sistemas refrigerados, ya que estos son muy costosos y solo se justifican para el almacenaje de productos de alto valor, como semillas.

4.1 CONTAMINACION POR HONGOS

La parte externa de los granos contiene una microflora muy variable, compuesta por hongos, levaduras y bacterias, siendo estas últimas la más numerosas. Sin embargo, en el aspecto práctico, los hongos tienen más importancia que las bacterias en el deterioro de los granos.

La microflora interna de los granos está constituida por organismos saprófitos y parásitos, cuya incidencia es mayor en las zonas tropicales, debido a la alta temperatura y humedad ambientes, que favorecen la infestación durante el crecimiento, maduración y almacenamiento de los productos.

La contaminación externa e interna depende del desarrollo de los granos, de su susceptibilidad y de las condiciones de temperatura y humedad del grano y del ambiente. Esta contaminación se detecta mediante observación directa y con análisis de laboratorio.

4.1.1 Clasificación de los hongos

En base a su comportamiento, los hongos aislados en granos de cereales y leguminosas, se clasifican en hongos de campo y hongos de almacén.

a) Hongos de campo:

Invaden los granos durante su proceso de desarrollo en la planta y cuando quedan expuestos a la excesiva humedad durante la cosecha. La micro flora fúngica es variable y depende del tipo de planta, localización geográfica y condiciones climáticas. Además de provocar cambios indeseables en la apariencia física de los granos, en especial al color, reducen su poder germinativo.

La mayoría de los hongos de campo requieren para desarrollarse, niveles de humedad de alrededor de 22 a 25% en los granos, que corresponden a valores de humedad de equilibrio de 90% o más. Considerando que estos valores de humedad son raramente alcanzados por los granos después de la cosecha, se puede ver que los hongos de campo no tienen importancia en el deterioro de los alimentos durante su almacenaje.

El daño causado por los hongos de campo, ocurre antes de la recolección de los granos y no aumenta durante su almacenamiento. Los hongos de campo encontrados con mayor frecuencia son de los géneros *Cladosporium, Helminthosporium, Alternaria y Fusarium.*

b) Hongos de almacenamiento:

Los daños causados por los hongos de almacén, son mayores que los producidos por los hongos de campo. Aunque los hongos de almacenamiento usualmente no invaden los granos antes de su recolección, las esporas de algunos géneros están presentes en los granos antes de la cosecha.

Los hongos de almacenamiento se desarrollan con bajos valores de humedad, de 13 a 18%, correspondientes al equilibrio con humedades relativas de 70 a 85%.

Figura 16

Hongos de almacenamiento

Los hongos afectan normalmente al embrión de la semilla, siendo el endospermo poco afectado. Los granos recién cosechados presentan infestación pequeña por hongos de almacenamiento; sin embargo, el nivel inicial de infestación aumentará considerablemente si las condiciones de humedad y temperatura son favorables. Los géneros más comunes encontrados en los granos son *Penicillium* y 12 especies de *Aspergillus*. Las especies de *Aspergillus* más comunes son *A. restrictus, A. repens, A. amstelodami y A. rubens.*

4.1.2 Condiciones para el desarrollo de hongos de almacén

Las condiciones para el desarrollo de estos hongos están dadas especialmente por la temperatura y humedad de los productos y del medio ambiente y por el estado en que se encuentren los productos.

a) Temperatura y Humedad:

Se han aislado alrededor de 150 especies de hongos de almacén, cada una de las cuales se desarrolla dentro de límites mínimos, óptimos y máximos de temperatura y humedad relativa. La mayoría de hongos de almacén requieren temperaturas óptimas comprendidas entre 24 y 40°C y humedades relativas óptimas de 93 a 99%.

Los límites mínimos fluctúan entre 5 y 12°C, con humedades relativas de 60 a 83% y los límites máximos están entre 32 y 52°C.

Ninguna especie de hongo puede desarrollarse con humedades relativas menores al 60%, como se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro 2

Humedades mínimas para desarrollo de hongos en granos

Especie de hongos	Humedad de los granos (%)		
	Maíz	Sorgo	Soya
Aspergillus restrictus	13,5 - 14,5	14,0 - 14,5	12,0 - 12,5
Aspergillus glaucus	14,0 - 14,5	14,5 - 15,0	12,5 - 13,0
Aspergillus candidus	15,0 - 15,5	16,0 - 16,5	14,5 - 15,0
Aspergillus flavus	18,0 - 18,5	19,0 - 19,5	17,0 - 17,5
Penicillium spp	16,5 - 19,0	17,0 - 19,5	16,0 - 18,5

Los hongos que se desarrollan a las temperaturas más altas y más bajas y con humedades relativas también bajas, pertenecen a grupos claramente definidos. Así, *Penicillium ciclopeum, P. martensii* y *Cladosporium* s.p., se desarrollan con temperaturas de entre 0 y 20°C, con humedad relativa superior al 90%. *Aspergillus fumigatus* y *A. terreus*, se desarrollan con temperaturas de 40 a 50°C y humedades relativas superiores al 90%.

b) Estado de los granos.

Los granos rotos, fisurados y contaminados con materias extrañas y con insectos, están más expuestos al ataque de hongos que los granos sanos, enteros y no contaminados.

Cuadro 3

Temperaturas mínimas, optimas y máximas para el Desarrollo de hongos de almacenamiento

Hongos	Temperatura para el desarrollo de los hongos, °C		
	Mínima	Optima	Máxima
Aspergillus restrictus	5 - 10	30 - 35	40 - 45
Aspergillus glaucus	0 - 5	30 - 35	40 - 45
Aspergillus candidus	10 - 15	45 - 50	50 - 55
Aspergillus flavus	10 - 15	40 - 45	45 - 50
Penicillium spp	5 - 0	20 - 25	35 - 40

Fuente: Christensen y Kaufman, 1974

4.1.3 Daños causados por hongos de almacenamiento

Los principales daños causados por hongos en los granos almacenados son los siguientes:

- Disminución del poder germinativo de la semilla.
- Decoloración de las semillas.
- Calentamiento de la masa de granos.
- Alteraciones bioquímicas.
- Producción de toxinas.
- Pérdida de materia seca.
- Compactación de la masa de granos.

4.1.4 Producción de toxinas

Algunos hongos de almacenamiento producen metabolitos tóxicos, llamados micotoxinas, que son sustancias venenosas para el hombre y los animales. Un grupo específico de micotoxinas, denominadas Aflatoxinas, ha sido intensamente estudiado desde 1960, a partir de la mortalidad de pavos alimentados con productos derivados del maní. Esta toxina es producida por hongos del género *Aspergillus,* (por ejemplo, *A. flavus*), que se desarrolla en temperaturas de entre 10 y 45 °C, con una óptima de 30°C y humedad relativa de 75% o más.

Los hongos de los géneros *Fusarium, Rhizopus* y *Penicillium,* también producen toxinas que determinan lesiones hepáticas agudas y crónicas. Se ha observado que los animales jóvenes son más susceptibles que los viejos y que las aves domésticas, bovinos y cerdos, sufren alteraciones patológicas cuando ingieren alimentos contaminados con micotoxinas.

4.2 INSECTOS - PLAGA EN GRANOS ALMACENADOS

Los insectos que atacan y dañan los cereales y leguminosas durante el almacenamiento, comenzaron a tener importancia económica cuando el hombre facilitó su desarrollo por descuido y prácticas inadecuadas de almacenaje.

Se han identificado alrededor de 250 especies de insectos plaga de granos almacenados, de las cuales 25 tienen importancia primaria y secundaria. Estas plagas producen pérdidas significativas, no solo de peso por grano consumido, sino también porque afectan su presentación y lo contaminan, provocando cambios indeseables de color, sabor y aroma. Además, incrementan la temperatura y humedad en la masa de granos, facilitando el ataque de bacterias y de hongos, que aceleran su deterioro.

Esta circunstancia exige que se adopten las medidas para evitar, o por lo menos, reducir las pérdidas causadas por los insectos, manteniendo sus poblaciones en niveles económicamente aceptables, con la menor contaminación y al menor costo posible.

4.2.1 Generalidades sobre los insectos

La morfología externa de los insectos se refiere a sus características específicas de tamaño, color, forma, textura, alas, aparato bucal, tipo de patas, tipo de antenas y otras, que permiten identificarlos y diferenciarlos.

En términos generales, el cuerpo de los insectos está constituido por tres partes bien diferenciadas que son la cabeza, el tórax y el abdomen. En la cabeza se localizan los ojos, las antenas y el aparato bucal. En el tórax se ubican uno o dos pares de alas y tres pares de patas articuladas, y en el abdomen se encuentran los aparatos reproductor y excretor. *(Todos los insectos tienen seis patas)*

El cuerpo de algunos insectos está protegido por una caparazón de estructura quitinosa, denominada exoesqueleto, que es característico de los coleópteros, mientras que otros insectos, como las polillas, tienen el cuerpo blando.

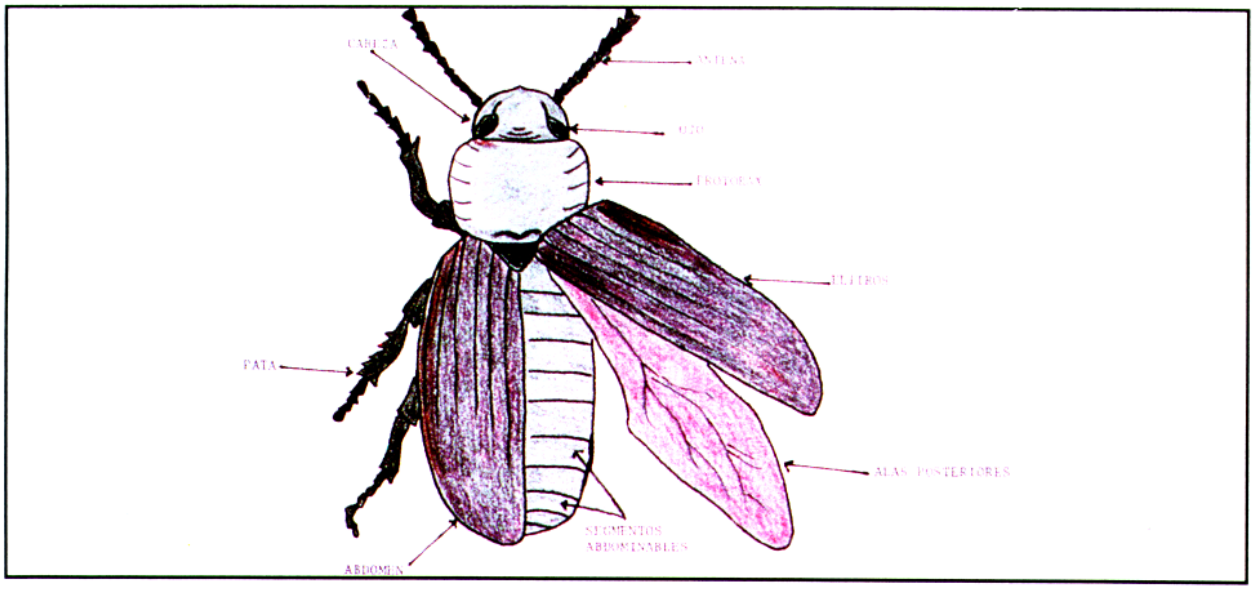
Los coleópteros tienen aparato bucal masticador tanto en estado larval como adulto, mientras que las polillas tienen aparato bucal masticador solamente durante el estado larval, y aparato bucal chupador o lamedor, durante el estado adulto. Esta característica determina que, dependiendo de la especie, los daños directos a los granos sean causados por insectos en estado larval y adulto o solamente en estado larval.

Los insectos presentan cambios de tamaño y forma durante las primeras etapas de crecimiento, fenómeno conocido como metamorfosis. La metamorfosis es completa cuando los insectos pasan por las fases de **huevo, larva, pupa y adulto**. En la metamorfosis incompleta, no se presenta el estado de pupa.

Los insectos son ovíparos. La hembra, dependiendo de la especie, deposita sus huevos sobre los granos, entre los granos o en el interior de los mismos. De los huevos nacen gusanos o larvas que, luego de alimentarse vorazmente, se envuelven en un capullo de fibras producidas por ellas mismas, del que emergen como adultos.

Figura 17

Esquemas de las partes constitutivas de los insectos plaga de granos almacenados



4.2.2 Daños que causan los insectos plaga

Los insectos plaga de granos almacenados, producen daños directos e indirectos. Los principales son los siguientes:

a) Daños directos:

Destrucción total o parcial de los granos, causada por la alimentación de larvas y adultos.

Contaminación con excrementos sólidos y líquidos, restos de piel y escamas, insectos muertos, partes de insectos, huevos y aglomerados constituidos por restos de granos, polvo y otras impurezas unidas con hilos de seda.

b) Daños indirectos:

Calentamiento de la masa de granos, causado por la respiración, que produce incrementos en la actividad metabólica de los granos.

Ataque de hongos y bacterias que también incrementa la temperatura y humedad de la masa de granos.

4.2.3 Hábitos de los insectos

Las actividades de los insectos respecto a su forma y horario de alimentación, forma de movilizarse, forma de depositar sus huevos, lugar de ataque y otras, responden a las características propias de cada especie y obedecen, por lo general, a una regla o patrón establecido. Sin embargo, los hábitos de los insectos son modificados por las condiciones ambientales y, debido a su gran capacidad de adaptación y velocidad de reproducción, transmiten a otras generaciones los cambios favorables para la sobrevivencia.

4.2.4 Principales insectos plaga

La mayor parte de los insectos plaga de granos almacenados, pertenecen a los órdenes *Coleoptera* y *Lepidoptera,* que corresponden a los nombres comunes de "gorgojos" y "polillas", respectivamente.

Los gorgojos pertenecen al orden *Coleoptera,* e inician su ataque en el campo y lo continúan durante el almacenamiento. Son voraces en estado larval y adulto.

Los adultos disponen de mandíbulas fuertes y algunos tienen trompa larga, a manera de pico, por lo que también se los denomina "picudos". Su cuerpo está recubierto por un exoesqueleto quitinoso de consistencia fuerte y dispone de dos pares de alas: las anteriores son protectoras y las posteriores les sirven para volar.

Los gorgojos del trigo, del maíz y del arroz, ovipositan dentro de los granos, mientras que el gorgojo del fréjol los deposita en la superficie de los granos. Las larvas de los coleópteros carecen de patas y el adulto es un pequeño escarabajo con aparato bucal masticador.

Las polillas pertenecen al orden *Lepidoptera* y pueden iniciar su ataque en el campo y continuarlo en el almacén, o atacar a los granos ya almacenados. Son voraces en estado larval y no causan daños en estado adulto.

Las polillas se encuentran solamente en las capas superficiales en almacenajes a granel, hasta unos 30 cm de profundidad. Las hembras ovipositan en la superficie de los granos y las larvas los perforan y penetran para alimentarse y completar su desarrollo larval. El adulto es una pequeña mariposa con dos pares de alas funcionales y aparato bucal chupador-lamedor.

4.2.5 Clasificación de los insectos plaga

Considerando especialmente sus hábitos alimentarios, los insectos plaga de granos almacenados se clasifican en primarios y secundarios.

Los insectos primarios son los primeros en atacar a los granos, rompiéndolos para alimentarse y perforándolos para ovipositar.

a) Insectos primarios:

El gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motsch), conocido también como "picudo cuatro manchas". Ataca al maíz, pero también a otros granos. Es de color café claro a café oscuro, con cuatro manchas amarillo-rojizas en los élitros. Tiene una trompa o pico largo. Es volador, prefiere climas tropicales y subtropicales y las hembras ovipositan en el interior del grano.

El gorgojo del trigo (*Sitophilus granarius* L.) tiene las mismas características del gorgojo del maíz, pero carece de las manchas en los élitros y tiene menos tendencia para volar.

El gorgojo del arroz (*Sitophilus orizae* L.) tiene las mismas características del gorgojo del maíz, pero es de menor tamaño.

El gorgojo del fréjol (*Acanthoselides obtectus* Say.) es de mayor tamaño que los gorgojos del maíz, del trigo y del arroz; carece de trompa y tiene el cuerpo redondeado y ensanchado en la parte posterior.

Este último se alimenta preferentemente de leguminosas y ataca tanto en el campo como en el almacén. La hembra oviposita en el interior de la vaina y las larvas penetran al grano, pudiendo desarrollarse más de dos insectos en cada grano. La infestación se identifica porque en el grano son claramente visibles las pequeñas perforaciones de entrada de la larva. En el almacén, la hembra oviposita en la superficie de los granos.

El barrenillo de los granos (*Rhizopertha dominica* F.) tiene cuerpo cilíndrico, cabeza esférica y carece de trompa o pico. Inicia su ataque en el campo y lo continúa en el almacén. Ataca principalmente al maíz pero también a otros granos, es volador y la hembra oviposita en la superficie de los granos.

La polilla o palomilla dorada (*Sitotroga cerealella* Ol.) es una pequeña mariposa nocturna, de color pajizo, con cuatro alas funcionales. Las alas posteriores presentan en su borde una hilera de cerdas, a manera de flecos, y sus extremos terminan en punta, a manera de un dedo índice, lo que facilita su identificación.

