



Manual de Plagas

en granos almacenados y tecnologías
alternas para su manejo y control

Silverio García-Lara,
César Espinosa Carrillo y
David J. Bergvinson



Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control

Silverio García-Lara,
César Espinosa Carrillo y
David J. Bergvinson

Unidad de Entomología, Programa Global de Maíz,
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo Int.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT®) (www.cimmyt.org) es un organismo internacional, sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación relacionadas con el maíz y el trigo en los países en desarrollo. Basados en la solidez de nuestra ciencia y en nuestras asociaciones colaborativas, generamos, compartimos y aplicamos conocimientos y tecnologías con el objeto de incrementar la seguridad alimentaria, mejorar la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción agrícola, y conservar los recursos naturales. El CIMMYT recibe fondos para su agenda de investigación de varias fuentes, entre ellas, del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (www.cgiar.org), gobiernos nacionales, fundaciones, bancos de desarrollo e instituciones públicas y privadas.

El CIMMYT y los autores expresan su reconocimiento por los fondos designados para la edición de este manual mediante el proyecto del Fondo Mixto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) – Estado de México, con clave EDOMEX-2005-C01-10, titulado “Tecnologías integrales para reducir las pérdidas en post-cosecha de maíz en el Estado de México”.

© Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 2007. Derechos reservados. Las designaciones empleadas en la presentación de los materiales incluidos en esta publicación de ninguna manera expresan la opinión del CIMMYT o de sus patrocinadores respecto al estado legal de cualquier país, territorio, ciudad o zona, o de las autoridades de éstos, o respecto a la delimitación de sus fronteras. El CIMMYT autoriza el uso razonable de este material, siempre y cuando se cite la fuente.

Cita correcta: S. García-Lara, C. Espinosa Carrillo y D.J. Bergvinson. 2007. *Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control*. México, D.F.: CIMMYT.

Descriptores AGROVOC: Maíz; variedades; productos almacenados; plagas; insectos; plagas del campo; control de plagas; fumigación; resistencia a las plagas.

Códigos de categorías AGRIS: H10 Plagas del campo
J10 Manejo, transportación, almacenamiento y protección de productos de origen vegetal

Clasificación decimal Dewey: 632.9

ISBN: 970-648-154-0

Impreso en México.

Índice

Introducción	1
¿Problemas con una plaga?	2
¿Cómo es una plaga de insectos?.....	3
¿Cuáles son las plagas más importantes?.....	4
¿Cómo puedo controlar las plagas?	4
¿Cuáles son las plagas que puedo encontrar en el maíz almacenado?	5
¿Cómo es el grano de maíz?	6
Gorgojo del maíz	7
¿Cómo es el insecto?	7
¿Dónde se encuentra?	7
¿Cuándo ataca y qué daños causa?	8
¿Cómo se desarrolla la infestación?.....	9
¿Cómo puedo controlarlo?	10
Barrenador grande del grano	13
¿Cómo es el insecto?	13
¿Dónde se encuentra?	14
¿Cuándo ataca y qué daños causa?	14
¿Cómo se desarrolla la infestación?.....	15
¿Cómo puedo controlarlo?	17
Palomilla dorada del maíz	20
¿Cómo es el insecto?	20
¿Dónde se encuentra?	21
¿Cuándo ataca y qué daños causa?	21
¿Cómo se desarrolla la infestación?.....	22
¿Cómo puedo controlarlo?	22

Palomilla india de la harina	24
¿Cómo es el insecto?	24
¿Dónde se encuentra?	25
¿Cuándo ataca y qué daños causa?	25
¿Cómo se desarrolla la infestación?.....	26
¿Cómo puedo controlarlo?	27
Gorgojo castaño de la harina	28
¿Cómo es el insecto?	28
¿Dónde se encuentra?	28
¿Cuándo ataca y qué daños causa?	29
¿Cómo se desarrolla la infestación?.....	29
¿Cómo puedo controlarlo?	29
Barrenillo de los granos	30
¿Cómo es el insecto?	30
¿Dónde se encuentra?	31
¿Cuándo ataca y qué daños causa?	31
¿Cómo se desarrolla la infestación?.....	31
¿Cómo puedo controlarlo?	31
Problemas asociados a plagas	32
Problemas asociados a roedores	35
¿Cómo es la plaga y dónde se encuentra?	35
¿Cuándo ataca y qué daños causa?	36
¿Cómo se desarrolla la infestación?.....	36
¿Cómo puedo identificar la presencia de roedores?	37
¿Cómo puedo controlarlos?.....	37

Selección de maíces para resistencia a plagas	
de almacén en infestaciones naturales.....	38
Medidas de control	43
Mejorar las prácticas de almacén.....	43
Reglas de protección en almacén	45
Tratamientos para combatir las plagas	49
Sustancias inertes	49
Minerales	49
Plantas.....	50
Fumigantes	51
Glosario.....	54
Agradecimientos	55

Introducción

El grano de maíz es una fuente importante de carbohidratos y proteínas para la gente de escasos recursos en el mundo. Sin embargo, existen factores que limitan su producción, entre ellos, los insectos, los roedores y las enfermedades, que no sólo menguan los rendimientos al alimentarse del grano, sino que lo contaminan y reducen su calidad.

Las variedades de maíz con resistencia a plagas son conocidas desde hace tiempo por los agricultores. Los programas de mejoramiento han seleccionado variedades resistentes a las plagas y las enfermedades más importantes que afectan el cultivo de maíz en el mundo. Existen asimismo prácticas locales y tecnologías alternas que contribuyen a disminuir el ataque de las plagas y reducen las pérdidas durante el almacenamiento en ambientes adversos. Desafortunadamente, muchas de estas nuevas tecnologías y prácticas no están al alcance de los agricultores mexicanos, a quienes beneficiarían enormemente.

El objetivo de este manual es proporcionar al lector una guía para identificar las plagas más comunes, para aplicar tecnologías alternas en su manejo (insectos benéficos, prácticas tradicionales, variedades resistentes y su evaluación a nivel local) y, finalmente, para que pueda adoptar prácticas preventivas que contribuyan a reducir las pérdidas asociadas con las plagas en almacén.

¿Problemas con una plaga?

Los insectos se convierten en plagas cuando el tamaño de la población o los daños que causan, o ambos, exceden los valores normales. A estos límites se les conoce como umbral de daño económico, el cual constituye una amenaza para las cosechas y un riesgo para la inversión del agricultor (Figura 1).