La polilla o palomilla bandeada (*Plodia interpunctella* Hbn.) es también una pequeña mariposa nocturna, que presenta en el tercio superior de las alas una coloración amarillo-pálido y en el resto, un color castaño-rojizo. Las alas son redondeadas.

b) Insectos secundarios:

Los insectos secundarios toman su nombre del hecho que se alimentan y son una plaga de productos que ya han tenido otras infestaciones. Los principales insectos secundarios son:

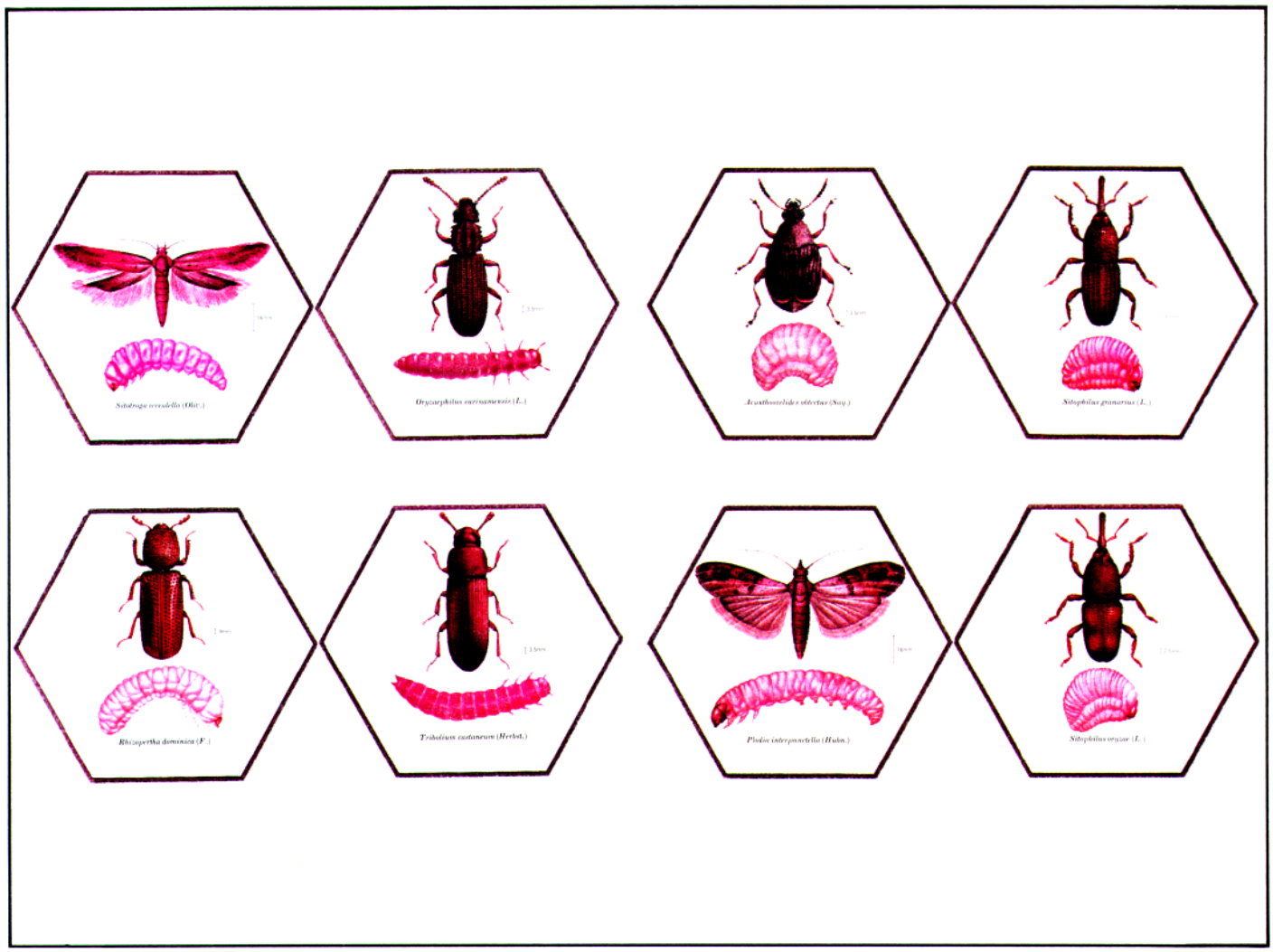
El gorgojo de la harina (*Tribolium confusum* J. du Val.) que tiene cuerpo alargado, de color rojizo brillante. La hembra deposita racimos de huevos entre la harina y residuos de granos. No es volador y prefiere los climas templados y subtropicales.

El gorgojo castaño (*Tribolium castaneum* Hbst.) se diferencia del anterior porque es de color castaño oscuro, es volador. y prefiere climas subtropicales y tropicales.

El gorgojo aserrado (*Orizaephilus surinamensis*) es de cuerpo pequeño, aplanado y angosto. Su color varía de café oscuro a negro y posee seis grandes dientes, a manera de sierra, en los bordes del tórax. No es volador, ataca preferentemente al arroz y se encuentra en climas tropicales y subtropicales.

Figura 18

Principales Insectos Plaga de Granos Almacenados



Cuadro 4

Temperaturas mínimas y optimas para el desarrollo de insectos de granos almacenados

Especies	Temperaturas, °C	
	Mínima	Optima
Sitophilus orizae	17	23 - 31
Orizaephilus mercator	20	31 - 34
Orizaephilus surinamensis	21	31 - 34
Tribolium confusum	21	30 - 33
Tribolium castaneum	22	32 - 35
Lasioderma serricorne	22	32 - 35
Cryptolestes pusilus	22	28 - 33
Cryptolestes ferrugineus	23	32 - 35
Rhizopertha dominica	23	32 - 35
Trogoderma granarium	24	33 - 37

4.2.6 Condiciones para el desarrollo de los insectos

La reproducción de los insectos está condicionada especialmente por la temperatura y la humedad de los granos, y la atmósfera del almacenamiento.

La mayoría de los insectos requiere temperaturas mínimas comprendidas entre 17 y 24 °C y óptimas comprendidas entre 23 y 37 °C. Las temperaturas inferiores a 10 °C impiden la reproducción y las superiores a 38 °C, producen la muerte de la mayoría de insectos.

La humedad de los granos es un factor crítico para la reproducción de los insectos, independientemente de la temperatura. La mayoría de insectos no se reproduce con contenidos de humedad de 9% o menos, mientras que contenidos de humedad superiores a 14% favorecen la reproducción. La humedad relativa óptima está comprendida entre 50% y 75%.

Los contenidos de oxígeno y anhídrido carbónico en la atmósfera de almacenamiento, constituyen un importante factor para la multiplicación de los insectos. Los almacenajes en contacto con la atmósfera están influidos por el macroclima, por lo que se mantienen más o menos constantes las tasas de oxígeno y anhídrido carbónico, favoreciendo la reproducción de los insectos.

En el almacenamiento hermético o de atmósfera controlada, las condiciones del aire son afectadas por el microclima interior del recipiente. Al no producirse el intercambio entre la atmósfera exterior e interior, la respiración de los granos y de los insectos reduce el contenido de oxígeno y aumenta el contenido de anhídrido carbónico, lo que limita la multiplicación de los insectos, provocando inclusive su muerte por asfixia.

4.3 ROEDORES - PLAGA DE PRODUCTOS ALMACENADOS

Los roedores domésticos (ratas y ratones) han sido conocidos como plagas tanto en zonas urbanas como rurales. Las pérdidas de alimentos causadas por los roedores, representan una parte significativa en la evaluación de las pérdidas y daños. Además, al contaminar el ambiente con su orina, heces y pelos, aumentan la cantidad de gérmenes a niveles que pueden causar infecciones no específicas. El alimento dañado puede también ser rechazado por los animales.

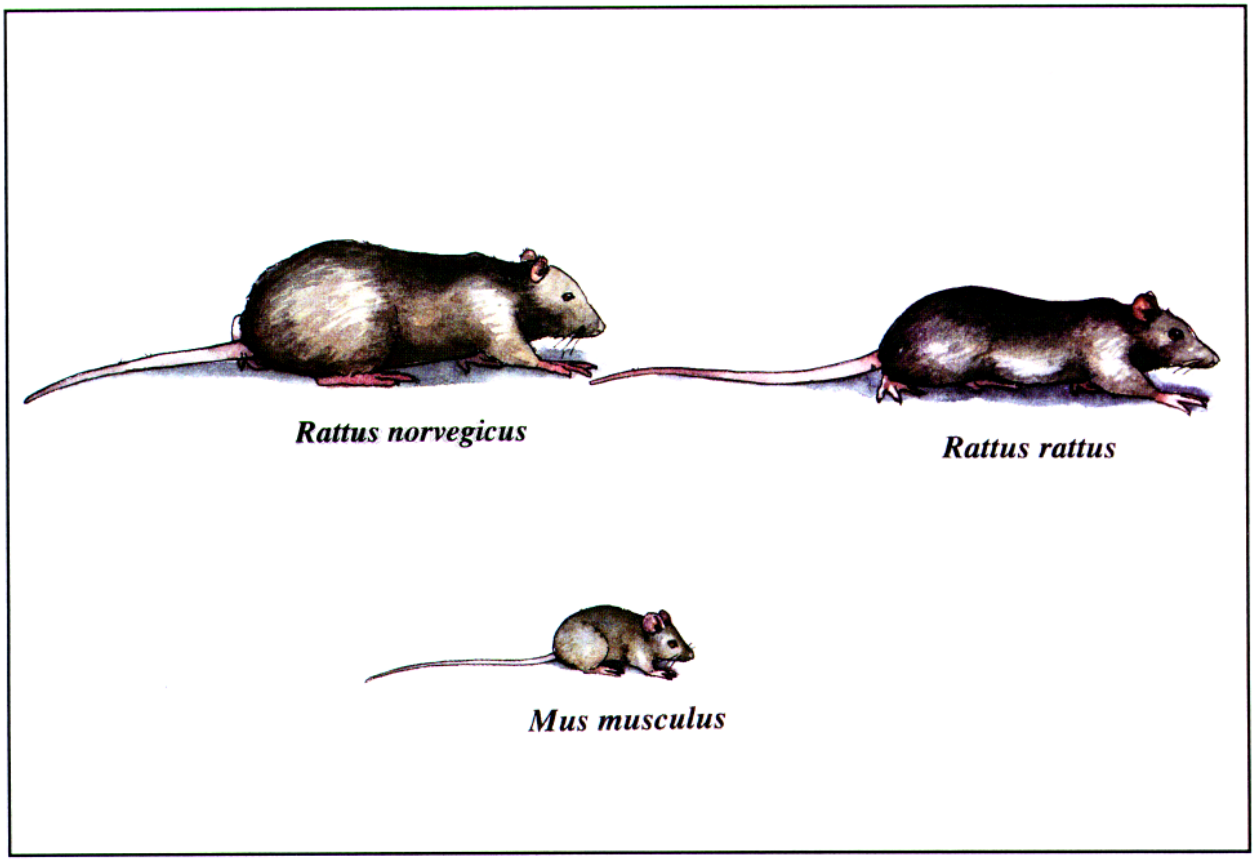
Por otra parte, las ratas y ratones pueden causar daños graves a los equipos y edificios, tanto en el campo como en el almacenamiento. Las cuevas y madrigueras que excavan alrededor de los establos, gallineros, graneros y almacenes de alimentos, debilitan los cimientos y los pisos, causando a menudo socavamientos y erosión de las áreas de las paredes. Su continua roedura puede dañar estructuras de madera, silos, trojes, soberados, sacos, las correas transportadoras, cables eléctricos, etc.

A menudo, el costo de los daños y pérdidas que provocan los roedores es mucho mayor que el de su control. Por ello, es necesario mantener las poblaciones de roedores en un nivel que no cause daños graves.

Se cree que las ratas y ratones son originarios del Asia, desde donde se distribuyeron a todo el planeta. Representan alrededor del 40% del total de mamíferos existentes y se caracterizan por su alta capacidad de reproducción y su poder de adaptación a las más diversas condiciones de vida.

Figura 19

Comparación de las características de ratas y ratones



Los roedores viven siempre cerca del hombre y causan serios daños tanto en el campo como en las habitaciones y bodegas. Consumen gran cantidad de alimentos y contaminan diez veces más de lo que consumen, dañan las estructuras y transmiten enfermedades mortales para el hombre y los animales.

Como es imposible erradicarlos, toda campaña de desratización pretende reducir su población a niveles mínimos aceptables, en base a la evaluación de los daños producidos y a la determinación del costo que no sobrepase el umbral económico.

4.3.1 Daños que causan

Los roedores causan importantes daños a la producción agrícola, al roer los tallos y frutos en el campo y al atacar a los productos almacenados, comiéndolos, rompiéndolos, contaminándolos con excrementos, orina y pelos y facilitando la presencia de insectos, hongos y bacterias. Además, los roedores comen huevos y pollitos y destruyen los diques, canales de riego y otras instalaciones.

Por otra parte, dañan las estructuras perforando los pisos, techos, paredes, puertas y ventanas; producen incendios y paralizan las industrias al roer los cables eléctricos; taponan cañerías y desagües; dañan muebles y ropas para construir madrigueras y, lo que es más grave, transmiten enfermedades mortales para el hombre y los animales domésticos, como la salmonelosis, triquinosis, leptospirosis, peste bubónica, rabia, disentería, histoplasmosis, tifo, newcastle y otras.

4.3.2 Clasificación y morfología

En términos generales, se consideran plagas de los alimentos almacenados a tres tipos de roedores introducidos al continente:

- ***Rattus norvegicus:*** la rata noruega, rata de alcantarilla o rata gris.

- ***Rattus rattus:*** la rata de los tejados, rata de campo o rata negra.

- ***Mus musculus:*** el ratón casero o "pulperito".

La distinción de las especies se fundamenta en las características morfológicas más evidentes como son el color y el tamaño del cuerpo con relación a la cabeza y la cola; las orejas, patas, ojos y nariz.

4.3.3 Características de los roedores

a) La ***Rattus norvegicus,*** rata de alcantarilla o rata gris presenta las características siguientes:

- Longitud: de 32 a 45 cm.
- Peso : de 280 a 400 g.
- Cuerpo: pesado y grueso.
- Cola: más corta que la cabeza y el cuerpo
- Nariz: corta y chata
- Orejas: gruesas, opacas, cortas, con pelos finos
- Ojos: pequeños
- Piel: áspera, parda, gris, negra o leonada, con vientre gris claro.
- Excrementos: fusiformes o elipsoidales, en grupos o dispersos

b) La ***Rattus rattus***, rata de los tejados, se identifica por las siguientes características:

- Longitud: de 34 a 41 cm.
- Peso: de 240 a 300 g.
- Cuerpo: ligero y delgado
- Cola: más larga que la cabeza y el cuerpo
- Nariz: larga y aguda
- Orejas: delgadas, translúcidas, grandes y sin pelos
- Ojos: grandes y saltones
- Piel: negra, parda o leonada, con el vientre blanco
- Excrementos: forma de salchicha o media luna, dispersos

c) El ***Mus musculus*** o ratón casero se distingue por:

- Longitud: de 15 a 19 cm.
- Peso: de 15 a 25 g.
- Cuerpo: pequeño
- Cola: más larga que el cuerpo y la cabeza
- Nariz: aguda
- Orejas: prominentes, y grandes en relación con el cuerpo
- Ojos: grandes y saltones
- Piel: sedosa, gris oscura, vientre más claro
- Excrementos: forma irregular o de huso, dispersos

4.3.4 Biología y hábitos

La vida promedio de una rata o ratón es relativamente corta y la cría madura rápidamente. La cría de la rata noruega y de la rata de tejado nace solamente a los 22 días de apareamiento. El ratón doméstico requiere aún menos tiempo, produciéndose crías al cabo de 19 días después de aparearse. Además, las hembras de las ratas y ratones se pueden aparear dentro de las 48 horas siguientes al parto de una camada. Luego, es posible para las hembras producir crías casi en forma continua.

Afortunadamente para los esfuerzos de control, actúan varias circunstancias para retardar esta reproducción. El apareamiento no siempre es fructífero o no se intenta inmediatamente después de que ha nacido una camada. Además, si una hembra

está amamantando una cría y al mismo tiempo está preñada, el nacimiento de la nueva camada puede retardarse hasta una semana. La duración de este retraso depende del número de crías que amamante y del tamaño de la camada por nacer.

Las ratas y ratones pueden trepar cualquier superficie empinada en donde puedan encontrar lugares para sujetarse con sus uñas. Las enredaderas, tubos de desagüe y los cables, son buenos caminos para los roedores. Es importante conocer que las ratas y ratones no demuestran esta habilidad en cualquier ocasión, ya que solo se esfuerzan cuando los impulsa el hambre, la falta de refugio o cuando su vida está en peligro.

En el trabajo de erradicación de roedores, es preciso distinguir entre lo posible y lo probable en la habilidad de los roedores para trepar. Por ejemplo, las ratas pueden escalar la mayoría de los tipos de paredes verticales, pero la eventualidad de que los trepen sin alambres o tubos de apoyo es muy remota. Esto simplifica las precauciones necesarias contra la entrada de las ratas y ratones y reduce el costo de la protección contra ellas.

Las ratas pueden alcanzar hasta 33 cm a lo largo de paredes verticales lisas, y por lo tanto, debe agregarse un factor de seguridad a las guardas contra ratas para garantizar que los roedores no las franquearán. La distancia que debe limpiarse completamente de posibles puntos de apoyo es de 46 cm.

Las ratas dan saltos hacia arriba de casi 61 cm. Con una carrera inicial y un salto contra la superficie vertical, las ratas pueden saltar un poco más de 91 cm. Bajo estas condiciones, aún los ratones caseros mucho más pequeños, pueden saltar más de 61 cm de altura. Dejándose caer de una altura de 4,5 m, una rata puede saltar una distancia horizontal de 2.4 m, o aún más, con una carrera inicial.

Estas tres especies de roedores múridos son buenos nadadores, en especial las ratas, que son capaces de nadar hasta 800 m en aguas libres. Si se colocan las crías de ratas en un depósito, nadarán con facilidad. Después de nadar alrededor del depósito si no pueden escapar se sumergirán repetidamente buscando en el fondo un tubo de salida. Se tienen informes de que las ratas nadan a través de los drenajes de los pisos sin titubeos.

Las ratas y los ratones anidan dondequiera puedan encontrar seguridad, y cerca del alimento y del agua. Mientras más escombros se amontonen desordenadamente y más objetos se apilen en las rincones o en los armarios, mayor será el número de lugares apropiados para esconderse y anidar, es decir, donde los enemigos no puedan alcanzarlos con su vista.

Generalmente las ratas y ratones construyen sus nidos en lugares ocultos que son relativamente tranquilos, con cualquier material blando que encuentran cerca o desgarrando papel o trapos para formar el nido. Los nidos de las ratas usualmente tienen forma de tazón y son de unos 20 cm de diámetro. Los nidos de ratón son semejantes a los de las ratas, pero más pequeños, de 12.5 cm de diámetro. La actividad en la construcción de los nidos es más intensa cuando las crías están a punto de nacer y al comenzar la época de frío.

Estos tres roedores múridos difieren considerablemente en sus instintos de excavación. Este hábito es bastante más desarrollado en la rata de noruega y por ello, las orejas de ésta son pequeñas, y los pelos en sus aberturas las resguardan del polvo. La rata de tejado es más trepadora y construye madrigueras solamente en los lugares donde no prevalecen las ratas de noruega. Su red de madrigueras pocas veces es extensa.

Los ratones domésticos construyen madrigueras donde no hay otro refugio disponible y rara vez tienen dificultad para encontrar la morada. La mayoría de las madrigueras mide entre 30 a 46 cm de profundidad, varias de ellas con pasajes laterales ciegos y todas con uno o más "agujeros de escape". Estos agujeros se usan como salidas para huir en caso de peligro, a menudo cubiertos con vegetación suelta o taponada su salida con tierra floja. Una rata asustada puede romper fácilmente el tapón flojo y escapar.

Las madrigueras cortas y poco profundas se usan principalmente para refugio y descanso. Algunas veces hacen túneles mucho más largos, especialmente donde las ratas y los ratones andan en busca de alimento.

A menudo, la edad de la madriguera de ratas y ratones se puede determinar de acuerdo con el desgaste que presente. Los agujeros en uso corriente no presentan polvo ni tela de araña y pueden tener un aspecto lustroso y trillado. La tierra fresca expulsada en forma de abanico también indica uso reciente. Es necesario efectuar una cuidadosa búsqueda de todos los agujeros antes de implantar medidas tales como el tratamiento de las madrigueras con gases fumigantes.

La naturaleza rara vez ha provisto a un animal con una herramienta cortante más eficaz que los dientes frontales o incisivos de los roedores. Las ratas jóvenes y los ratones empiezan a roer desde su segunda semana de vida. A través de su existencia los dientes siguen creciendo rápidamente. En las ratas adultas de laboratorio el promedio de crecimiento de los incisivos superiores es de 114 mm. Este crecimiento rápido les permite roer continuamente, sin desgaste del borde cortante de los dientes.

Las ratas y ratones roen casi cualquier cosa y lo hacen solamente para mantener cortos los dientes, pues a veces no parecen tener otro propósito. Esto explicaría por qué roen agujeros mucho más anchos de lo necesario para alcanzar el alimento. Los roedores roen cualquier material que posea un borde más blando que el esmalte de sus dientes.

Los roedores son desconfiados y atraviesan espacios libres solamente cuando se sienten acosados. Normalmente recorren siempre el mismo camino, pegados a las paredes y por detrás y debajo de obstáculos.

Tratan de moverse lo más cerca posible a un refugio y, como para alimentarse necesitan absoluta tranquilidad, cuando el alimento está en un lugar expuesto, lo almacenan de a poco en su madriguera para consumirlo luego.

4.3.5 Hábitos de alimentación

a) Alimentos consumidos

La rata de noruega y el ratón casero proceden originalmente de regiones productoras de granos, y su dieta está formada sobre todo por esta clase de alimento. El conocimiento acerca del tipo de país del cual proviene la rata de tejado es más oscuro. No obstante, las tres especies han llegado a adaptarse a una gran variedad de alimentos.

Las ratas de noruega se alimentan con desperdicios mixtos y prefieren alimentos tales como carnes, granos y cereales (como por ejemplo harina de avena), huevos cocidos y patatas. Por otra parte, muestran muy poco deseo por alimentos como remolacha cruda, melocotón, cebolla, apio, coliflor y pimiento verde. Tienen verdadera aversión a los alimentos muy condimentados.

b) Cantidad consumida

Es muy valioso saber cuanto alimento y agua necesitan las ratas y los ratones, para poder realizar su control. Como estos roedores necesitan cantidades limitadas de alimento y agua, se debe usar suficiente veneno para que la alimentación normal les proporcione una dosis letal. La rata adulta media consume 28 gramos de alimento seco por día y la rata de noruega promedio come aproximadamente 37 gramos de desperdicio por día. Las ratas beben de 14 a 28 gramos de agua por día cuando comen alimento seco y algo menos cuando ingieren alimento húmedo.

Los ratones, por su tamaño pequeño, necesitan menos alimento que las ratas, y solo comen un promedio de 3 gramos de alimento seco por día y beben un promedio de 1,5 gramos de agua en cada toma.

c) Hábitos de alimentación

Los hábitos alimenticios de las ratas y los ratones son suficientemente distintos para implicar algunas diferencias en su erradicación. Las tres especies tienen hábitos regulares de alimentación, determinados por diferencia entre las especies, la cantidad y clase de alimento y los peligros que representa su obtención. Las ratas empiezan a buscar su alimentación cada día poco después del anochecer. Sin embargo, los ratones son pequeños y difíciles de ver y puede suceder que salgan durante el día siempre que sea posible.

Todos manipulan el alimento de igual manera una vez encontrado. Las ratas comen en forma constante, los ratones mordisquean, sacan un poco de alimento de un lado y otro. Por lo tanto, para envenenarlos hay que instalar un gran número de cebos, muy cerca unos de otros, para tener la seguridad de que los ratones comerán lo suficientemente para morir.

4.3.6 Los sentidos

Los roedores tienen diversa capacidad de percepción a través de sus sentidos. El saber qué cosas pueden descubrir las ratas y los ratones es muy importante para las personas que intentan destruirlas.

a) El Tacto

El tacto es uno de los sentidos que más pronto utilizan las ratas y los ratones mientras se encuentran en el nido, y es también importante durante toda su vida, ya que casi siempre se desplazan en la oscuridad. Además de la habilidad normal de palpar como la que el hombre posee en manos y pies, los roedores tienen bigotes sumamente sensibles y pelos protectores. En la base de cada bigote hay una compleja red de nervios que posee una gran sensibilidad.

Las ratas y ratones prefieren correr a lo largo de las paredes o entre objetos con los cuales pueden mantener contacto mediante sus bigotes. Esto indudablemente les ayuda a caminar en los lugares oscuros en donde a menudo viven. Los pelos de protección son más largos y están diseminados por toda la piel del roedor; evidentemente, son más sensibles al tacto que los pelos más cortos de la piel que cubre el cuerpo.

b) La vista

La vista no está bien desarrollada en las ratas y los ratones. Sus ojos no son tan perfectos y aparentemente no distinguen el color. Los roedores responden a la brillantez, pero no al color, lo que puede ser útil cuando se usan venenos para erradicarlas, pues los colores aparecerán como sombras grises a los ojos de los roedores. Aunque su vista no está tan desarrollada, los ratones caseros pueden identificar objetos por lo menos a 13 metros de distancia.

c) El olfato

Las ratas y los ratones poseen un agudo sentido del olfato. Sin embargo, se dispone de poca información detallada sobre la forma como este sentido gobierna sus actividades. Las ratas y los ratones siguen inmediatamente el olor del cuerpo del roedor, especialmente el del sexo opuesto. El olor de la orina del roedor ayuda a inducirlos a entrar en las nuevas cajas para cebos. Sin embargo, hay mucha confusión en la literatura especializada sobre el valor de los olores atrayentes o repelentes.

Es una buena regla que cualquier olor usado para atraer a los roedores debe ser suficientemente fuerte para percibirse a cierta distancia, y debe por lo tanto vencer la competencia de otros olores existentes en la misma área. No hay que preocuparse mucho por el olor del hombre en las trampas o en los cebos ya que después de todo, las ratas y los ratones viven tan cerca de él que su olor forma parte de su vida diaria.

d) El gusto

Generalmente, el sentido del gusto en las ratas y los ratones no es tan agudo como en el hombre. Si no se encuentran implicadas sustancias venenosas, una buena regla empírica es que si el hombre acepta el producto, los roedores también lo harán.

Las ratas muy rara vez rehusan los cebos nuevos después de haberlos examinado Sin embargo, si el veneno contenido en un cebo las enferma, pronto se vuelven "recelosas" hacia esa sustancia, no porque se reconozca el veneno, sino porque la mezcla de cebo las enfermó.

Los roedores comen alimentos descompuestos solamente si no tienen otro y no por que sean incapaces de reconocerlo. Por esta razón es conveniente el uso de cebo fresco y a menudo con preservantes.

e) El oído

Las ratas y los ratones pueden reconocer ruidos inmediatamente y pueden localizarlos casi con exactitud. Los ruidos fuertes las hacen escapar apresuradamente. Como muchas de sus actividades se llevan a cabo en la oscuridad, el oído es de gran importancia para ellos.

f) El equilibrio

Las ratas y los ratones tienen un excelente sentido del equilibrio, que se desarrolla a muy temprana edad y las crías recién nacidas lo pueden dominar por sí mismas.

4.3.7 Indicios de la presencia de roedores

El conocimiento de la biología y hábitos de los roedores, permite descubrir los indicios de su presencia, determinar su especie y estimar la magnitud del ataque.

Los principales indicios son:

a) **Sonidos:** ruidos de pelea, de carreras, de alimentación y zarpazos.

b) **Deyecciones:** se encuentran en los caminos, cerca de sus madrigueras y otros lugares frecuentados.

c) **Huellas de patas y de colas:** se encuentran en el polvo, cerca de las paredes y debajo de arbustos.

d) **Marcas de roces:** los roedores caminan siempre pegados a las paredes y dejan manchas de grasa y pelos.

e) **Roeduras:** en las bases de puertas, ventanas, armarios y sacos con alimentos; en el campo se pueden observar roeduras en tallos y frutos.

f) **Signos visuales:** observación de uno o más roedores, en el día o la noche.

g) **Nidos y acumulaciones de alimentos:** se encuentran debajo de muebles, maderas, en las estibas y en cualquier lugar protegido.

h) **Excitación de animales domésticos:** los perros y los gatos muestran nerviosismo cuando encuentran signos de presencia de roedores.

i) **Olor a rata:** el olor a rata es característico y, con un poco de experiencia se puede distinguir del olor a ratón.

Para determinar si los indicios son recientes o antiguos, se deben tomar en cuenta algunos detalles. Por ejemplo, la presencia de telarañas en la entrada de las madrigueras, significa que están deshabitadas; los excrementos húmedos, brillantes y suaves, corresponden a actividades recientes y las roeduras opacas y cubiertas de polvo, indican actividades antiguas.

4.3.8 Estimación de la población de roedores

Aunque no se han desarrollado técnicas adecuadas para la determinación del número de roedores en un determinado lugar, es posible estimar la población aproximada, en base a los siguientes criterios:

a) **Población baja o ninguna población:**

Cuando al realizar la observación no se encuentran signos o huellas de actividad reciente o antigua, y aunque haya pocas huellas de actividad antigua, la población es baja o no existe.

b) **Población media:**

Cuando se observan huellas de actividad antigua, pocos signos de actividad reciente y, ocasionalmente, una rata en actividad nocturna, se supone una población de 10 ratas por cada rata observada en actividad.

c) **Población alta:**

Cuando se observan huellas y signos de actividad reciente en varios sitios, y cuando se encuentran tres roedores en actividad durante la noche o un roedor comiendo durante el día, se estima que la población es alta.

4.4 LAS AVES COMO PLAGA DE GRANOS ALMACENADOS

En algunas regiones, las aves constituyen una verdadera plaga de los granos en el campo y en el almacén.

Los daños son por consumo directo de los granos en las espigas y la contaminación del producto almacenado con excrementos.

4.5 OTROS CONTAMINANTES

El almacenaje indiscriminado de productos alimenticios y no alimenticios en un mismo almacén puede causar serias contaminaciones por contacto directo y por contacto indirecto.

Por ejemplo, los alimentos almacenados pueden contaminarse con químicos, fertilizantes, plaguicidas, etc., manejados sin el cuidado suficiente lo que podría llevar a graves envenenamientos o intoxicaciones.

Ejemplo de contaminación indirecta, es la influencia que tiene el pescado seco almacenado cerca de productos de harina. Esta última absorberá el fuerte olor, lo mismo que si se almacena cerca de detergentes o jabones. En ambos casos habrá una pérdida de calidad en el producto que puede llegar a hacerlo inservible para el consumo humano.

RECUERDE:

Las plagas y contaminantes analizados en esta sección pueden destruir la totalidad de las cosechas, causando graves pérdidas físicas y económicas a sus propietarios.

De nada vale cultivar con esmero los productos, si no se controlan las plagas y contaminantes durante su almacenaje y mercadeo.

CAPITULO 5

SISTEMAS PREVENTIVOS DE CONTROL DE CALIDAD

5.1 INTRODUCCION

La calidad final de los productos alimenticios depende de las tecnologías de producción, cosecha y poscosecha.

El **sistema preventivo** del control de calidad, pretende reducir el deterioro de la calidad durante la cosecha y conservar la calidad durante los procesos poscosecha, particularmente durante el almacenaje.

Vale destacar que el almacenamiento no hace milagros: las condiciones inadecuadas de almacenamiento deterioran la buena o mala calidad con que fueron recibidos los productos. Las condiciones adecuadas de almacenamiento, mantienen la calidad de los productos sin mejorarla ni deteriorarla.

5.2 CONCEPTO DE SISTEMA PREVENTIVO

El **"Sistema Preventivo"** de control de calidad, es el conjunto de actividades ordenadas de manera lógica y secuencial, para conservar la calidad de los alimentos por el mayor tiempo posible. Es un sistema integrado que involucra actividades de manejo e inspección de los alimentos y de las instalaciones de almacenaje.

Tratándose de cereales y leguminosas, el manejo de los alimentos es lo que se denomina adecuación para el almacenaje. Ningún producto puede ser almacenado tal como sale de la planta, por lo que debe ser sometido a algunos procesos preparatorios como son la limpieza, selección y secado.

5.2.1 Características del control preventivo

El sistema preventivo de control de calidad, tiene tres características básicas:

- Es más económico que las acciones curativas.

- Es complementario de las acciones curativas.
- Puede realizarse con personal no calificado.

5.2.2 Elementos del control preventivo

Los principales elementos del control preventivo, son:

- Limpieza, selección y secado de los granos.
- Orden y aseo en las instalaciones.
- Inspección permanente de productos e instalaciones.
- Aplicación preventiva de plaguicidas.
- Manejo adecuado de los productos.
- Mantenimiento de las instalaciones.

5.3 CARACTERÍSTICAS DE LA LIMPIEZA

La **limpieza y aseo** de las instalaciones son la base primordial para la protección y control de la calidad de los productos almacenados.

Como se dijo anteriormente, es una acción permanente pero que es fácil de realizar con personal no especializado y con materiales muy simples: escobas, rastrillos, palas, cepillos, etc.

Sin embargo, el mantenimiento de la limpieza y aseo en bodegas silos e instalaciones de manejo de alimentos en general, dista mucho de lo ideal, en la gran mayoría de los casos.

La limpieza comprende entre otras, las siguientes actividades:

Fig. 20

a) Mantener corto y bajo control, el césped y las malezas en los campos vecinos al silo, bodega o piladora, para controlar las madrigueras de los roedores.

b) De igual manera, se deben mantener limpios los alrededores del almacén o piladora, y libres de todo material abandonado, como basuras, sacos vacíos, etc. ya que estos pueden ser portadores de insectos y sirven de guarida ideal para los roedores.

c) Mantener limpio el piso de los almacenes, sobre todo las rendijas, grietas y huecos del piso, ya que los granos y basuras depositados allí son una fuente segura de infestaciones y contaminación de producto recién recibido.

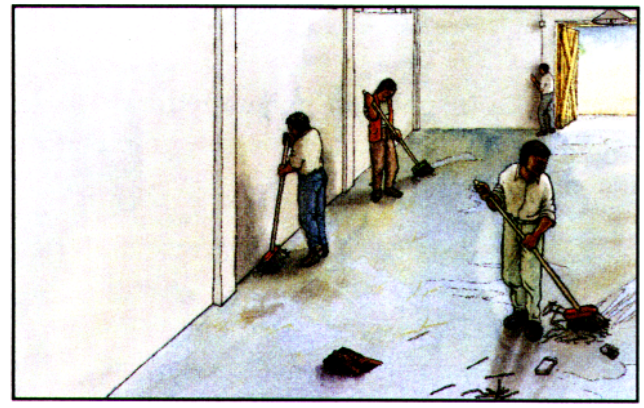


Fig. 21

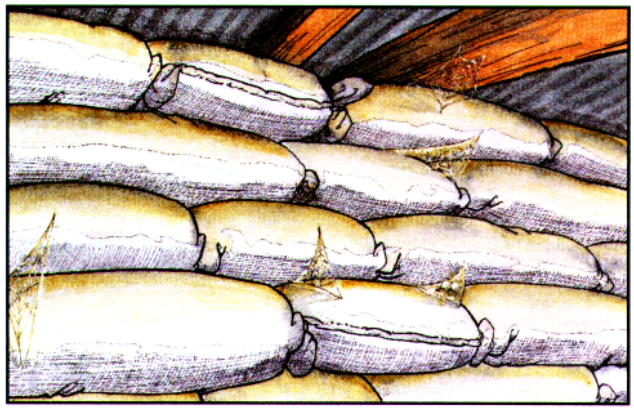


Fig. 22

d) Mantener libres de polvo, telarañas y basuras las paredes, vigas y estructuras del almacén, para prevenir infestaciones.

e) Para las plantas de silos y piladoras, recoger y disponer convenientemente del grano derramado de transportadores, tolvas, etc., para que no se presenten fuentes de infestación.

f) Proceder a quemar o a disponer en forma conveniente, las basuras e impurezas colectadas por los ciclones y tolvas de impurezas. Además de ser fuentes de infestación, el polvo y las impurezas son combustibles y aún explosivos.

g) Mantener limpios los silos y tolvas una vez vaciados, para evitar mezclas de grano y contaminaciones.

h) Destapar por lo menos una vez por mes, los codos de las tuberías de descarga, para sacar los restos de grano y evitar focos de infestación.

i) Mantener el foso de la báscula, tolvas, elevadores, etc., libres de grano y de humedad, ya que estos son la fuente más importante de podredumbre, malos olores y contaminación.