Las plagas son capaces de infestar el maíz en cualquiera de las etapas de desarrollo y durante el almacenamiento; atacan cualquier parte de la planta, incluso el grano, y se les asocia a enfermedades y otros riesgos sanitarios, como la presencia de hongos y toxinas. El maíz almacenado es una fuente ideal de alimento para los insectos, que están adaptados a situaciones de confinamiento.



Figura 1. Ataque típico de *Sitophilus zeamais* a granos de maíz almacenado.

En el caso del maíz, las plagas de almacén causan pérdidas de rendimiento, disminución del valor comercial, pérdidas de calidad en el grano y del valor nutritivo del mismo. Esto, de manera directa, reduce los ingresos del agricultor y su familia y pone en riesgo su seguridad alimentaria.

¿Cómo es una plaga de insectos?

Los insectos suelen tener distintos e importantes estados de desarrollo, dependiendo del tipo de metamorfosis; sin embargo, puede decirse que los principales estados son huevo, larva o ninfa, pupa o crisálida y adultos (Figura 2).

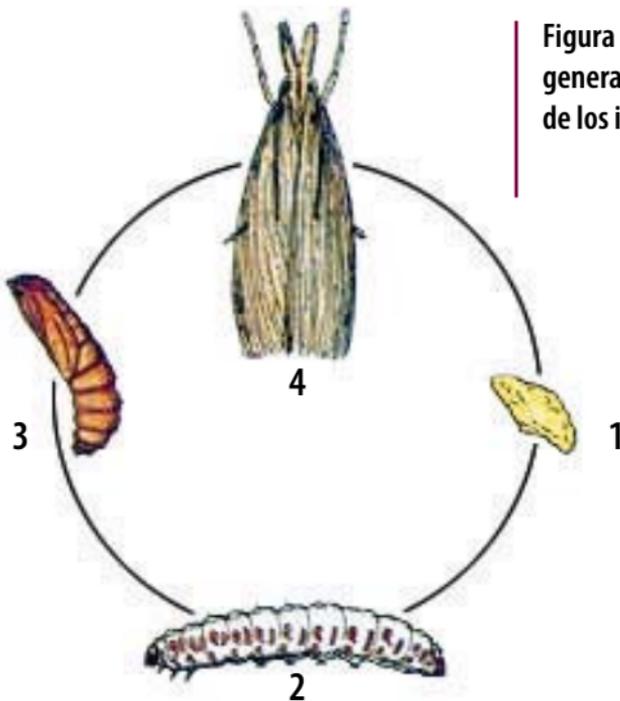


Figura 2. Estados generales del desarrollo de los insectos.

Los insectos tienen tres regiones bien definidas: cabeza, tórax y abdomen. La aparición de plagas en poco tiempo se debe a la elevada tasa de reproducción de los insectos, a su tamaño pequeño y a su amplia capacidad de adaptación y supervivencia.

¿Cuáles son las plagas más importantes?

El grupo de las palomillas (gusano elotero, cogollero, barrenadores y palomillas de almacén) y los escarabajos (gusanos de raíz y de alambre, gallinas ciegas, gorgojos y barrenadores del grano) son algunos de los insectos más importantes y que más daños causan al maíz. Estas plagas atacan los cultivos durante el desarrollo de la planta o durante el almacenamiento.

Este manual contiene una descripción de las plagas de almacén de mayor importancia, así como información sobre algunas plagas secundarias asociadas al periodo de almacenamiento. Para facilitar su identificación, se incluyen imágenes de insectos en las etapas en que causan mayores daños.

¿Cómo puedo controlar las plagas?

En esta guía se hacen recomendaciones específicas y generales de medidas de control y tecnologías asociadas para cada plaga, las cuales han sido generadas en los últimos 12 años por la Unidad de Entomología del CIMMYT. En cuanto al control, éste puede ser de tipo biológico (enemigos naturales de las plagas, usualmente denominados parasitoides

o insectos benéficos), cultural (prácticas ancestrales que los agricultores aplican en forma ordinaria) o químico (aplicación de químicos sintéticos y fumigación). Asimismo, se dan ejemplos de variedades de maíz con resistencia a diferentes plagas, con base en el conocimiento de la resistencia natural de la planta huésped.

¿Cuáles son las plagas que puedo encontrar en el maíz almacenado?

Las plagas de insectos varían de acuerdo con la región, la estación del año y el sistema y el periodo del almacenamiento. Por ejemplo, se consideran plagas primarias aquellos insectos que atacan el grano íntegro, sin daño previo. Son las más importantes durante el almacenamiento; sus fuentes de alimento son limitadas y mueren cuando éstas se agotan o cuando las poblaciones alcanzan altos niveles. Los insectos de esta clase pueden sobrevivir en los residuos de grano dentro de la estructura de almacenamiento. En muchos casos los daños que provocan comienzan en el campo, antes del almacenamiento. Dentro del grupo de plagas primarias se encuentran el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), el barrenador grande del grano (*Prostephanus truncatus*) y la palomilla de los granos (*Sitotroga cerealella*). Las plagas secundarias, por el contrario, no atacan los granos íntegros, sino que se alimentan de aquellos que ya han sido dañados por plagas primarias o sometidos a manejo o procesamiento. Las plagas secundarias tienen una variedad de alimentos más amplia y es posible que

hagan su aparición en estadios muy tempranos de almacenamiento. Sin embargo, los daños no se consideran de importancia hasta que son causados por plagas primarias. Entre las plagas secundarias se encuentran la polilla bandeada (*Plodia interpunctella*), el escarabajo castaño (*Tribolium castaneum*) y el barrenillo de los granos (*Rhyzoperta dominica*).

¿Cómo es el grano de maíz?

Un grano de maíz consta de tres estructuras:

- Pericarpio, la capa externa o cascarita del grano.
- Endospermo, la parte donde se encuentran los nutrientes del grano: almidón.
- Embrión, la parte de la semilla de donde emergen nuevas plántulas, ricas en proteínas, grasas y vitaminas (Figura 3).