5.4 CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION

La **inspección permanente** de las instalaciones y de los productos permitirá observar y detectar señales de deterioro en forma oportuna, antes de que el daño sea irreparable.

La inspección debe hacerse en forma planeada:

a) Debe prepararse una rutina o protocolo de inspección para cada zona de la planta, almacén o piladora, y debe cumplirse estrictamente.

b) Deben existir los canales de comunicación adecuados para reportar anomalías para que sean tratadas oportunamente.

c) Debe haber un registro de lo realizado, con los comentarios y resultados. Esto puede hacerse en forma escrita simple, sin necesidad de formatos costosos.

5.4.1 Guías para las inspecciones

Como guía para la elaboración de un protocolo de inspección, se incluyen los ejemplos siguientes, los cuales pueden ajustarse a la realidad de cada planta, o a las necesidades de la piladora o bodega.

a) Inspección semanal como mínimo, de los terrenos de la planta o piladora para detectar actividades de roedores, tales como madrigueras, ratas vivas o muertas, infestaciones en productos abandonados, necesidades de limpieza o corte de malezas, etc.

b) Tres veces por semana como mínimo, inspección de las estibas del almacén para detectar actividades de insectos y roedores o calentamiento en los sacos. Esta rutina incluye también la parte superior de las estibas.

c) Dos veces por semana como mínimo, inspección de los silos, equipos mecánicos y ductos que se encuentran vacíos, para detectar infestaciones o filtraciones de agua.

d) Diariamente y a la misma hora, control de las temperaturas del grano almacenado en los silos en plantas de cierta magnitud, para registrar eventuales calentamientos, que indican actividad biológica y deterioro.

5.5 MANTENIMIENTO ADECUADO

El **mantenimiento adecuado** de las instalaciones, es primordial para crear un sistema de almacenaje donde sea sencillo mantener la calidad de los productos. No es lo mismo almacenar a la intemperie que bajo techo, por ejemplo. Este mantenimiento de los almacenes, silos y estructuras de almacenaje no comporta grandes gastos y se realiza conjuntamente con la inspección.

El mantenimiento adecuado de las instalaciones debe asegurar que la bodega y sus alrededores sean aptos para un adecuado control de la calidad de los alimentos encomendados.

Como regla general, se debe seguir una rutina de inspección periódica y efectuar las reparaciones en forma similar a lo que se recomienda en el Capítulo 3, para la adecuación de bodegas existentes.

Los silos deben ser herméticos a las aguas lluvias por la misma razón que las bodegas.

No se deben dejar descubiertos los ductos de los transportadores de descarga de los silos ya que pueden servir para la entrada de ratas al interior del silo. Deben colocarse mallas metálicas protectoras en la boca de todos los ventiladores de aireación para seguridad de los operarios y para impedir entrada de animales.

Los ductos de cables eléctricos deben mantenerse herméticamente sellados, ya que las ratas consumen el aislamiento de PVC y pueden provocar cortocircuitos y accidentes.

5.6 MANEJO ADECUADO DE LOS PRODUCTOS

El manejo adecuado de los productos comprende el uso de equipos que no deterioren el empaque o el producto y una serie de condiciones de sentido común, algunas de las cuales se indican en seguida:

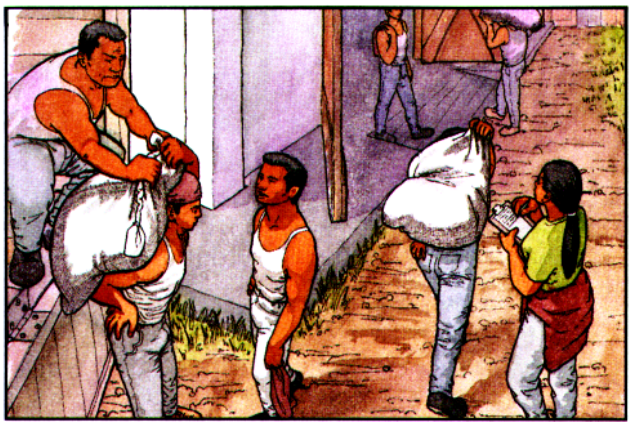


Fig. 23

a) El Control de Calidad se debe iniciar al recibo de las mercancías, controlando el peso, el estado de los empaques y la calidad de los productos.

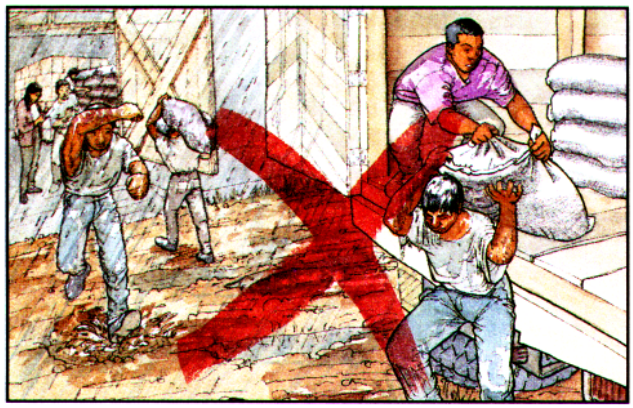


Fig. 24

b) No se deben cargar ni descargar los sacos ni las cajas bajo la lluvia.

c) Las cajas o productos deteriorados deben almacenarse por separado en espera de reempaque.

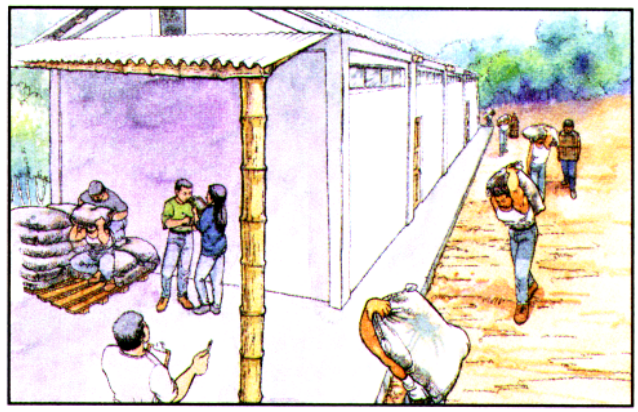


Fig. 25

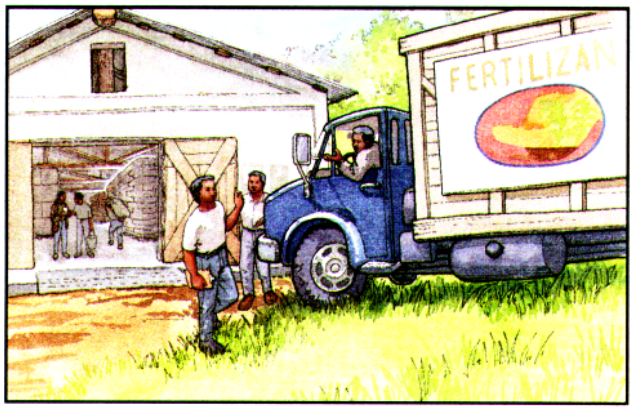


Fig. 26

d) ***Nunca*** se deben almacenar productos tóxicos como plaguicidas o fertilizantes dentro de bodegas de productos alimenticios, por el peligro de contaminaciones.

e) Los productos no alimenticios y los sacos y empaques vacíos deben almacenarse en un lugar aparte.

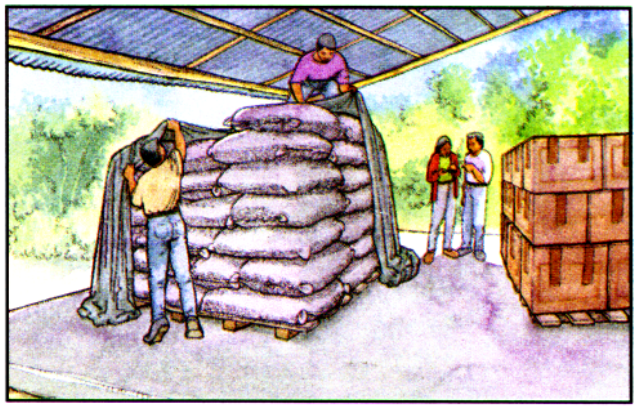


Fig. 27

Fig. 28

f) En lo posible, deben usarse carretillas para los sacos. Si se usa una cuadrilla de estibadores, no se deben dejar caer las cajas o sacos, y no se deben usar ganchos metálicos para halar los sacos.

g) No se deben almacenar productos de olores fuertes como jabones, detergentes o pescado seco junto a productos de harina u otros que puedan absorber el olor.

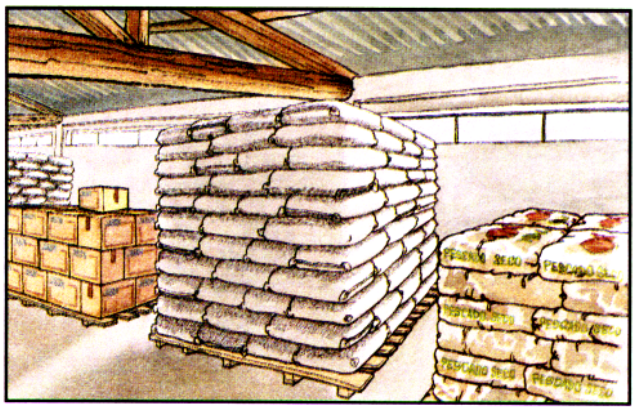


Fig. 29

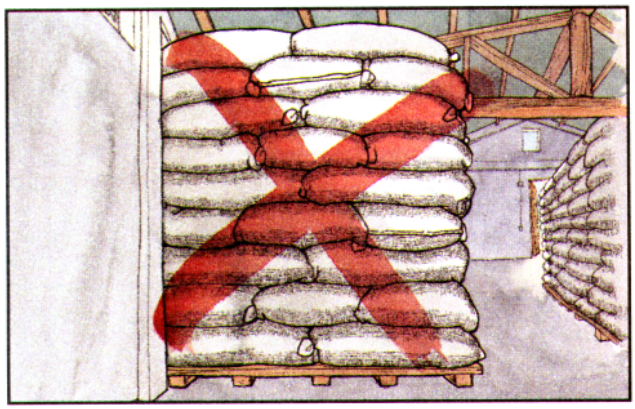


Fig. 30

h) No deben almacenarse sacos o productos contra las paredes de la bodega, porque fuera de ser peligroso, no permite la inspección periódica del producto. Esto es válido también para almacenajes transitorios.

i) Debe dejarse un corredor de 0,80 m como mínimo, entre dos estibas y entre éstas y las paredes de la bodega.

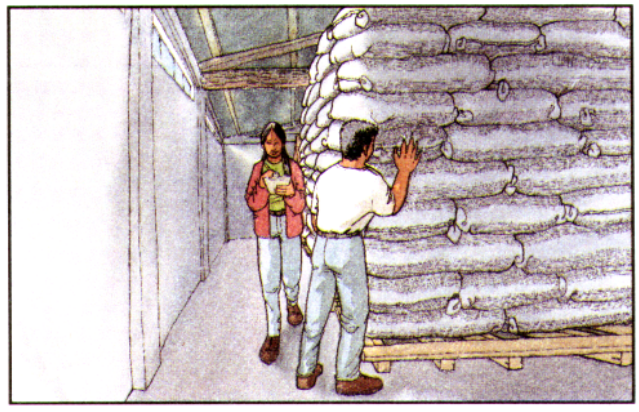


Fig. 31

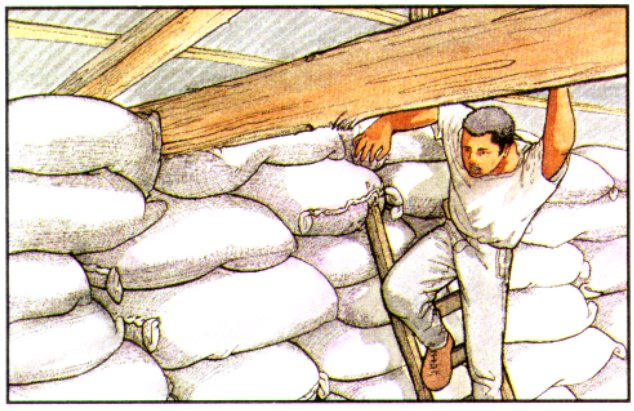


Fig. 32

j) No debe almacenarse más arriba de la estructura de cubierta de la bodega, pues cualquier desplazamiento de los sacos pondría en peligro la estabilidad del techo. Por otra parte no sería fácil inspeccionar las estibas y aplicar plaguicidas.

k) No debe almacenarse directamente sobre el piso. Si no se tienen tarimas, se pueden improvisar con tablones, ladrillos, bloques o aún con carpas impermeables. Los sacos y cajas en contacto con el piso absorben humedad del suelo y se descomponen fácilmente.

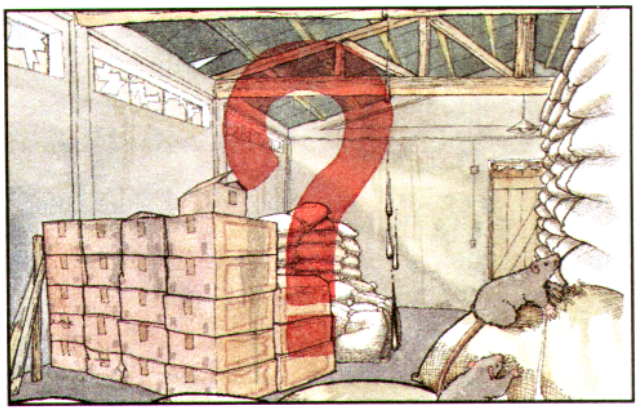


Fig. 33

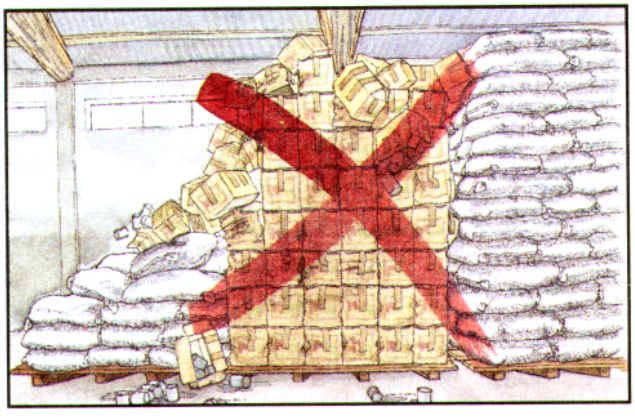


Fig. 34

l) Cuando se almacenan cajas de cartón, se debe limitar la altura de las estibas, al número máximo indicado en las cajas. Si se sobrepasa la altura, las cajas inferiores se pueden dañar, y se puede desplomar la estiba.

m) Los sacos deteriorados deben reempacarse en sacos nuevos, cuidando de registrar el peso de cada uno. De igual manera, se deben reempacar las latas en buen estado en cajas apropiadas.

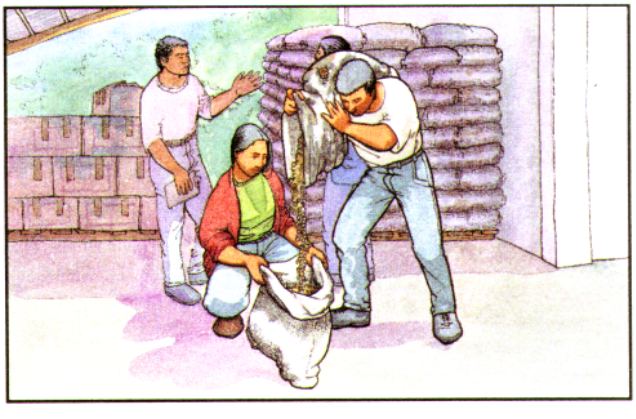


Fig. 35

El almacenaje a granel en silos debe hacerse con grano seco y limpio. Si hay necesidad de almacenar grano húmedo temporalmente, debe mantenerse un control permanente de la temperatura y debe hacerse únicamente donde sea posible aplicar aireación mecánicamente varias horas al día.

Deben evitarse las mezclas de granos controlando la limpieza de transportadores y equipos antes de cambiar de producto.

Debe así mismo evitarse el almacenaje de dos lotes del mismo grano, si la humedad de los dos es muy diferente.

Deben evitarse movimientos innecesarios del grano pues ello ocasiona quebraduras y deterioro.

RECUERDE:

"Es mejor prevenir que tener que lamentar"

Las medidas preventivas de control de calidad se basan en el sentido común y en la buena voluntad de los responsables. Estas medidas son económicas de aplicar y requieren equipos muy sencillos.

CAPITULO 6

CONTROL DE PLAGAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS

6.1 LA RAZON DE LOS CONTROLES CURATIVOS

La aplicación cuidadosa de las medidas de Control Preventivo explicadas en las secciones anteriores facilitan enormemente el trabajo de mantener la calidad de los productos alimenticios almacenados en la bodega. Sin embargo, estas medidas no son suficientes cuando se presentan infestaciones de insectos y de otras plagas o cuando se reciben productos ya deteriorados en su calidad.

Por lo tanto, los administradores y responsables de bodegas de alimentos deben conocer y saber aplicar los **Controles Curativos,** para plagas de roedores e insectos, especialmente, y para la eliminación de situaciones potencialmente peligrosas para la calidad de los alimentos guardados bajo su responsabilidad.

Los **Controles Curativos** son *complementarios* de las medidas preventivas, son *más costosos* y generalmente requieren de equipos y materiales especiales para su aplicación.

Por estas razones, el administrador o responsable de la bodega no debe aceptar productos que llegan en evidente estado de deterioro, y debe proveer a su tratamiento y control, antes de almacenarlos dentro de la bodega, evitando así, infestaciones cruzadas.

6.2 COMO PREVENIR LOS HONGOS EN PRODUCTOS ALMACENADOS

El ataque de hongos en granos almacenados puede ser prevenido mediante controles físicos y químicos.

El método físico más sencillo para evitar el ataque de hongos en granos almacenados, es el de mantener la humedad y temperatura de los granos lo más bajas posible. Para semillas costosas y otros productos delicados, puede pensarse en almacenamientos refrigerados. Sin embargo, los altos costos de operación, hacen que este sistema no sea práctico para granos comerciales.

La limpieza y selección de los granos es fundamental antes de guardarlos, porque también ayuda a evitar la proliferación de hongos y bacterias.

En algunos casos, los ácidos propiónico, butírico y fórmico, se pueden utilizar para prevenir el ataque de hongos en granos con humedades altas, del 20 al 35% en base húmeda. La dosificación de estos productos varía de acuerdo a la humedad de los granos, a la temperatura ambiental del almacén, la cantidad de granos dañados y el tiempo de almacenamiento. Sin embargo, este proceso no es de uso práctico en bodegas de alimentos.

6.3 CONTROL DE INSECTOS EN GRANOS ALMACENADOS

El control de insectos en granos almacenados es de carácter preventivo y curativo. El control preventivo trata de reducir los riesgos de infestación mediante las medidas de higiene y limpieza analizadas en secciones anteriores, y el control curativo pretende reducir la población de insectos en granos ya contaminados, con la aplicación de insecticidas.

La eficiencia de los controles depende del conocimiento que se tenga de la biología y hábitos de los insectos, del adecuado manejo de los granos y de los almacenes y de la adecuada aplicación de los recursos físicos y químicos.

6.3.1 Controles físicos

Los controles físicos son generalmente preventivos. Sin embargo, los dos siguientes pueden en algunas circunstancias, dar resultados sin la aplicación de químicos, cuando ya está presente la infestación:

a) Exposición de lotes pequeños de granos al sol, ya que la mayoría de insectos plaga de almacén en estado adulto, levantan vuelo cuando el grano es sometido a la acción solar. Sin embargo, las formas inmaduras que se encuentran en el interior de los granos, no son afectadas y se necesita asolear el grano durante varias semanas para obtener resultados satisfactorios.

b) El almacenamiento hermético o de atmósfera controlada es el sistema más efectivo, ya que al impedir la entrada y salida de aire, se reduce el contenido de oxígeno y aumenta el contenido de anhídrido carbónico, limitando el desarrollo de insectos. Por otra parte, impide la reinfestación de granos previamente tratados.

6.3.2 Controles químicos

El control químico se basa en el uso de sustancias insecticidas, letales para los insectos, (y venenosos en mayor o menor grado, para seres humanos y otros animales). Cuando se habla del control químico, es necesario recordar el concepto de algunos términos usuales como son:

a) Presentación y formulación:

Se refiere a la forma física como se encuentran los insecticidas en el mercado. En términos generales, los insecticidas se encuentran en forma **sólida, líquida o gaseosa.**

Los insecticidas **sólidos** se presentan como polvos concentrados, polvos diluidos, polvos humectables y granulados.

Los insecticidas **líquidos** se presentan como soluciones, emulsiones y concentrados emulsionables.

Y los **gaseosos** se presentan como sólidos gasificables y líquidos a presión.

La formulación es la presentación comercial de los insecticidas, y sus componentes son:

- **Ingrediente activo (i.a.)**
- **Vehículo**
- **Coadyuvantes**

El **ingrediente activo** es la sustancia tóxica que mata los insectos.

El **vehículo** son las sustancias inertes como agua, talco, aceites e hidrocarburos que contienen el ingrediente activo, y los **coadyuvantes** son también sustancias inertes que aumentan la efectividad del insecticida.

Entre los **coadyuvantes** pueden ser mencionados los dispersantes, adherentes, antiespumantes, antiexplosivos, colorantes, emulsificantes y otros.

b) Concentración:

Es la cantidad de ingrediente activo (i.a.) contenida en un determinado peso o volumen de material inerte, o sea la cantidad de **i. a.** presente en la formulación. Se expresa en porcentaje (%); en unidades de peso por peso (g/Kg); en unidades de peso por volumen (g/l) y en unidades de volumen por volumen (cc/l; ml/l).

c) Dosis:

Es la cantidad de ingrediente activo o de producto comercial que debe ser aplicada. Se expresa en unidades de peso por peso, peso por volumen y volumen por volumen.

d) Nomenclatura de la formulación:

Es la información que consta en la etiqueta y que se refiere al nombre técnico y comercial del producto, su concentración, su formulación, su grado toxicológico, casa fabricante, dosis recomendadas, antídoto y otras.

e) **Residualidad:**

Es la propiedad de los insecticidas para mantenerse activos por mayor o menor tiempo.

f) **Límite máximo para residuos:**

Es la cantidad máxima aceptable de insecticida que puede estar presente en un alimento humano y animal. Se establece en partes por millón, (p.p.m.) o en miligramos por kilogramo, (mg/kg).

g) **Producto de la Concentración por Tiempo: (C*T):**

Es la relación entre la concentración de un producto, por cierto tiempo en determinado volumen, que se necesita para matar al 99% de larvas, a temperatura ambiente de 20 °C. Se expresa en mg/lt/hora o en g/m^3/hora.

6.3.3 Técnicas de aplicación de insecticidas

Las técnicas de aplicación de insecticidas dependen de la formulación del producto y se denominan :

- **Espolvoreo,** cuando se aplican polvos sobre superficies,
- **Aspersión,** cuando se trata con formulaciones líquidas, y
- **Fumigación,** cuando se aplican humos o gases.

Las aspersiones a su vez, se denominan:

- **Rociado,** cuando las gotitas son relativamente grandes, y
- **Nebulizado,** cuando las gotas son tan pequeñas que se mantienen suspendidas en el aire por cierto tiempo.

Todos estos sistemas requieren de equipos especiales y protecciones para los operarios.

6.3.4 Recomendaciones para el uso seguro de insecticidas

Para evitar la intoxicación o muerte accidental de personas y animales y reducir los riesgos de contaminación de los alimentos, se deben tomar las siguientes precauciones:

a) Es indispensable que el personal responsable del control sanitario, sea adecuadamente capacitado en el uso de insecticidas. Nunca debe dejarse el manejo de plaguicidas y equipos a personas sin la suficiente capacitación.

b) Siempre se deben respetar las instrucciones del técnico y del fabricante, en

cuanto a dosis y forma de aplicación de cada producto.

c) Es recomendable realizar una rotación de insecticidas de acuerdo a un plan técnicamente estudiado, para evitar el fenómeno de resistencia en los insectos.

d) Se deben aplicar únicamente los insecticidas autorizados, en las dosis recomendadas, observando los límites de tolerancia. Se debe evitar el uso indiscriminado de insecticidas.

e) El operario no debe comer, beber o fumar mientras prepara y aplica insecticidas.

f) Siempre se deben guardar los insecticidas fuera de la bodega y de las oficinas y lejos del alcance de niños, personas irresponsables y animales domésticos y silvestres.

g) La rutina en el uso de plaguicidas hace que los operarios obvien medidas de seguridad y "le tomen confianza" a los plaguicidas. Por ejemplo, se debe insistir en no destapar la boquilla de aspersión soplando con la boca, y otras prácticas igualmente peligrosas.

Siempre se deben utilizar los equipos adecuados para aplicación de plaguicidas y para protección personal: Como mínimo, debe haber dotación de guantes, máscara, overol, y zapatos o botas.

Fig. 36

En caso de intoxicación, se debe suspender la aplicación de inmediato, retirar al operario de la bodega para que respire aire puro, y guarde reposo. Si es grave, llevar al afectado al médico, con la etiqueta del producto que se presume causó la intoxicación.

6.3.5 Cordón sanitario

Es un método preventivo y curativo para control de insectos en almacenamiento a mediana y gran escala. Consiste en aplicar insecticidas residuales en las superficies internas y externas de las bodegas, para controlar la infestación y evitar la reinfestación.

El **cordón sanitario** requiere de los siguientes cálculos:

a) Conocer la superficie que se va a tratar, en metros cuadrados,
b) Calcular la cantidad de solución necesaria en litros, para cubrir esa superficie,
c) Calcular la cantidad de ingrediente activo, en gramos o centímetros cúbicos (o mililitros),
d) Calcular la cantidad de producto comercial requerido (litros, Kg.)

La cantidad de agua requerida para preparar la solución insecticida depende de varios factores como son la porosidad de las superficies y el tipo de boquilla del equipo de aspersión. En términos generales, se estima que un litro de solución cubre 30 metros cuadrados.

La cantidad de ingrediente activo necesario para preparar una solución a determinada concentración, se calcula mediante una regla de tres simple.

La cantidad requerida de producto comercial, se calcula aplicando la fórmula:

$$\mathbf{Q = (V*Cs)/Cc}$$

En donde:

Q = Cantidad necesaria de producto comercial expresada en g o ml.
V = Volumen de solución a preparar, expresada en ml o cc.
Cs = Concentración de la solución que se desea preparar, en porcentaje.
Cc = Concentración del producto comercial en %.

Para fines de cálculo se asume que un gramo equivale a un centímetro cúbico de producto comercial. La concentración de los polvos mojables (WP), viene dada en unidades de peso por peso y la concentración de los concentrados emulsionables o emulsiones concentradas (EC), viene dada en unidades de peso por peso o peso por volumen.

Si la concentración está dada en relación peso por peso, se obtendrá la dilución correcta, pero si está dada en relación peso por volumen, se produce un ligero error, que no se toma en cuenta.

Además, para preparar una solución diluida a partir de un concentrado líquido, al volumen de éste se le añade la cantidad de agua necesaria para tener el volumen requerido de solución diluida.

6.3.6 Ejercicios

Ejercicio 1

Se necesita rociar una superficie de 850 metros cuadrados, con una solución de Malathión al 2%. La concentración del producto comercial es de 25%. Calcular la cantidad de agua necesaria para preparar la solución y la cantidad de Malathión al 25%.

a) Con un litro de agua se cubren 30 metros de superficie. Por lo tanto, para cubrir 850 metros, se necesitan 28.33 litros.

b) Aplicando la fórmula:

Q = (28,33*1.000*2)/25 = 2.266,4 g

Se necesitan, entonces, 2,27 Kg. de Malathión al 25%

Ejercicio 2

Se necesita preparar 50 litros de solución de Malathión al 1%, a partir de un concentrado emulsionable al 27.5%. Qué cantidad de producto comercial se necesita?

Q = (50*1.000)/27.5 = 1.819 cc

Para completar el volumen de solución: 50.000 cc - 1.819 cc = 48.180 cc., Se necesita entonces añadir 48 litros de agua para completar el volumen de solución al 1%.

Aunque no es recomendable aplicar insecticidas directamente a los granos, en ocasiones es imprescindible hacerlo. En este caso, el ingrediente activo se mide en partes por millón respecto al peso total del grano. Se deben aplicar exclusivamente los insecticidas autorizados como Malathión, Actellic y K-Obiol, cuidando que la concentración máxima aceptable sea de 10 p.p.m.

Cuadro 5

Insecticidas autorizados para ser aplicados sobre los granos

Producto	Componente	Concentración	Dosis
ACTELLIC	(Pyrimiphos Methil)	50%	8-16 c.c./l/tonelada
MALATHION	(Fyfanol)	57%	40 c.c./l/tonelada
K-OBIOL	(Deltametrina)	25%	20 c.c./l/tonelada

La cantidad de agua para la dilución, no debe ser mayor a 2.5 litros por tonelada.

Cuadro 6

Insecticidas autorizados para ser aplicados sobre granos con su cubierta

Producto	Componente	Conc.	Dosis	
			Granos	Mazorcas
FOLTHION Polvo	Phoxin	1%	1,65 Oz./100 lb	1 Oz./125 unid.
ACTELLIC Polvo	Deltametrina	2%	0,83 Oz./100 lb	1 Oz./125 unid.
MALATHION Polvo	Fyfanol	4%	0,41 Oz./100 lb	1 Oz./500 unid.

El cálculo de partes por millón (p.p.m), se hace considerando que 1 p.p.m. equivale a 1 g de ingrediente activo por 1.000.000 g. de cereales, o sea 1 g. por tonelada. Así:

Ejercicio 3

Se necesita tratar 10 toneladas de granos, con K-Obiol al 25%. La concentración de ingrediente activo en los granos debe ser de 10 p.p.m. Cuántos gramos de K-Obiol se necesitan?

10 p.p.m. corresponden a 10 g./t.

X = 10 g/t*10t = 100 g. de ingrediente activo

Y = 100 g / 0,25 = 400 gramos de K-Obiol

6.4 FUMIGANTES Y FUMIGACION

Las formas inmaduras de insectos que se encuentran en el interior de los granos, no pueden ser controladas eficientemente con los recursos físicos y químicos convencionales. Además, el uso indiscriminado de insecticidas residuales, incrementa los riesgos de contaminación en los productos y los de resistencia en los insectos.

Para reducir estos riesgos, se desarrollaron los fumigantes, que son insecticidas sólidos o líquidos que, bajo condiciones de temperatura y presión normales, liberan gases muy tóxicos que reducen la población de insectos en todos sus estados de desarrollo.

Aunque hay varios tipos de fumigantes, se recomienda solamente la fosfina o fosfamina por su facilidad de aplicación, alta efectividad y reducido riesgo. Su elemento activo es el fosfuro de aluminio, (o fosfuro de magnesio) y se encuentra en el mercado bajo los nombres comerciales de **"Phostoxin", "Gastoxin"** y **"Detia"**, entre otros.

Algunos fumigantes como el bromuro de metilo, tetracloruro de carbono y el dibromuro de etileno se utilizaron ampliamente en el pasado, pero ya su aplicación no está autorizada para granos alimenticios porque dejan residuos permanentes y porque afec-

tan la germinabilidad de las semillas. Su aplicación a partir de líquidos a presión también requería de mayores cuidados y de equipos especiales, con mayores riesgos de accidentes para los operarios.

6.4.1 Formulaciones

La fosfina se encuentra disponible en las siguientes formulaciones:

- **Pastillas** de 0,6 g., que contienen 0,2 g. de ingrediente activo (PH_3)
- **Tabletas** de 3,0 g., que contienen 1,0 g. de ingrediente activo.
- **Rollos** de 30 g., que contienen 10,0 g. de ingrediente activo.
- **Bolsitas** de 100 g., que contienen 30,0 g. de ingrediente activo.
- **Bolsitas** herméticas con tres pastillas de 0,6 g.

6.4.2 Dosificación

La dosis de fumigante depende de muchos factores, complejos e interelacionados, como la temperatura ambiente, la humedad de los granos, el tamaño de los granos y las características de las estructuras de almacenamiento respecto a su hermeticidad, permeabilidad, índice de absorción e índice de adsorción.

Las bajas temperaturas reducen la tasa respiratoria de los insectos e interfieren en la absorción, adsorción y difusión de los gases a través de la masa de granos. Por ello, los tiempos de fumigación deben ser mayores.

La alta humedad de los granos, aumenta la adsorción de los gases, reduce su distribución y penetración en la masa de granos y aumenta el riesgo de reducción de la germinación de los granos para semilla.

Cuando se fumigan granos pequeños en estructuras porosas, las dosis de fumigante deben ser mayores que cuando se fumigan granos grandes, en estructuras impermeables a los gases. En términos generales, las dosis recomendadas se indican en el cuadro siguiente:

Cuadro 7

Dosis de fosfina para fumigación de productos y volúmenes

Tipo de almacenaje	Pastillas de 0.6 g	Tabletas de 3.0 g.
Silos de concreto	15 a 30 / tonelada	2 a 4 / tonelada
Bajo carpa, a granel	30 a 50 / tonelada	6 a 10 / tonelada
Bajo carpa, en sacos	10 a 15 / tonelada	3 a 5 / tonelada
Espacios vacíos	5 a 10 / m^3	0,5 a 1 / m^3

El tiempo de exposición de los granos al gas depende de la temperatura ambiente. A menor temperatura, mayor será el tiempo de exposición al gas, siempre bajo condiciones de impermeabilidad.

Cuadro 8

Tiempos mínimos de exposición del fumigante

Temperatura (°C)	N° de días de exposición
5 a 10	8
11 a 15	4
16 a 20	3
más de 20	3

Con temperaturas menores de 5 °C no se debe fumigar. Además, debe considerarse que la aplicación de fumigantes por tiempos insuficientes causa resistencia en los insectos, altos costos y fracaso en el control de la plaga.

6.4.3 Aplicación de Fosfina

Los fumigantes deben ser aplicados exclusivamente bajo condiciones de ***absoluta hermeticidad.*** Como la fosfina es un gas ligeramente más pesado que el aire, puede ser colocada sobre la estiba de granos, al centro o debajo de la misma. Aunque los residuos de la fosfina son inocuos, se recomienda colocar las pastillas en sobres de papel, bandejas o pedazos de tela, para recoger y enterrar los residuos.

La liberación del gas se inicia aproximadamente una hora después de la colocación de las pastillas. La liberación máxima se produce a las cuatro horas y finaliza después de dos a tres días, en temperaturas de 20 a 25°C.

6.5 DIFERENCIAS ENTRE INSECTICIDAS Y FUMIGANTES

Es sumamente importante conocer las diferencias que hay entre un ***insecticida*** y un ***fumigante.*** La confusión entre los términos y la aplicación de cada uno, puede ser la diferencia entre un control exitoso y un fracaso o accidente.

De igual manera, los operarios deben aprender a diferenciar entre "fumigar" que se refiere exclusivamente a la aplicación de gases en ambientes cerrados y "asperjar" (o realizar una aspersión), que se refiere a plaguicidas en forma líquida.