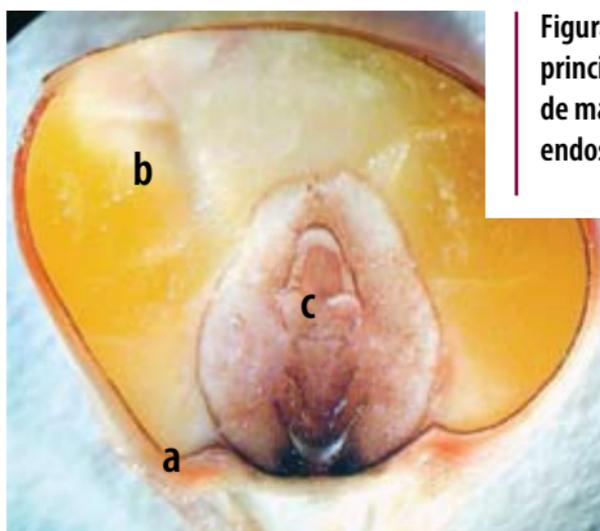


Figura 3. Estructuras principales de un grano de maíz: a) pericarpio; b) endospermo; c) embrión.

Gorgojo del maíz

(*Sitophilus zeamais* M.)

Figura 4. Gorgojo del maíz, gorgojo de los granos, gorgojo picudo, *Sitophilus zeamais*.



¿Cómo es el insecto?

El gorgojo adulto mide entre 3.3 y 5 mm de largo; es de color pardo negruzco o rojizo; su cabeza se proyecta en forma de pico y su tórax es alargado y cónico, con manchas ovales en el dorso (Figura 4).

¿Dónde se encuentra?

Su distribución es mundial, aunque afecta mayormente a las zonas tropicales y subtropicales húmedas, y también se le encuentra en zonas templadas. En el Estado de México se localiza en las zonas sur y noroeste.

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Estos insectos infestan las mazorcas en el campo durante el secado del grano y antes de la cosecha, o cuando el grano es almacenado.

Los mayores daños al grano los ocasionan las larvas y los adultos. Los adultos perforan el grano para ovipositar, mientras que las larvas forman surcos en el endospermo al alimentarse (Figura 5). La presencia del gorgojo favorece el ataque de otros insectos. Cuando hay mucha humedad y los insectos atacan el grano, se crea un foco de infección que ocasiona calentamiento en el maíz y, en consecuencia, fuertes infestaciones.

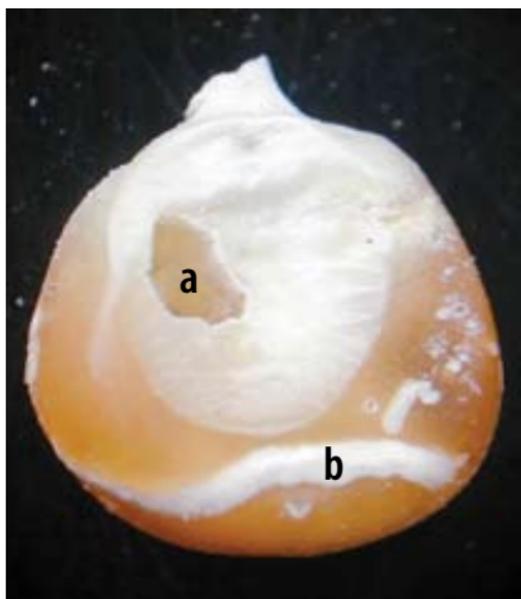


Figura 5. Grano de maíz atacado por gorgojo. a) perforación por adulto y b) surcos en el endospermo formados por la larva.

¿Cómo se desarrolla la infestación?

Las hembras depositan sus huevos en perforaciones que hacen en el grano y luego los cubren con un mucílago transparente. Una hembra produce hasta 250 huevos en su vida reproductiva. Las larvas (Figura 6a) se alimentan del endospermo del grano, hasta que se transforman en pupa (Figura 6b).

Cuando se convierten en adultos, perforan el grano y salen al medio ambiente. Su ciclo de vida depende de la temperatura, pero varía entre 30 y 113 días. En zonas templadas hay de 2 a 3 generaciones por año.



Figura 6. Larva (a) y pupa (b) del gorgojo de maíz



¿Cómo puedo controlarlo?

Existen varias opciones para controlar el gorgojo del maíz, las cuales se presentan en seguida en forma abreviada. Para mayor información, se recomienda ver el apartado de métodos de control.

Control biológico. El enemigo natural del gorgojo es una avispa perteneciente a la familia de los Pteromalidae, la Hymenoptera, que comúnmente se encuentra en el maíz almacenado, junto con la plaga. Se le identifica fácilmente porque es pequeña y tiene una tonalidad verde metálico (Figura 7). Estas avispas no deben eliminarse.



Figura 7. La avispa de *Anisopteromalus calandrae* es considerada un enemigo natural de varias especies de insectos que atacan al maíz.

La avispa actúa de la siguiente manera: primero localiza la galería que formó la larva del gorgojo (Figura 6); después, introduce su ovipositor en el pericarpio y coloca un huevecillo muy cerca de la larva del gorgojo; eclosiona y se ancla a su hospedante. La larva de la avispa (b) se desarrolla a expensas de su hospedero (Figura 8). Por último, la avispa emerge después de 14 días. La larva del gorgojo muere.

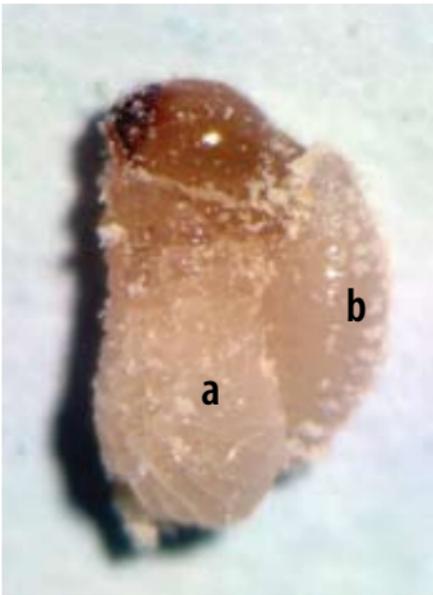


Figura 8. Larva de *S. zeamais* (a) parasitada por larvas de *A. calandrae* (b) y de *A. calandrae* aislada (c).



Prácticas tradicionales. Para el gorgojo del maíz se recomienda aplicar mezclas de agentes protectores (cal, tierra diatomea o tizate) entre capa y capa de grano, o vaciar los agentes y mezclarlos con el grano. En pruebas de laboratorio y campo se ha demostrado que evitan el libre movimiento de los insectos, ya que las sustancias se adhieren a su cutícula, causándoles serios daños y en algunos casos la muerte. Se recomienda además el uso de las siguientes plantas como agentes repelentes: epazote común, harina de chícharo, hojas de eucalipto, hojas del árbol Neem u hoja de maravilla que pueden reducir hasta en un 25% la presencia del gorgojo. Para la preparación adecuada de estos agentes, así como detalles de los mismos, véase la sección de plantas y minerales.

Control químico. En casos de infestaciones importantes, se recomienda fumigar con agentes como fosfuro de aluminio (fosfina). Para su aplicación dirigida y segura, véase la sección fumigantes-insecticidas.

Variedades resistentes. Existen variedades nativas y criollos con resistencia al gorgojo, entre los cuales se cuentan accesiones de Sinaloa y Yucatán, y de regiones del Caribe. En el Estado de México se pueden conseguir variedades comerciales con niveles de tolerancia aceptables.

Barrenador grande

del grano (*Prostephanus truncatus* H.)



Figura 9. Barrenador grande de granos, barrenador del maíz, gorgojo chato, *Prostephanus truncatus*.

¿Cómo es el insecto?

El adulto se reconoce por la forma cilíndrica y alargada de su cuerpo, con terminación en cuadro; mide de 3 a 4 mm de longitud; es de color café rojizo a café oscuro, con fino punteado. Una característica peculiar es que el protórax cubre la cabeza del insecto como si fuera una capucha.

¿Dónde se encuentra?

Los barrenadores se encuentran principalmente en Norteamérica, Mesoamérica y América del Sur, aunque también se han detectado en África. En el Estado de México están presentes en las zonas norte, centro y oriente. Son originarios de los bosques, donde infestan diferentes tipos de madera. Con el advenimiento de las prácticas para almacenar grano en estructuras de madera, los insectos se han desplazado a los almacenes de grano de maíz.

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Los barrenadores voladores infestan tanto el grano almacenado como las mazorcas maduras, en el campo o durante el secado del maíz. Pueden atravesar la cubierta de la mazorca y taladrar el olote.

La característica principal del ataque de este insecto es la gran cantidad de polvillo parecido a la harina que los adultos producen al taladrar y alimentarse de los granos (Figura 10). Los granos dañados se identifican fácilmente porque están cubiertos de una película de polvillo. En infestaciones severas los adultos pueden llegar a dañar las estructuras de madera o los contenedores de plástico. Es considerada como la plaga que más pérdidas y daños causa.

¿Cómo se desarrolla la infestación?

Los barrenadores desovan en el grano o en el polvillo que producen. Una hembra de barrenador produce hasta 400 huevos en su vida reproductiva, con una tasa de incremento de la población de 40 veces/mes. En su estado larval se alimentan de grano o del polvillo de los granos que infestan (Figura 11). Después se transforman en pupas dentro de los granos; para salir, los adultos hacen un orificio en la cubierta. El tiempo de desarrollo completo va de 4 a 6 semanas y pueden alcanzar una longevidad de hasta 34 semanas (Figura 12).

Figura. 10 Ataque característico de *P. truncatus* en mazorcas.



Figura 11. Larvas de *P. truncatus* en grano de maíz infestado.

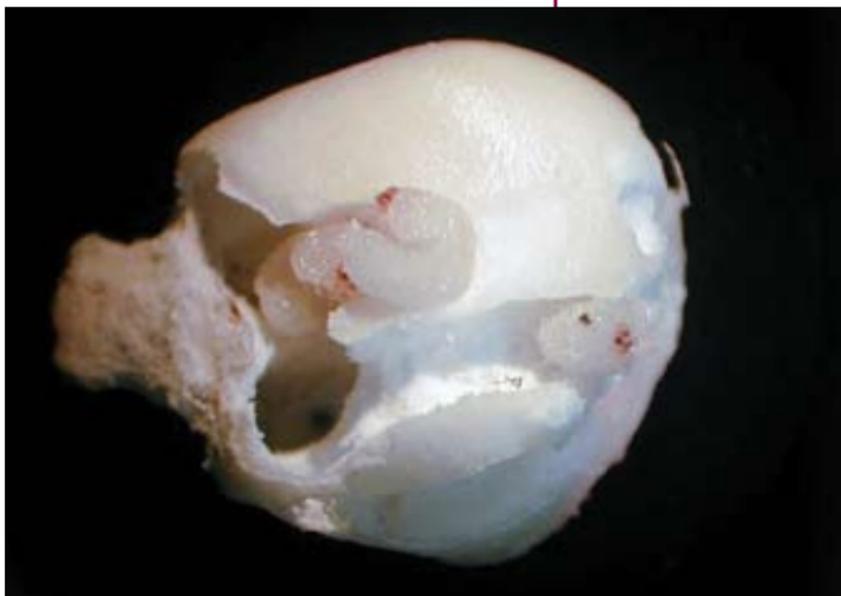


Figura 12. Estados biológicos de *P. truncatus*



¿Cómo puedo controlarlo?

A continuación se proporcionan algunos ejemplos de cómo controlar el barrenador del grano.

Para información general, véase el apartado de métodos de control.

Control biológico. El depredador natural del barrenador es el escarabajo *Teretriusoma nigrescens*, originario de América. Se le puede identificar fácilmente por su color negro brillante y gran movilidad. Tanto los adultos (Figura 13a) como las larvas (Figura 13b) se alimentan de los estados inmaduros del barrenador. Para completar su ciclo, un adulto depredador consume hasta 60 barrenadores y es capaz de sobrevivir hasta un año sin alimento vivo. Resultados obtenidos en el laboratorio han demostrado que el uso de variedades resistentes de maíz a la par con el depredador disminuyen considerablemente las poblaciones de *P.truncatus*.

Prácticas tradicionales. Para el barrenador del grano se recomienda aplicar mezclas de agentes protectores (cal, tierra diatomea o tizate) entre capa y capa de grano, o vaciar los agentes y mezclarlos con el grano. Las plantas que han mostrado ser repelentes contra el barrenador son las hojas de pirul, menta y estafiate (véase sección de plantas y minerales).



Figura 13. (a) dulto y (b) larva de *T. nigrescens*, predador de *P. truncatus*.