Cuadro 9

Principales Diferencias entre Insecticidas y Fumigantes

Característica	Fumigantes (gases)	Insecticidas líquidos y sólidos
Hermeticidad	Los fumigantes se aplican bajo condiciones de **absoluta hermeticidad**	Los insecticidas se aplican en **espacios abiertos.**
Residualidad	Los fumigantes **carecen de efecto residual**, esto es, permiten reinfestaciones casi inmediatas	Otros insecticidas tienen mayor o menor **poder residual**, es decir que siguen afectando a los insectos por cierto tiempo.
Lugar de aplicación	Los fumigantes se aplican en **volúmenes herméticos**	Los insecticidas se aplican en **superficies.**
Equipos de aplicación	Los fumigantes a base de fosfina **no requieren** equipos de aplicación	Los otros insecticidas requieren cuando menos un aspersor.
Vía de acción	Los fumigantes actúan en los insectos y demás seres vivos **por inhalación**	Los otros insecticidas actúan **por contacto e ingestión.**
Formulación	Los fumigantes **son gases** que se desprenden de formulaciones sólidas o líquidas	Los otros insecticidas son **sólidos o líquidos.**

En resumen, los *Fumigantes* son insecticidas, pero no todo *Insecticida* es fumigante.

La fosfamina, y en general todos los fumigantes, son altamente tóxicos ya que bloquean el oxígeno celular y producen la muerte por asfixia a todo animal o ser humano.

Los insectos son diez veces más resistentes a la fosfina que los mamíferos. Cuando la temperatura es baja, los insectos reducen su ritmo respiratorio inhalando menos fosfina. Los coleópteros y lepidópteros son más resistentes a la fosfina que los brúchidos.

La fosfamina tiene efecto limitado sobre los huevos de insectos, debido a su mínimo intercambio gaseoso. Las fases más susceptibles son el adulto y la larva.

La fumigación debe ser repetida de acuerdo al tiempo de almacenaje, porque la fosfina no tiene poder residual. Para evitar una reinfestación es recomendable aplicar un insecticida residual en las superficies de la bodega y de las estibas, inmediatamente después de la fumigación.

6.6 USO DE FUMIGANTES A BASE DE FOSFINA

La fumigación de estibas de sacos bajo carpas impermeables es la forma más común del uso de la fosfina. Su uso es seguro y práctico cuando se siguen las indicaciones técnicas en los diversos pasos, desde la preparación de la estiba hasta el retiro de las carpas impermeables.

6.6.1 Formación de las estibas

a) Las estibas deben armarse en pisos de concreto de buena calidad, y en lo posible, que hayan tenido una capa impermeable contra la humedad. Si la fumigación se va a realizar en un piso que no cumple las especificaciones, por ejemplo, en un piso de adoquines de cemento o en tierra apisonada, se debe armar la estiba sobre una carpa impermeable a la cual le sobre un metro por todos los lados de la estiba.

b) Una estiba que se arme para fumigación debe ser tan estable como la que se hace para un almacenaje más prolongado. Deben colocarse los sacos cruzados para evitar derrumbes y accidentes, y su altura debe permitir el fácil desplazamiento de los operarios encima de la estiba, para la colocación y retiro de las carpas.

c) Tal como se explicó en las secciones anteriores, nunca se debe aceptar un lote de grano infestado, y por lo tanto, su fumigación deberá hacerse en un espacio abierto o en un cobertizo construido al efecto. Sin embargo, habrá casos de fumigaciones dentro de la bodega, para lo cual, la altura de las estibas debe ser tal, que permita a los operarios caminar sobre la estiba, sin que estorben las estructuras del techo.

d) Es preferible armar estibas rectangulares apropiadas al tamaño de las carpas de fumigación con que cuente la bodega. El tamaño de la estiba depende del tamaño del lote infestado y por ello, no se podrán tener normas muy estrictas sobre el tema.

6.6.2 Selección de las carpas de fumigación

La selección adecuada de las carpas para fumigación es fundamental para lograr tratamientos con éxito. No todas las carpas plásticas son adecuadas para ser usadas industrialmente en fumigaciones. Por ejemplo, las lonas o carpas *impermeables al agua* usadas en camiones no necesariamente son adecuadas para fumigaciones.

La carpa ideal debería ser liviana, fuerte, flexible, impermeable a los gases, y también de bajo costo. Como es muy difícil que se logren obtener todas las características en el mercado local, el administrador debe decidir en base a las consideraciones siguientes:

- La disponibilidad local
- El costo, o el presupuesto con que se cuenta.
- La permeabilidad a los productos que van a usarse.
- El peso por unidad de área.
- La resistencia y las características de manejo, y
- El tamaño adecuado a las necesidades.

Los siguientes materiales son adecuados para carpas impermeables de fumigación con fosfina:

a) Las láminas de polietileno grueso sin malla de soporte, son adecuadas por su costo y facilidad de obtención, pero son delicadas y se rompen fácilmente. Por ello, tienen una corta duración.

b) Las mallas de PVC (cloruro de polivinilo) de alta densidad cubiertas con PVC de baja densidad, son ampliamente aceptables y son durables siempre que no se expongan a los rayos del sol por tiempo prolongado. El peso de una carpa de 18 x 12 metros es de unos 90 Kg., para un espesor de 0,43 mm.

c) Las telas de nylon cubiertas de neopreno son las mejores, pero son muy costosas.

Se puede ordenar la fabricación de carpas en casi cualquier tamaño, pero hay que considerar el limitante del peso, cuando se decida el tamaño. Es preferible tener varias carpas de 12 x 12 m, por ejemplo, que menos unidades más grandes.

6.6.3 Preparativos para la fumigación

El proceso de fumigar con gases venenosos debe tomarse muy en serio, y no debe dejarse a la rutina (y el descuido) de personal no preparado. Los pasos a seguir, son:

a) Inspeccionar la estiba para asegurarse de que está bien armada, localizada por lo menos a un metro de paredes y obstáculos y con espacio suficiente entre la estiba y el techo de la bodega, para que los operarios caminen sobre la estiba con facilidad.

Fig. 37

b) Calcular la superficie de la estiba, para conocer cuántas carpas se usarán. Suponiendo una estiba de 3 m de ancho por 4 m de largo y 2 metros de alto, las medidas totales de la carpa son:

- Ancho: 1 m + altura + ancho de la estiba + altura + 1 m = 9 m

- Largo: 1 m + altura + largo de la estiba + altura + 1 m = 10 m

Se debe dejar un metro de carpa en todos los costados para lograr la impermeabilización contra el piso. En el ejemplo anterior, podría utilizarse una carpa de 12 x 12 metros. (o de 10 x 10 m)

c) Cuando el tamaño de la estiba exija más de una carpa, se debe calcular al menos un metro para realizar la unión de las carpas encima de la estiba.

6.6.4 Colocación de la carpa

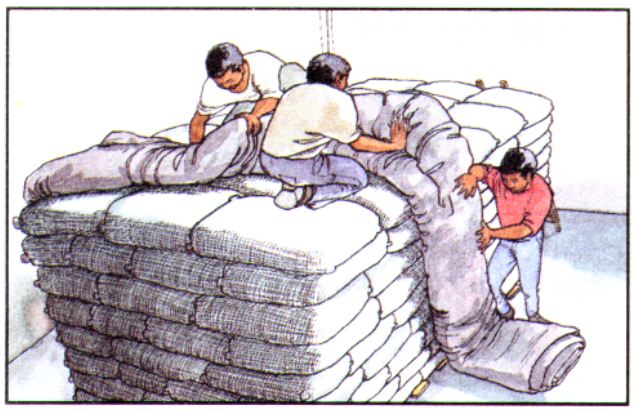


Fig. 38

a) Una carpa bien doblada será fácil de colocar y desdoblar encima de la estiba. Para doblarla, se debe extender en un piso plano y limpio y se debe comenzar a doblar desde los dos extremos, con dobleces de unos 80 o 90 centímetros, hasta llegar al centro. Después, se dobla sobre sí misma.

b) Cuando la carpa está en el piso, es el momento preciso para revisarla y reparar las rasgaduras u orificios que pueda tener. Se pueden reparar pequeños orificios y rasgaduras temporalmente con cintas adhesivas plásticas adecuadas, pero deben repararse permanentemente con trozos del mismo material y usando pegantes adecuados.

c) Nunca se deben arrastrar las carpas en el piso porque pueden rasgarse y perder la impermeabilidad. Siempre se deben cargar en una carretilla o entre varios operarios.

d) Una vez que la carpa esté encima de la estiba, se desdobla para que cubra uniformemente la misma, de manera que sobre más o menos lo mismo, por los cuatro costados.

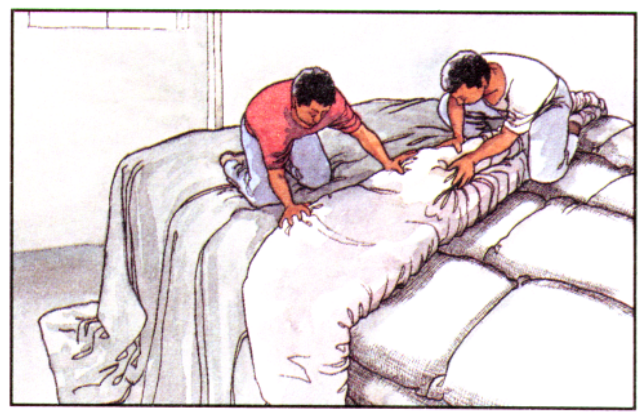


Fig. 39

e) Una vez en el piso, los operarios deben doblar los excesos de carpa en forma similar a como se dobla el papel en un empaque de regalo, evitando que quede arrugada.

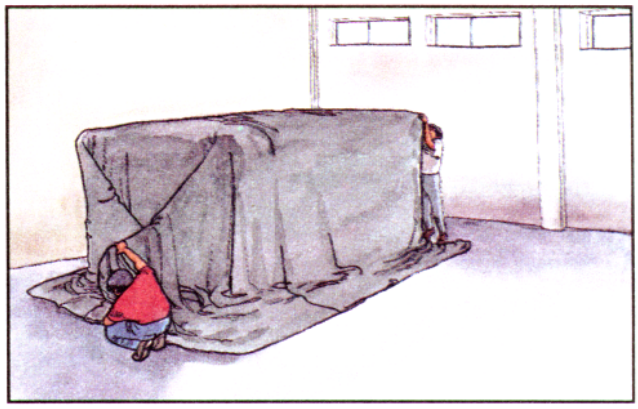


Fig. 40

f) Para hermetizar la carpa contra el piso es conveniente usar "culebras" de arena, que pueden fabricarse con tubos de lona o del mismo material de la carpa, de unos 12 a 15 cm de diámetro, y de un largo no superior a 2,5 metros. Estos tubos se llenan de arena seca.

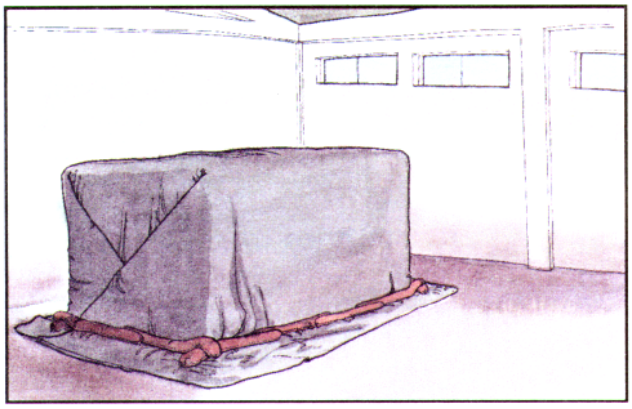


Fig. 41

g) La colocación adecuada de las culebras es fundamental para lograr una fumigación exitosa. Se debe comprobar que no haya puntos donde la carpa haya quedado arrugada, y se debe repasar cuidadosamente todo el perímetro de la estiba, para asegurarse que las culebras de arena tienen continuidad y que no hay puntos de escape del gas.

6.6.5 Colocación de las pastillas de fumigante

a) La estiba debe estar completamente lista y cubierta, antes de distribuir las pastillas de fumigante. Primero se deben distribuir adecuadamente los tubos de pastillas, sin abrir, alrededor de la estiba.

b) Luego, se deben colocar las pastillas en trozos de cartón debajo de las tarimas, cuidando de volver a ajustar la carpa contra el piso, sin arrugas o escapes. Como el gas de fosfina comienza a producirse en unos 45 minutos o más, dependiendo de la temperatura y humedad locales, se debe siempre insistir que la colocación de las pastillas y revisión final de la carpa y de las culebras de arena, no tome más de 15 minutos a los operarios.

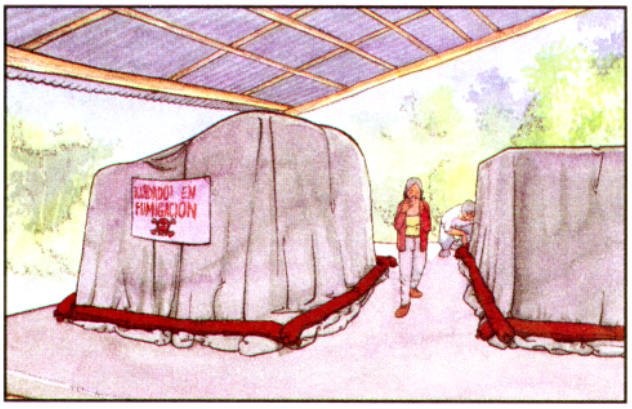


Fig. 42

c) Por último, se deben colocar los letreros de aviso y advertencia, con la fecha de inicio del proceso y la fecha final, en la cual se deberá destapar la estiba.

6.6.6 Retiro de la carpa y ventilación de la estiba

Una vez transcurridos los días establecidos para la fumigación, se debe proceder al retiro de la carpa. Como aún después de varios días, la concentración de fosfina puede ser peligrosa para los operarios, es indispensable que éstos lleven las máscaras adecuadas durante el proceso.

Para realizar el trabajo con seguridad, se deben seguir los pasos siguientes. Nunca se debe dejar esta responsabilidad en personas no capacitadas o sin el equipo necesario.

a) Antes de destapar la estiba dentro de una bodega, se debe evacuar a todas las personas y trabajadores que se encuentren en ella.

b) Se deben abrir las puertas y ventanas para lograr una buena ventilación natural.

c) Los operarios adiestrados deberán luego retirar algunas de las culebras de arena, en una esquina de la estiba, y colocar una escalera que permita a dos de ellos, subir a la estiba, con dos trozos de cuerda que alcancen a llegar al piso. De este paso para adelante, los tres operarios deberán usar la máscara antigases.

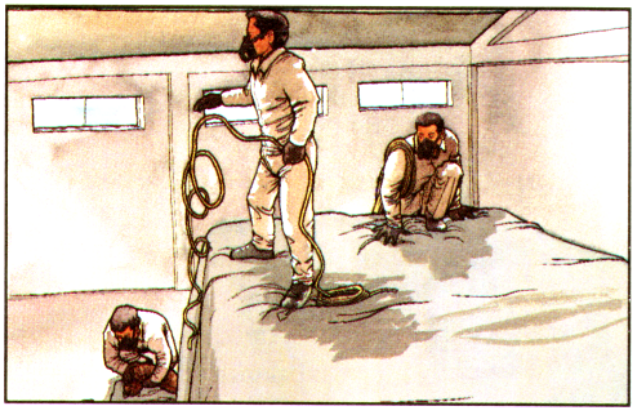


Fig. 43

d) El tercer operario deberá amarrar una esquina de la carpa con una cuerda y la esquina opuesta con la otra, que servirán para levantar la carpa, para dejar destapados los dos lados opuestos de la estiba. En este momento, los operarios deben abandonar la bodega.

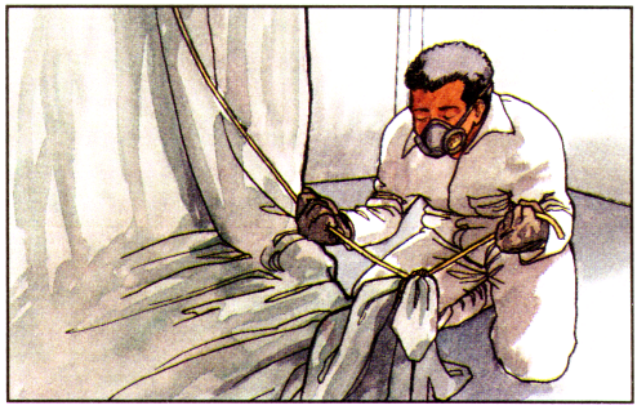


Fig. 44

e) En este momento se inicia la ventilación de la estiba y la presencia de gas fumigante en la bodega. Por ello, no se debe autorizar la entrada de trabajadores a la bodega. Dependiendo de la ventilación natural que se consiga con la brisa, serán necesarias de una a dos horas para que se disipe el gas, y sea seguro trabajar en la bodega.

f) En seguida, se pueden retirar todas las culebras de arena y retirar y doblar la carpa adecuadamente.

g) La estiba fumigada debe permanecer en el sitio al menos por 24 horas, para asegurar que no haya concentraciones de gas peligrosas para los trabajadores que la desmonten.

6.6.7 Fumigación de pequeñas cantidades de granos

Para fumigar pequeñas cantidades de granos, se utiliza la funda plástica llamada "quintalera". El procedimiento es el siguiente:

a) Se llena de aire la funda para comprobar que sea absolutamente hermética y luego se coloca en un saquillo o costal para protegerla.

b) Se llena la funda hasta la mitad, con el grano infestado que se desea fumigar.

c) Se coloca una pastilla de Phostoxin, envuelta en un trozo de papel o tela, sobre los granos dentro de la funda.

d) Se llena la funda con el resto de grano, dejando un espacio vacío, para poder cerrarla.

e) Se cierra la boca de la funda, torciéndola sobre sí misma y se ata con un cordel apretando lo más posible.

f) Se dobla la boca de la funda, manteniéndola torcida sobre si misma, y se vuelve a amarrar.

g) Se debe guardar a la sombra, fuera de la bodega, o en un lugar cerrado, siempre que tenga buena ventilación.

La funda debe mantenerse cerrada durante cinco días por lo menos. Si se trata de grano para consumo, se saca la cantidad requerida y se vuelve a cerrar la funda para evitar la reinfestación. Para almacenar por largo tiempo es preferible no abrir la funda.

Si se trata de grano para semilla, se abre la funda después de los cinco días por unos segundos y se vuelve a cerrar, repitiendo la operación tres o cuatro veces, cada 10 días.