Control químico. En casos de infestaciones importantes se recomienda fumigar con una mezcla de organofosforados a base de malatión deodorizado o pirimifos-metil y piretroides sintéticos, como deltametrina.

Variedades resistentes. Existen variedades nativas y criollos con resistencia a los barrenadores, como por ejemplo, las accesiones del Caribe. Entre las variedades experimentales se encuentran la Población 84 Cuba/Guad.

Palomilla dorada

del maíz (*Sitotroga cerealella* O.)

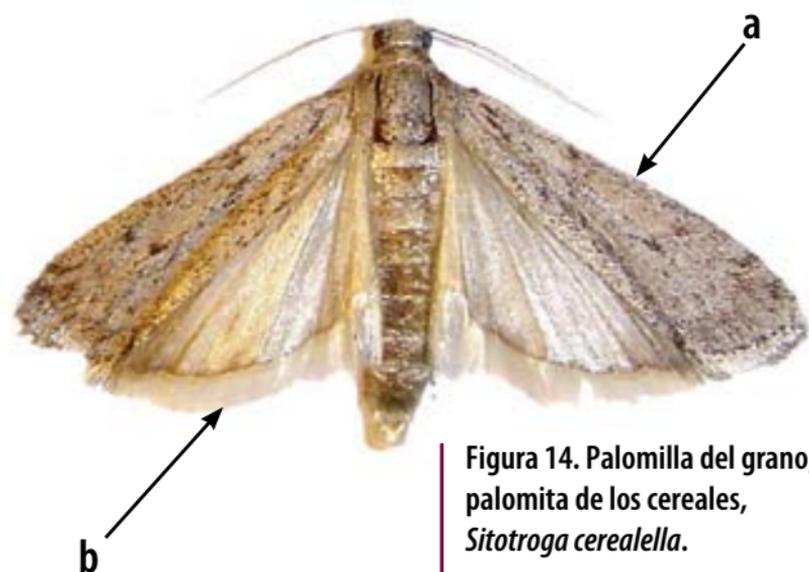


Figura 14. Palomilla del grano, palomita de los cereales, *Sitotroga cerealella*.

¿Cómo es el insecto?

Son pequeñas palomillas de color amarillo a grisáceo, que miden de 6 a 9 mm de longitud y cuya expansión alar es de 13-19 mm (Figura 14). Sus alas anteriores son de color amarillento con puntos pequeños e irregulares (a); las alas posteriores son más pequeñas y de color uniforme (b). Ambos pares de alas tienen flecos de pelo en el margen distal.

¿Dónde se encuentra?

La distribución de este insecto es mundial pero se concentra en zonas tropicales y templadas. En el Estado de México se localiza en mayor proporción en la zona norte, centro y oriente.

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Estos insectos pueden infestar los cultivos en el campo, pero es más frecuente encontrarlos en almacén. Atacan todo tipo de cereales, sobre todo maíz y trigo. La presencia de la palomilla se detecta fácilmente al mover las mazorcas o el grano almacenado. Las larvas perforan el grano y se alimentan en su interior. El daño que causan en las mazorcas tiene una apariencia muy peculiar, que semeja pequeñas ventanas de edificios (Figura 15).



Figura 15. Daño típico de *S. cerealella* en mazorcas de maíz

¿Cómo se desarrolla la infestación?

Las palomillas tienden a poner huevos parecidos a escamas en grupos (Figura 16), que cambian de blanco a rojo al acercarse la emergencia de la larva. La hembra pone un promedio de 150 huevos. Las larvas recién nacidas son diminutas y blancuzcas. Las larvas horadan los granos y completan su desarrollo en el interior, hasta la emergencia del adulto.

¿Cómo puedo controlarlo?

A continuación se presentan algunos ejemplos para el control de la palomilla. Para información general, véase el apartado de métodos de control.

Control biológico. La avispa *Pteromalus cerealella* es el parasitoide de *S. cerealella*; su acción es muy efectiva y, además, ayuda a disminuir la presencia de otras plagas asociadas (Figura 17).

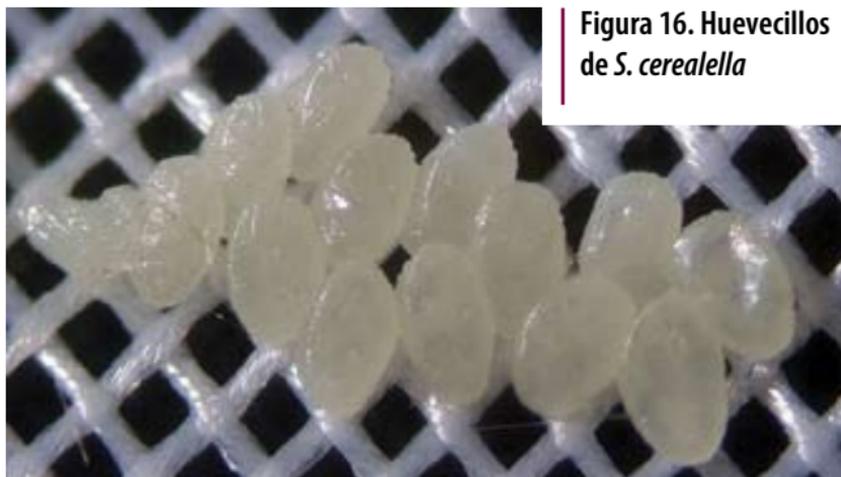


Figura 16. Huevecillos de *S. cerealella*

Prácticas tradicionales. Normalmente las palomillas se introducen en los granos por los pequeños huecos que hay entre uno y otro. Un sistema sencillo de control consiste en mezclar los granos con arena o cenizas. Como las palomillas son muy frágiles y no pueden introducirse en materiales compactos, al usar este método sólo podrán dañar una delgada capa de grano.

Control químico. En casos de infestaciones importantes se recomienda hacer fumigaciones residuales y preventivas. Véase la sección de fumigantes-insecticidas.

Varietades resistentes. Existen variedades nativas y criollos con resistencia a las palomillas. En el Estado de México se pueden conseguir variedades comerciales con niveles de tolerancia aceptables.



Figura 17 Avispita
Pteromalus
cerealella.

Palomilla india de la **harina** (*Plodia interpunctella* H.)



Figura 18. Polilla de la fruta seca, palomilla de la harina, palomilla bandeada, *Plodia interpunctella*.

¿Cómo es el insecto?

En su estado adulto es una palomilla con expansión alar de aproximadamente 1.9 cm. Se diferencia fácilmente de otras palomillas de granos almacenados por las tres franjas en sus alas: una angosta de color café rojizo y una más ancha del mismo tono, separadas por otra de color blancuzco, ésta última a un tercio de la base de las alas.

¿Dónde se encuentra?

La distribución de este insecto es mundial. En el Estado de México se localiza en mayor proporción en las zonas norte y oriente.

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Ataca una gran cantidad de alimentos secos y cereales confinados en depósitos, almacenes, silos y molinos. El mayor daño lo causan las larvas, debido a que devoran el embrión del grano y dejan excremento visible en esa región (Figura 19). Provocan daños secundarios cuando las larvas comienzan a formar una red densa de seda, que da un aspecto desagradable a los granos.



Figura 19. Daño típico causado por *P. interpunctella*.

¿Cómo se desarrolla la infestación?

La hembra pone de 60 a 300 huevos, aislados o en grupos, en los granos almacenados que le servirán de alimento. Las larvas del último estadio son muy activas (Figura 20), por lo que salen del interior de un grano para desplazarse a otro, e incluso ascienden por las paredes del contenedor. Las larvas completamente desarrolladas forman pupas (capullos blancos y sedosos) en la parte exterior de la masa del grano.



Figura 20. Larva (izquierda) y pupa (derecha) de *P. interpunctella*.



¿Cómo puedo controlarlo?

Control biológico. La avispa *Bracon hebetor* es un ectoparásito que se alimenta de larvas de *P. interpunctella*; suele ser más común en zonas tropicales y subtropicales (Figura 21); completa su ciclo de vida en 14 días. Detecta la presencia de su presa mediante compuestos volátiles que emanan de las heces fecales y secreciones mandibulares de la larva.

Control químico. En casos de infestaciones importantes se recomienda fumigar. Véase la sección de fumigantes-insecticidas.

Variedades resistentes. Existen variedades nativas y criollos con resistencia a esta clase de palomillas. En el Estado de México se pueden conseguir variedades comerciales con niveles de tolerancia aceptables.



Figura 21. Adulto de *B. hebetor*.

Gorgojo castaño de la harina (*Tribolium castaneum* H.)



Figura 22. Tribolio de la harina, tribolio castaño, *Tribolium castaneum*.

¿Cómo es el insecto?

El adulto es delgado y mide de 3 a 4 mm de largo; es de color que va de rojizo castaño a marrón negruzco. Se le identifica por los últimos tres segmentos antenales, que son proporcionalmente más anchos y mejor definidos que los anteriores. Las larvas son alargadas, de color blanco cremoso hasta tornarse amarillo marrón, y generalmente miden de 5 a 6 mm de longitud.

¿Dónde se encuentra?

Suele considerarse una plaga secundaria y se asocia con la presencia de plagas primarias. En clima frío solo se le encuentra en recintos donde haya calor.

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Los adultos y las larvas se alimentan ya sea de granos o harinas almacenados, o de vegetales secos en molinos y silos. Los productos que son infestados por gorgojos castaños despiden un olor fuerte y se tiñen de color marrón, lo cual hace que sean poco aprovechables.

¿Cómo se desarrolla la infestación?

Es difícil detectar los huevos ya que son depositados de manera aislada en los granos. La hembra pone un promedio de 350 a 400 huevos durante más de un año. El desarrollo total tarda de siete semanas a tres meses. La larva se transforma en pupa dentro del producto infestado. El adulto puede volar y vivir más de tres años.

¿Cómo puedo controlarlo?

Control biológico. Este insecto tiene una marcada tendencia caníbal y es depredador de huevecillos y larvas de otras plagas de almacén, incluso de parasitoides como *Bracon hebetor*.

Control químico. En casos de infestaciones importantes se recomienda fumigar. Véase la sección de fumigantes-insecticidas.

Barrenillo de los granos

(*Rhyzoperta dominica* F.)



Figura 23. Barrenador pequeño de los granos, taladrillo de los granos, *Rhyzoperta dominica*.

¿Cómo es el insecto?

El adulto mide de 2 a 3 mm de largo; es de color pardo rojizo o negruzco; su cuerpo es cilíndrico y alargado, pero su cabeza y protórax son curvados (los tres últimos segmentos son antenales, triangulares y aplanados). Las larvas tienen cuerpo blanco y cabeza marrón. Las pupas son blancas y se vuelven oscuras cuando el adulto está a punto de emerger.

¿Dónde se encuentra?

En zonas tropicales, subtropicales y templadas donde existen depósitos con temperaturas adecuadas. Se le considera una plaga secundaria y los daños que causa se asocian con la presencia de plagas primarias.

¿Cuándo ataca y qué daños causa?

Infesta diversos granos, pero ataca principalmente al maíz y el trigo. En el caso del trigo se le considera una plaga primaria porque deteriora los granos enteros. Los daños más comunes son perforaciones irregulares y formación de polvillo.

¿Cómo se desarrolla la infestación?

La hembra oviposita entre 300 y 500 huevos en su etapa reproductiva; se sabe que el ciclo de vida dura aproximadamente cuatro semanas. Su capacidad de reproducción se incrementa cuando la temperatura es de más de 23°C, por lo que la infestación es más frecuente en zonas tropicales.

¿Cómo puedo controlarlo?

Control químico. Este insecto es muy resistente a insecticidas como el malatión. En casos de infestación importante se recomienda fumigar con una mezcla de organofosforados (fostoxina) y piretroides sintéticos.

Problemas asociados a plagas

Contaminación con hongos/aflatoxinas.

Otro aspecto que tiene que considerarse en el almacenamiento de maíz es la contaminación por hongos y sustancias altamente tóxicas que se asocian a éstos. Las especies de hongos más comunes en almacén son del género *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. y *Fusarium* sp. (Figuras 24a-c).

***Penicillium* sp.** Infección asociada a daño en las mazorcas causado por insectos. Los síntomas que presenta son la aparición de polvo azul-verdoso que cubre el grano y el olote. Los granos dañados por el hongo adquieren un color amarillento y hay formación de rayas en el pericarpio.