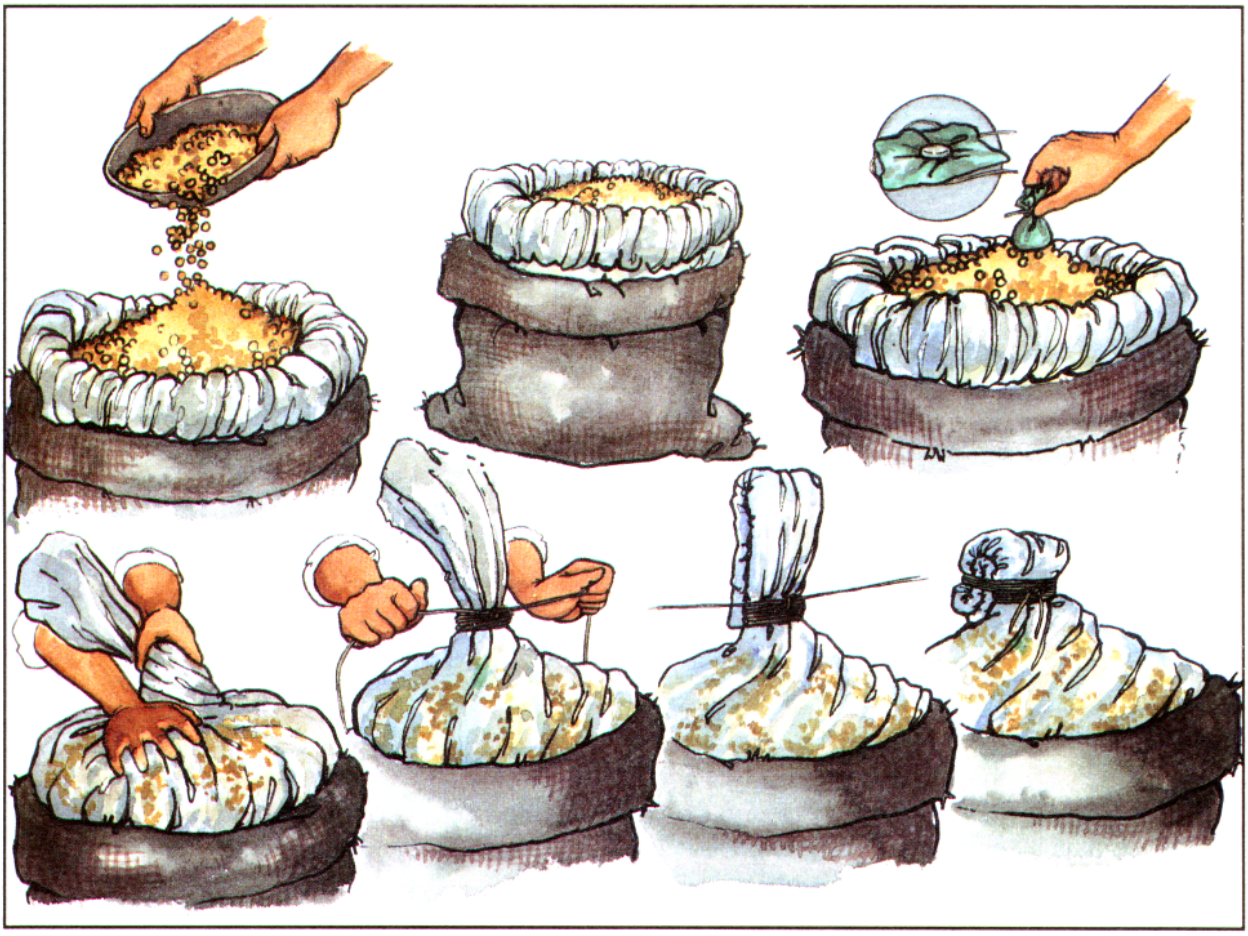


Fig. 45

RECUERDE:

Los insectos constituyen un serio peligro para la conservación de granos almacenados. Sin embargo, hay recursos físicos y químicos que, si son utilizados adecuadamente, garantizan la conservación de la calidad de cereales y leguminosas.

6.7 CONTROL DE ROEDORES

La decisión de aplicar un plan de control de roedores, debe fundamentarse en el conocimiento de la especie predominante, su biología y hábitos, la magnitud estimada de la infestación, las características del medio y las condiciones de las instalaciones de almacenaje.

El conocimiento de estas variables, permite seleccionar el método de control más adecuado técnica y económicamente.

6.7.1 Control integrado

Los medios físicos, químicos o biológicos, por sí solos, no son suficientes para garantizar el eficiente control de roedores. Es por esto necesario combinarlos para que los efectos sean complementarios. Entonces, el **control integrado** de roedores consiste en la combinación racional y equilibrada de recursos físicos, químicos y biológicos, para mantener la población de roedores en niveles aceptables.

Dicho de otra manera, el control integrado de roedores involucra el orden y aseo de almacenes, bodegas, viviendas, campos de cultivo, establos y otros lugares aledaños; la protección de los alimentos mediante barreras y recipientes de materiales resistentes, y reducción de las poblaciones mediante trampas y rodenticidas.

6.7.2 Control físico

Se fundamenta en el uso de recursos mecánicos, como son las trampas para matar roedores y en la utilización de barreras de materiales fuertes, para evitar el ingreso de roedores en los recipientes y bodegas.

Las trampas, aún cuando son un método lento e ineficaz, permiten el control más o menos satisfactorio de poblaciones bajas. Las trampas, para ser eficientes, deben ser colocadas en las rutas de tránsito de los roedores, perpendicularmente al camino, y con el mecanismo disparador hacia la pared.

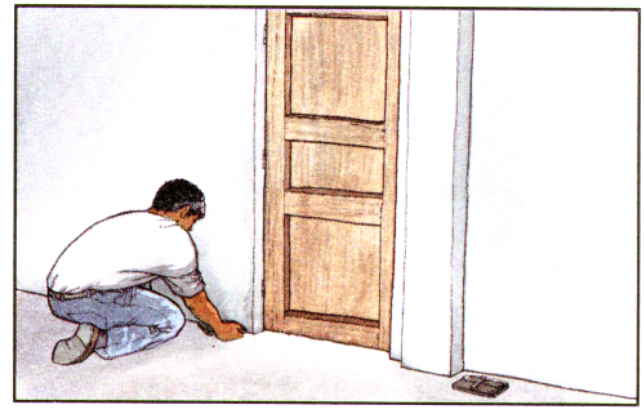


Fig. 46

Las trampas deben ser aseguradas con alambre para evitar que sean arrastradas por el animal y deben ser lavadas cada vez que caiga un roedor. El cebo debe ser fresco y de buena calidad.

Las barreras constituyen una alternativa válida para reducir los daños causados por los roedores. Las bodegas y otras edificaciones pueden ser protegidas, utilizando en su construcción materiales resistentes como son el hormigón, piedra, ladrillo, cemento y metales.

Las puertas deben ser protegidas con lámina metálica galvanizada hasta una altura de 60 cm. desde la base.

Los orificios de ventilación, ductos y tuberías, deben ser protegidos con malla metálica, cuyas perforaciones no sean mayores a 10 mm.

Cuando las construcciones son de materiales blandos como adobe, bloque, tierra o madera, es difícil evitar el acceso de roedores. En este caso, cobra mayor relevancia la aplicación de un riguroso plan de **medidas preventivas** reforzado con el control curativo que se presenta enseguida.

6.7.3 Control biológico

Consiste en alterar el medio en que viven los roedores, limitando su acceso al alimento, agua y refugio, para reducir su capacidad reproductora. El control biológico natural es realizado por perros, gatos, lechuzas, reptiles y otros animales, pero sus resultados son mínimos, por lo que deben ser complementados por el hombre.

Los roedores se multiplican rápidamente cuando disponen de alimentos, agua y escondrijos, por lo cual es necesario modificar estas condiciones favorables, mediante la eliminación de los residuos de cosechas, alimentos para animales domésticos, desagües descubiertos, malezas altas alrededor de la vivienda y bodega, materiales de construcción, maquinaria en desuso, muebles viejos y otras basuras.

Mantener orden y limpieza dentro y fuera de la bodega, forma parte del control preventivo y contribuye eficientemente a reducir las poblaciones de roedores.

6.7.4 Control químico

Consiste en reducir la población de roedores utilizando sustancias tóxicas llamadas rodenticidas o raticidas. Este es el método de control más efectivo, pero es necesario conocerlo y aplicarlo correctamente para reducir los riesgos de envenenamiento accidental de personas y animales domésticos y silvestres.

El raticida ideal debe tener las siguientes características:

- Debe ser altamente tóxico en dosis mínimas.
- Debe provocar muerte lenta, no violenta.
- La concentración debe ser letal para los roedores, pero no para los animales domésticos.

Los rodenticidas actualmente en uso, se clasifican en agudos o de acción rápida, caracterizados por los derivados del fosfuro de zinc, entre otros, y los rodenticidas crónicos, o de acción lenta, caracterizados por los derivados de la coumarina y la indadiona.

Los **rodenticidas agudos** son aquellos que, en pequeñas dosis, provocan la muerte casi inmediata de los roedores. Se denominan también de dosis única y son útiles para reducir rápidamente la población inicial. Sin embargo, el mismo tóxico debe ser usado una sola vez al año, para evitar que se desarrolle una población recelosa que rechace el cebo. Cuando se usan de manera inadecuada, son muy peligrosos para el hombre y los animales. *De ninguna manera se deben usar venenos agudos en bodegas de alimentos.*

Los **rodenticidas crónicos** son tóxicos de acción lenta que deben ser ingeridos varias veces, hasta completar la dosis letal para producir la muerte de los roedores. Actúan como anticoagulantes y la muerte de los roedores se produce por hemorragia interna y afecciones hepáticas.

La acción de los rodenticidas demora de cuatro a seis días, por lo que no se produce rechazo al cebo. Como los animales mueren dentro de sus madrigueras o lejos del cebo, se observan pocos animales muertos. Se consideran seguros para el hombre y animales domésticos y silvestres, en las dosis y concentraciones recomendadas por los fabricantes.

La búsqueda de sistemas y productos más sencillos de usar y más efectivos ha dado como resultado rodenticidas crónicos de una sola dosis, que comparten las características de los venenos de dosis múltiple, y son por lo tanto, más recomendables.

Cuadro 10

Compuestos químicos usados como rodenticidas de acción lenta

Compuestos Cumarínicos	Designaciones comerciales
Dicoumarina	Dicumard, Melitoxin
Warfarina	Coumafene, Kypfarin, Ratox, Rax, Rodex,
Coumafurill	Fumarina, Tomarin, Ratafin
Coumachlor	Ratilan, Tomorin
Coumatetratyl	Endox, Ratex, Endrocid, Ratbate, Racumin
Difenacoum	Ratak, Neosorex
Brodifacoum	Talon, Volak, Klerat
Bromadlalone	Bromono, Ratimus, Nakl
Otros compuestos	
Pindone	Piral, Chemrat, Pivalyn, Pivacin, Tribar
Difacinone	Diphacin, Promar, Ramik, Meal Bart
Clorofacinone	Rozol, Afnor, Ratomet, Microzol

Considerando su facilidad de aplicación, reducido riesgo para la salud del hombre y animales domésticos y silvestres y su alta eficacia, son recomendables los rodenticidas crónicos de dosis única, como por ejemplo el rodenticida "Brodifacoum", comercializado con el nombre de "KLERAT", entre otros. Este rodenticida se encuentra en el mercado en forma de cubos de color azul, y en forma de gránulos de color rojo.

Cuadro 11

Presentación de Klerat (Brodifacum), y su dosificación

Empleo	Presentación	Dosis
Pellets (50 g, 40 kg)	10 - 20 g c/cebo (0,1 g/m^2)	Colocar el cebo o dosis en madrigueras y lugares donde se alimentan, Caminos, tubos, desagües cielos rasos, tumbados, rincones, etc.
Bloques parafinados (60 g, 10 kg)	3 a 5 unidades c/cebo	

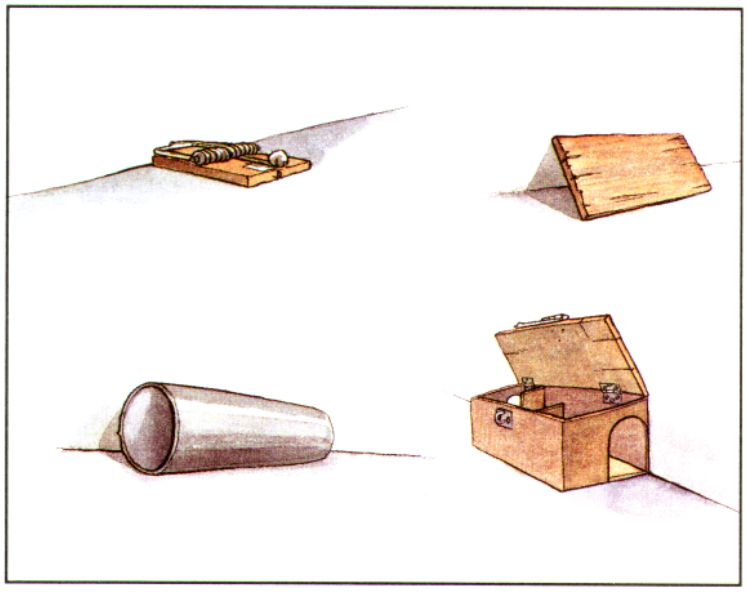


Fig. 47

Para evitar los riesgos de envenenamiento accidental y ofrecer a los roedores un ambiente adecuado para el consumo del cebo, se utilizan diferentes recipientes de fabricación industrial y casera, como son las bandejas, cajas, trozos de tubería de PVC y de caña guadúa. Es importante señalar que los recipientes para el veneno, especialmente las cajas, deben tener dos agujeros: uno de entrada y otro de salida, y deben facilitar su fijación a las paredes o al piso.

Los recipientes que contienen el cebo, deben ser revisados todos los días para comprobar su consumo y reponer la cantidad consumida. Se debe ofrecer el cebo durante dos semanas y, cuando se observe que ya no hay consumo, se retira. En caso de persistir el ataque, se iniciará nuevamente el control.

Los rodenticidas deben ser colocados de modo que los roedores los encuentren fácilmente, es decir, cerca de sus madrigueras, en los caminos que recorren junto a las paredes, en la base de los árboles, debajo de las tarimas para estibas, debajo de los muebles, en las vigas de la cubierta y en las bocas de tubos y cañerías.

En todo caso, deben quedar al alcance de los roedores, pero fuera del alcance de los niños, personas irresponsables y animales domésticos y silvestres.

Es importante recordar que todos los rodenticidas son venenos, que son peligrosos y que deben ser manipulados con mucho cuidado. Deben seguirse siempre las instrucciones del fabricante y del técnico y tomar las siguientes precauciones:

- Guardar los venenos lejos de los alimentos.
- Guardar los venenos fuera del alcance de los niños, personas irresponsables y animales domésticos y silvestres.
- No fumar ni comer mientras se colocan cebos.
- Manipular los cebos utilizando guantes de caucho o de plástico.
- Lavarse las manos con agua y jabón después de colocar cebos.
- Quemar las fundas y empaques de los rodenticidas.
- Enterrar profundamente los roedores muertos.
- No arrojar animales muertos a las corrientes de agua.
- Guardar los rodenticidas en su propio envase.

RECUERDE:

Los roedores son enemigos del hombre, producen severas pérdidas económicas y afectan su salud. Su peligrosidad exige que se adopten las medidas preventivas y curativas para reducir los daños.

El objetivo del control de roedores, es reducir su población a niveles de menor riesgo pero no de exterminarlos, porque es imposible debido a su alta capacidad reproductora, su poder de adaptación y sus hábitos de vida.

Las medidas de control deben ser permanentes y continuas, pues es el hombre quien favorece su desarrollo y reproducción, facilitando alimento, agua y vivienda. Las simples medidas de orden, limpieza e inspección y la aplicación racional de venenos reducirán significativamente el problema de la invasión de roedores.

COMO CALCULAR LA CAPACIDAD DE BODEGAS CON GRANOS ENSACADOS

A-1 Introducción

La capacidad de almacenaje de las bodegas se calcula generalmente en base a datos empíricos y en general, se sobre estima la capacidad real, al ignorar las necesidades de espacios libres para movilización y manejo e inspección de las mercancías.

Por otra parte, la identificación generalizada de la capacidad de las bodegas en "toneladas", o "quintales", etc., lleva a confusión, puesto que la capacidad varía con la densidad del producto, el sistema de estibado, etc.

Las fórmulas que se presentan a continuación, permiten un cálculo rápido aproximado de la capacidad de bodegas y locales adaptados al efecto, teniendo muy en cuenta las áreas necesarias para circulación, manejo e inspección de los productos. Estas son especialmente útiles para ingenieros calculistas, administradores y profesionales quienes, por razón de su trabajo, deban efectuar estos cálculos repetidamente, para un número considerable de instalaciones.

A-2 En este apéndice se usan los siguientes términos:

A	Area de la bodega	Area interna del piso, en metros cuadrados
Au	Area máxima utilizable	Area interna del piso, menos un corredor de un metro en todo el perímetro del almacén
Ao	Area Operacional	Area total menos los espacios necesarios para inspección y movilización de mercancías
H	Altura de las estibas	Altura de almacenaje de los productos, en base a la altura de las paredes
CM	Capacidad Máxima	Cantidad máxima de producto que se puede razonablemente almacenar en el área máxima utilizable, Au
Co	Capacidad Operacional	Cantidad de producto en base al área operacional, Ao
D	Densidad del producto	Relación de peso a volumen, Kg/m^3
F	Factor de utilización de la bodega	Relación porcentual de los espacios de almacenaje y las áreas libres y de manejo

A-3 Cálculos de Capacidad y Area

La información siguiente es útil para conocer con rapidez la capacidad de bodegas o el área necesaria para una determinada cantidad de sacos.