Aspergillus sp. Es un problema serio cuando se almacenan mazorcas con alto grado de humedad. Los síntomas que lo identifican son los grupos de esporas de color verde-amarillo que cubren el grano y el olote. Estos hongos producen toxinas del tipo aflatoxinas.

Fusarium sp. Es el patógeno más común de la mazorca en todo el mundo. La infección comienza en granos individuales y continúa en el micelio, identificable por su apariencia algodonosa con rayas blancas en la superficie de los granos. Produce micotoxinas llamadas fumonisinas.

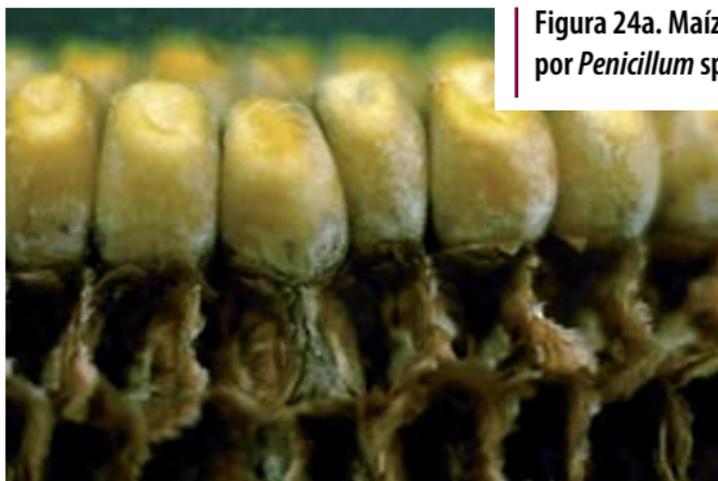


Figura 24a. Maíz infectado por *Penicillium sp.*

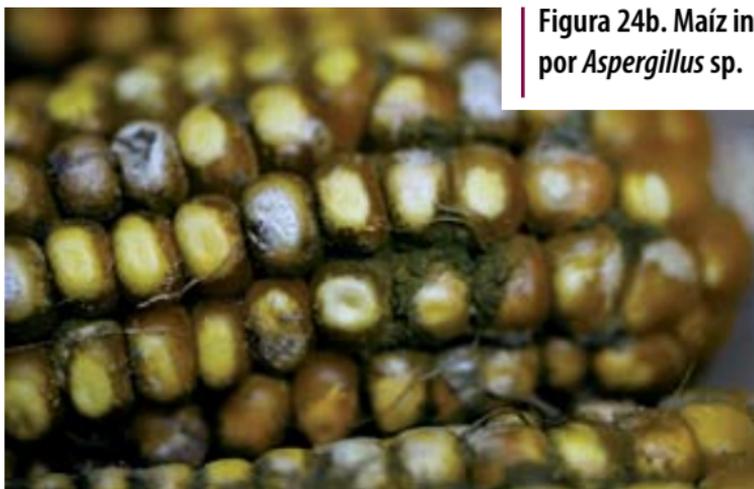


Figura 24b. Maíz infectado por *Aspergillus* sp.



Figura 24c. Maíz infectado por *Fusarium* sp.

Problemas asociados a roedores



Figura 25. Hembra de *Rattus norvegicus*.

¿Cómo es la plaga y dónde se encuentra?

Los roedores son plagas que causan problemas no sólo en los granos almacenados sino en la salud humana. Los roedores poseen filosos incisivos que crecen de 10 a 12 cm al año, y para desgastarlos necesitan roer constantemente. Esta característica los hace ser muy destructores. Existen tres especies de roedores: rata común (*Rattus norvegicus*), rata de techo (*Rattus rattus*) y rata de casa (*Mus músculos*). Es una plaga con distribución cosmopolita. Cabe destacar que en muchas zonas el ataque de roedores constituye una plaga no insectil de gran importancia (Figura 25).

¿Cuándo atacan y qué daños causan?

Los roedores ocasionan daños tanto al grano que está en el campo como en el almacén. Pueden consumir grandes cantidades de grano (Figura 26), sobre todo si las estructuras de almacenamiento no cuentan con protección contra plagas de este tipo. Recordemos que las ratas son portadoras de pulgas, que transmiten bacterias al ser humano, y de enfermedades graves, como la rabia.

¿Cómo se desarrolla la infestación?

Los roedores presentan el índice de reproducción más alto entre los mamíferos. Son capaces de poblar completamente un cultivo partiendo de una baja población. Se sabe que se reproducen de 6 a 10 veces por año con un promedio de 8 crías por parto, las cuales, a su vez, alcanzan la madurez sexual a los tres o cuatro meses de edad.



Figura 26. Grano dañado por *R. Norvegicus*.

¿Cómo puedo identificar la presencia de roedores?

Algunos de los indicios para detectar la presencia de roedores son excrementos (forma y tamaño de una especie a otra), orina (de olor característico y color fosforescente bajo luz ultravioleta), roeduras (algunas especies ocasionan más daño que otras), madrigueras, veredas y huellas.

¿Cómo puedo controlarlos?

El control físico-mecánico incluye prácticas de limpieza y ordenamiento del almacén; asimismo, se sugiere que las estructuras sean a prueba de roedores y que se coloquen trampas.

Control químico. Uso de rodenticidas parafinados a base de anticoagulantes, como la bromadiolona, bromadifacum.

Control biológico. Los depredadores comunes son los búhos, los gavilanes, los halcones y los gatos domésticos.

Selección de maíces para resistencia a plagas de almacén en infestaciones naturales



Figura 27. Galera de gorgojos para evaluación de granos almacenados en zonas rurales.

Dada la importancia de cultivar variedades resistentes a plagas, una opción es evaluar y seleccionar maíces resistentes bajo infestación natural en las fincas de los agricultores, en virtud de que es una tarea sencilla y poco costosa.

Espacio o estructura

Para aplicar esta técnica se necesita un depósito de almacenamiento, por ejemplo, una troje, una bodega o una estructura con techo para impedir la entrada del agua de lluvia, pero con excelente ventilación para que los insectos puedan entrar. Evítese la entrada de animales domésticos.

La estructura deberá estar provista de anaqueles o largueros metálicos para colocar muestras en bolsas. La capacidad se determinará conforme a lo que se requiera para la evaluación.