A-3.1 Fórmula de la capacidad

La capacidad de una bodega se expresa con la fórmula siguiente:

C = A x F x D x H en la cual: [1]

A = Area total de la bodega, m^2
F= Factor de utilización
D = Densidad del producto, t/m^3
H = Altura de las estibas, m

Partiendo de la fórmula anterior, se puede decir que el área necesaria para una determinada cantidad, es:

A = C / (F x D x H) [2]

A-3.2 Factores que más influyen en la capacidad

De los muchos factores, se distinguen los siguientes:

a) Ancho del almacén o bodega.

Para bodegas muy angostas, la capacidad operacional puede reducirse entre un 5 y un 8%, en almacenes de 500 m^2 o menos. En bodegas mayores, la reducción es menor.

b) La densidad del producto.

Es un factor obvio, pero que no se considera cuando se identifica la capacidad en "toneladas" sin definir de qué producto se trata.

c) La altura de las estibas.

La capacidad es directamente proporcional a la altura de las estibas.

A-3.3 Factor de Utilización, F

El cuadro siguiente muestra los valores del Factor de Utilización F, para una gama de tamaños de bodegas. Este factor se calculó para una gran variedad de diseños, dentro de límites impuestos por el diseño estructural.

La primera columna indica el área de la bodega, (A), en metros cuadrados. La segunda y la tercera columnas indican el Factor de Utilización para la Capacidad Máxima y para la Capacidad Operacional de la bodega.

La segunda columna se usa para conocer la capacidad cuando se trate de muy pocas estibas de gran capacidad. Las cifras del Factor F de la tercera columna ayudan a calcular la capacidad de operación de almacenes con movimiento frecuente de las mercancías.

Cuadro A-1

Factor de Utilización F

Area del Almacén, m^2	Factor de Utilización F,	Capacidad Máxima	Area del Almacén, m^2	Factor de Utilización F,	Capacidad Operacional
100	.64	.56	150	.65	.57
200	.66	.58	250	.67	.59
300	.68	.60	350	.69	.605
400	.70	.61	450	.705	.615
500	.71	.62	550	.715	.625
600	.72	.63	700	.725	.64
800	.73	.65	900	.735	.66
1000	.74	.67	1100	.745	.68
1200	.75	.68	1300	.755	.68
1400	.76	.68	>1400	.76	.68

Del cuadro anterior se puede observar que los *espacios libres* necesarios para movilizar las mercancías y efectuar una correcta administración de la bodega, son del 44% para construcciones pequeñas, y disminuyen al 32% para bodegas grandes. De todas maneras, debe recalcarse la importancia de considerar ***que no todo el espacio construido, es espacio utilizable.***

Los Factores de Utilización superiores al 68% **no permiten** en la mayoría de los casos, una administración de las existencias en base al principio de "Primero que entra, primero que sale", para una rotación adecuada de los productos ni tampoco para un control de calidad adecuado.

A-3.4 Densidad de los productos.

El cuadro siguiente indica la Densidad aparente de varios productos ensacados, en toneladas por metro cúbico. Esta densidad es diferente a la real, debido a los espacios intergranulares y al hecho de estar en sacos.

Cuadro A-2

Densidad Aparente de varios productos ensacados

Producto	Densidad Aparente del producto ensacado, t/m^3
Maíz	0.60
Sorgo	0.66
Trigo	0.66
Arroz paddy	0.52
Harinas	0.52
Arroz blanco	0.71

A-3.5 Ejemplos de cálculo

Ejemplo 1:

Calcular la capacidad teórica de un almacén de 500 m^2 y altura de paredes de 5 metros, en arroz cáscara en sacos, para dos sistemas de trabajo:

a) Capacidad máxima de almacenaje a largo término

b) Capacidad operacional a corto plazo.

Solución del primer caso:

De acuerdo a la fórmula [1], C = A x F x D x H en la cual:

H = 4 m, o sea un metro menos de la altura de las paredes.

C = 500 x 0.71 x 0.52 x 4 = 738,4 t

Solución del segundo caso:

H = 500 x 0.62 x 0.52 x 4 = 644,8 t

Como puede observarse, hay una diferencia de 93,6 toneladas entre ambas soluciones, equivalente a un 12%, dependiendo del uso que se le dará a la bodega.

Ejemplo 2:

Calcular la capacidad en trigo, de una bodega existente de 30 m de largo y 20 m de ancho, que tiene columnas centrales y altura de paredes de 4,5 m. El almacenaje es de largo tiempo y los camiones no entran en la bodega.

Solución:

La fila central de columnas impide un almacenaje en la zona central y por lo tanto, las columnas actúan como una pared. Por ello, se debe calcular la capacidad como si fueran dos bodegas de 30 x 10 m.

C = 300 x 0,68 x 0,66 x 3,50 = 471,24 t,

O sea que la capacidad total será de 942,48 toneladas. Nótese la diferencia de capacidad en una bodega de 600 m^2 que no tenga obstáculos en el centro:

C = 600 x 0,72 x 0,66 x 3,5 = 997,92 t,

Una diferencia de 55,44 t, que equivale a casi un 6%.

Ejemplo 3:

Una compañía consultora está estudiando la construcción de bodegas para 15.000 toneladas de maíz en sacos. Calcular el área necesaria de construcción y el costo aproximado, para dos alternativas:

a) Primer caso:

Bodegas relativamente grandes para almacenaje prolongado en cinco centros estratégicos de distribución, con un costo de US$ 150 por metro cuadrado de bodega.

De acuerdo a la fórmula: $A = C /(F \times D \times H)$ en donde:

C = 3.000 toneladas
F = 0,68 para un área de unos 1.300 m^2
D = 0,60 para el maíz ensacado
H = 5 metros, asumiendo que las bodegas tendrán 6 m hasta la estructura del techo.

Por lo tanto: $A = 3.000 /(0,68 \times 0,60 \times 5) = 1.470,58\ m^2$

Lo que da un total de 7.350 m^2 de construcción, y una inversión en bodegas de US$ 1.102.500, sin considerar la inversión en obras accesorias.

b) Segundo caso:

Bodegas pequeñas en 30 centros de acopio de unas 500 toneladas de capacidad, cada una, con un costo de construcción de US$ 120 por metro cuadrado.

En este caso:

C = 500 toneladas
F = 0,60 (calculado por aproximación para bodegas de 300 m^2)

D = 0,60
H = 3,5 m, para almacenes pequeños de alta rotación.

Cada bodega tendrá: A = 500 /(0,6 x 0,6 x 3,5) = 396,82 m^2

En total, serán 30 bodegas de 400 m^2, que suman 12.000 m^2

La inversión directa en bodegas es pues de US$ 1.440.000.

Nótense los grandes incrementos en la segunda alternativa, tanto en área de bodegas, (4.650 m^2, 63%) como en la inversión directa prevista, aún cuando las bodegas pequeñas son más económicas en precios unitarios: la inversión para la segunda alternativa cuesta un 30,6% más, sin contar los gastos de adecuación de terrenos, patios, cerramientos, oficinas, etc.

Estas cifras de costos unitarios son solamente indicativas y no deben tomarse como base para cálculos de inversión.

OBRAS DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFIA

1 ACOGRANOS, 1990. "Metodología para evaluación de pérdidas poscosecha de maíz en Colombia". Proyecto TCP/COL/6653- FAO, Bogotá.

2 ALDANA, H. M., 1986. " Entomología económica de los granos almacenados". Memoria Seminario Nacional Prevención de Pérdidas Poscosecha en granos, ACOGRANOS, Bogotá, Colombia.

3 ACOGRANOS, Memoria Prevención de Pérdidas en Poscosecha de Granos. Bogotá, 1988.

4 ARAULLO, E. V.; DE PADUA, D. B.; GRAHAM, M. Editors. "Rice Post Harvest Technology". 394 pg. 1976. International Development Research Centre. P.O. Box 8500, Ottawa, Canadá, K1G3H9.

5 ARIAS, C.; DELL` ORTO, M., 1993. "Distribución e importancia de los insectos que dañan granos y productos almacenados en Chile", Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, FAO, Proyecto PFL/CHI/001, Santiago, Chile.

6 BAZANTE, E. 1990. "Controlemos las ratas y ratones: son nuestros enemigos" Texto Programado N° 1. Serie Poscosecha . Proyecto GCP/ECU/060/NET. Quito (No editado)

7 BAZANTE, E. 1990. "Controlemos los Insectos en Granos Almacenados: son nuestros enemigos". Texto Programado N° 2. Serie Poscosecha . Proyecto GCP/ECU-/060/NET. Quito. (No editado)

8 BRAVO, J. "Los roedores como plaga de productos almacenados" (Material preparado para Curso de Poscosecha . Riobamba, Ecuador,1990)

9 CANSECO, S. "Plaguicidas: Origen y Evolución". Policopia. Curso de Postgrado en Poscosecha . Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia, 1992.

10 CANSECO, S. "Formulaciones de Plaguicidas". Curso de Postgrado en Poscosecha Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia, 1992.

11 CARO, A. "Manejo Integrado de Control de Calidad en la Post-cosecha de Productos Agrícolas". Conferencia presentada en el VI Congreso Nacional de Sanidad Vegetal, Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Guayaquil, Ecuador, 1990.

12 CARO, A. "Breves Normas de Control de Calidad para Productos Alimenticios Almacenados". Documento de Campo N° 3 TCP/DOM/6758 (A) Santo Domingo, R.D., 1989.

13 CASTILLO, A. "Almacenamiento de Granos: Aspectos Técnicos y Económicos. Ediagro Ltda., Apartado Aéreo 58743, Bogotá, Colombia, 373 pg., 1984.

14 CENTRO DE PRODUCTOS TROPICALES ALMACENADOS. "Almacenamiento de Alimentos". Manual de Métodos de Almacenamiento. Programa Mundial de Alimentos, FAO. Via della Terme di Caracalla, 00100, Roma, Italia. 59 pg. 1979.

15 DOBBIE, P. et al. 1984. "Insects and Arachnids of Tropical Stored Products: Their Biology and Identification". (A Training Manual) Tropical Development and Research Institute. London.

16 ELIAS, D. "Roedores como Plaga de Productos Almacenados: Control y Manejo. Estudio FAO Serie Tecnología Poscosecha N° 3. Santiago de Chile, CEGRA, 1984.

17 EMBRAPA. "Armacenamento e Conservacao de Graos". Circular Técnica N° 10 Brasil, 1982.

18 ESMAY, M. et al. "Rice Postproduction Technology in the Tropics". 140 pg. 1979. East-West Food Institute. The University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii,96822.

19 FAO. "La Cosecha Perdida". s.n.t.

20 FAO. "Manual de Manejo Poscosecha de Granos a Nivel Rural". Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile, 1993. Editor: Ciro Arias.

21 GAVIRIA, J. "Administración de Bodegas de uso Múltiple". 61 pg .Ediagro, Bogotá, Colombia, 1993.

22 GAVIRIA, J. "Manejo y Conservación de Granos en Silos y Bodegas". 52 pg. Ediagro, Bogotá, Colombia, 1994.

23 GREAVES, J.H. "La lucha contra roedores en Agricultura". Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal, N° 40, Roma, 1984.

24 HALL, D. W. "Manipulación y Almacenamiento de Granos en Zonas Tropicales y Subtropicales". Boletín FAO de Desarrollo Agrícola N° 90. 1970. FAO. Naciones Unidas, Via delle Terme di Caracalla, 00100, Roma, Italia.

25 HALL, D.W. "Manipulación y Almacenamiento de Granos Alimenticios en las Zonas Tropicales y Subtropicales". Colección FAO Producción y Protección Vegetal N° 19., 400 pg. 1971.

26 INSTITUTO TECNICO DE CEREALES Y FORRAJES. ITCF. Francia, 1987.

27 JAMIESON, M., JOBER, P., "Manejo de los Alimentos". Volumen 1: Ecología del Almacenamiento. 195 pg., 1975. FAO, Programa Mundial de Alimentos.

28 LIMBLAD, C., DRUBEN, L. "Small Farm Grain Storage". 1977.
Volume 1: Preparing grain for storage.
Volume 2: Enemies of Stored grain
Volume 3: Storage Methods.
Action, Peace Corps/VITA. Grain Storage, 3706. Rhode Island Avenue, Mt. Rainier, MD.20822, USA.

29 MONRO, H.A.U. 1962. "Manual de Fumigación contra Insectos". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, N° 56. Roma, Italia.

30 MORENO, E. "La humedad de las semillas: su importancia y medición". Policopia. Curso de Postgrado en Poscosecha . Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia, 1992.

31 ORTIZ, A. "Uso y Aplicación de Insecticidas en el manejo de Granos". Policopia. Curso de postgrado en Poscosecha . Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia, 1992.

32 ORTIZ, A. "Uso de Fumigantes en el combate de Insectos de Almacén". Policopia. Curso de Postgrado en Poscosecha . Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia, 1992.

33 ORTIZ, A. " Procedimiento General para Evaluar la Calidad de los Granos". Almacenes Nacionales de Depósito, México, 1992.

34 RESTREPO, C. 1979. " Mermas por Secado, Limpieza y Metabolismo de cereales y oleaginosas. Secretaría de Agricultura, Brasil.

35 ROBAYO, F. " Manual de Instrucción sobre Almacenamiento y Conservación de Granos" (Curso Audiovisual). Instituto Hondureño de Mercadeo Agrícola, Tegucigalpa, Honduras. (Solicitudes de Información al autor: Fernando Robayo, AGSE, FAO de Naciones Unidas, Via delle Terme di Caracalla, 00100, Roma, Italia.)

36 SCOTTI, G. 1978. " Les Insectes et les acariens des céreales stockées". Institut Technique des céreales et des fourrajes. ITCF, Premiere Edition, París-France.

37 UNIVERSIDAD ESTATAL DE KANSAS, E.U. "Manual de Almacenamiento de Granos". 1984.

38 VICO, G., GONZALEZ, W. "Curso de Capacitación para Operadores de Plantas de Almacenamiento de Granos". Tomo III: Plagas y Plaguicidas en Granos. 270. pg., 1984. Departamento de Comunicación, Dirección de Sanidad Vegetal. Ave. Millán 4703, Montevideo, Uruguay.

39 WIMBERLY, J.E. "Technical Handbook for the Paddy Rice Post harvest Industry in Developing Countries". 188 pg. 1983. International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, P.O. Box 933, Manila, Philippines.

40 WILBUR, D.A.., MILLS, R.B., PEDERSEN, J.R. "Manual of Grain & Cereal Product Insects and their Control". (Master's Degree Sanitation Course) Food & Feed Grain Institute, Kansas State University, Manhattan, Kansas, 273. U.S.A. c/o Dr. J.R. Pedersen, 1971
(NOTA: Es posible conseguir material más reciente en español sobre el tema)

41 YANUCCI, D. "Evolución del Control de Plagas de Granos Almacenados en Argentina". FAO, Proyecto Regional PFL/LRA/002/PFL "Apoyo a la Cooperación Técnica entre Paises de América Latina y el Caribe, para prevenir las Pérdidas Poscosecha de alimentos básicos".

42 DRYING CEREAL GRAINS. D.B. Brooker, F.W. Bakker-Arkema, C.W. Hall.The Avi Publishing Co. 1974, 265 pp.

43 POSCOSECHA DE GRANOS A NIVEL RURAL. Ciro Arias, Editor. Oficina Regional de la FAO para A. Latina y el Caribe, 1993, 392 pp.

44 PRINCIPIO DE SECADO DE GRANOS. Psicrometría, Higroscopía. Serie Tecnología Poscosecha, N° 8. José A. Marques y Daniel Marcal de Queiroz, Oficina Regional de la FAO para A. Latina y el Caribe, 1991. 68 pp.

45 PRINCIPIO DE SECADO DE GRANOS. Secado a Altas Temperaturas. Serie Tecnología Poscosecha, N° 10. V.A. Dalpasquale, et. al., Oficina Regional de la FAO para A. Latina y el Caribe, 1991, 75 pp.

46 RICE POST PRODUCTION TECHNOLOGY IN THE TROPICS. M. Esmay, et. al., 1979, East-West Center, USA., 140 pp.

47 RICE Post harvest Technology.E.V. Araullo; D.B. de Padua y M. Graham, Editores.International Development Research Centre, Canada. 1976, 393 pp.

48 SECADO DE GRANOS Y SECADORAS. Serie Tecnología Poscosecha N°11. Carlos A. De Dios. Oficina Regional de la FAO para A. Latina y el Caribe, 1996, 314 pp.

49 SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE CONSERVACION DE GRANOS: Secamiento y almacenamiento. Memorias, Editores José Carlos Celaro y Fernando Robayo, FAO, 1994. 522 pp.

50 TECHNICAL HANDBOOK For The Paddy Rice Post Harvest Industry In Developing Countries. James E. Wimberly, International Rice Research Institute, Philippines.1983, 188 pp.

GLOSARIO

Absorción. Difusión de moléculas gases o líquidos en la masa de otras sustancias sólidas.

Adsorción. Concentración de gases, vapores o líquidos sobre la superficie de una sustancia.

Alero. Cornisa; proyección del techo para proteger las paredes y ventanas de la lluvia.

Anjeos. Malla plástica de huecos diminutos para prevenir la entrada de insectos

Cercha. Estructura en angulares de hierro o vigas de madera para sostener el techo en una bodega o construcción industrial.

Endospermo. Parte harinosa de los granos.

Estructura quitinosa. Substancia dura de aspecto córneo.

Estiba. Arrume de sacos de yute o polipropileno. Almacenaje de cajas de cartón con productos enlatados o embotellados.

Micloflora fúngica. Microorganismos relacionados con los hongos.

Organismos saprófitos. Organismos que viven a expensas de otros.

Pórtico. Estructura metálica con columnas y vigas para formar una unidad autoportante del techo de una bodega o construcción industrial.

Productos bituminosos. Asfalto; producto derivado del petróleo.

Puertas engoznadas. Puertas con bisagras.

Tarima. Estructura de madera para colocar los sacos y cajas evitando el contacto con el pavimento.

En todas las fórmulas matemáticas se utilizan los códigos siguientes:

+	suma
-	resta
*	multiplicación
/	división

Las unidades de mil y de un millón están separadas con puntos. Los decimales están separados con comas.