Preparación de las muestras

Las muestras de maíz deben recolectarse directamente en el campo para evitar posibles daños o deterioro a causa de la humedad del suelo, la lluvia o las aves. Si se desea caracterizar un material en sus tres formas de almacenamiento, es decir, grano, mazorca y con cobertura, se deben cosechar 18 mazorcas de cada genotipo.



Figura 28. Forma de almacén para la evaluación de materiales resistentes a plagas de almacén.

Para cada una de las formas de almacenamiento se utilizan dos bolsas de nailon en las que se ponen, en cada una, tres mazorcas o el grano de éstas y una etiqueta. Los ensayos deben hacerse por duplicado y colocarse juntos. Inclúyase por lo menos un testigo susceptible en cada ensayo (por ejemplo la CML244XCML346 del CIMMYT), para poder hacer comparaciones.

Duración de la infestación natural

La duración del ensayo se determina dependiendo de la plaga que predomine en la región donde vaya a realizarse. Para el gorgojo de maíz se necesitan 90 días, mientras que para el barrenador grande del grano bastan sólo 60. Los testigos susceptibles que se incluyan pueden servir como indicadores del mejor momento para llevar a cabo la evaluación; es decir, cuando el grado de daño sea de entre 6 y 8 (Tabla 1). Se recomienda evaluar el ensayo el mismo día o dentro del menor tiempo posible para minimizar las diferencias entre la primera y la última evaluación.

Evaluación de los materiales

Para procesar una gran cantidad de muestras en periodos cortos, se efectúa una evaluación visual de daños rotando un par de veces la mazorca sobre los dedos, y el porcentaje de daños causados por los insectos se estima con base en el número de granos dañados en la mazorca. El porcentaje se convierte a una escala que va del 1 al 10, como se muestra en la Tabla 1 y en la Figuras 29a y b.

Una variedad es resistente si se encuentra en un rango de entre 3 y 5; si la calificación es de 9 o 10, la variedad es susceptible.

Tabla 1. Escala visual de porcentaje de daño y pérdida de peso en la evaluación de plagas de almacén.

Daños (%)	Escala 1-10	Pérdida de peso (%)	
		Gorgojo	Barrenador
0	0	0	0
10	1	1	1
20	2	2	4
30	3	4	6
40	4	6	9
50	5	8	12
60	6	10	16
70	7	12	20
80	8	14	25
90	9	16	32
100	10	>18	>40



Figura 29. Mazorca con valor 2 de resistencia (izquierda) y mazorca susceptible con valor 9 (derecha) en la escala visual de daños.



Medidas de control

Mejorar las prácticas de almacén

¿Cómo prevenir las infestaciones por plagas?

Con el propósito de prevenir infestaciones y daños durante el almacenamiento, hay por lo menos tres fuentes de infestación que deben evitarse:

Infestación proveniente del campo. Ésta ocurre cuando los insectos rondan el maíz durante el tiempo de maduración. Es posible que los insectos hayan estado antes en almacenes infestados, y aunque al principio el grado de infección sea muy bajo, podría incrementarse durante el período de resguardo del grano. Por lo menos seis semanas antes de la cosecha, asegúrese de que su almacén no contenga material infestado.

Poblaciones residuales en los sitios de almacén.

La estructura de almacenamiento debe ser limpiada y tratada, asegurándose de que paredes, pisos y techos queden perfectamente limpios. De ser necesario, el usuario deberá reparar los contenedores, eliminar todo tipo de objetos en el interior y aplicar insecticida.

Infestación cruzada o contaminación por entrada de material infestado.

Para evitar contaminación con grano infestado, todo el grano del ciclo anterior debe ser desalojado del contenedor y sometido a tratamiento químico. No se debe permitir la mezcla de granos de diferentes ciclos si no han sido previamente tratados.

Reglas de protección en almacén

¿Cómo almacenar mejor la cosecha?

Para obtener mejores resultados, sugerimos a los usuarios de la presente guía tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

En tiempo de cosecha

- Doblar el tallo de la planta por debajo de la mazorca para evitar que entre el agua y daños causados por las aves.
- Revisar si el grano ya llegó a la madurez. Esto se determina tomando algunas mazorcas y observando si ya se ha formado una línea oscura en el grano.
- Evitar que el grano pase mucho tiempo en el campo una vez que llegue a la madurez.

Forma de cosecha del maíz

- Si el maíz va a cosecharse con cobertura o totomoxtle, asegúrese de que el grano esté en proceso de secado y de que no haya indicios de plagas.
- Si fuera éste el caso, observe si hay agujeros, harina (polvillo) o insectos.

- Si va a cosechar únicamente mazorcas, asegúrese de separar y seleccionar las que estén dañadas. Almacene aquellas que estén sanas y utilice de inmediato las que muestren daños.

Secado del grano

- Es importante realizar el secado lo antes posible para evitar que el grano se infeste.
- El maíz debe secarse al sol durante algún tiempo.
- Para confirmar que el maíz está seco, coloque una muestra de grano en un frasco, ciérrelo y expóngalo al sol durante una hora. Si se forman gotas de agua en las paredes, déjelo secar por más tiempo. En caso contrario, póngalo al sol dos días más para asegurarse de que el grano esté seco.
- Otro método de evaluación es mediante el sonido del crujir del maíz.
- Algunas formas alternativas de secado son el calor seco o el humo de una fogata.

Limpieza del grano

- Considere una segunda selección manual de las mazorcas para retirar aquellas que estén dañadas o infestadas.
- Si va a desgranar, es importante tamizar el grano para eliminar basura o insectos.

- Haga limpieza nuevamente antes de colocarlo en el depósito de almacenamiento.

Lugar de almacenamiento

- Elija el lugar de almacenamiento: cuarto, bodega, troje, tapanco, etc.
- Limpie perfectamente el área destinada al almacén. Esto incluye la eliminación de la cosecha del ciclo anterior, a fin de evitar contaminación por plagas existentes. El espacio debe estar seco y fresco para prevenir la aparición de plagas.
- Si el almacenamiento se hace en costales, éstos deben hervirse y secarse antes de utilizarlos; si son bolsas de plástico, asegúrese de que estén completamente limpias.
- Si utiliza tambos, lávelos perfectamente para eliminar restos de óxidos o solventes, déjelos secar y, de ser necesario, píntelos.
- Silo metálico. Es un recipiente excelente para almacenar grano. El único cuidado que se requiere es colocarlo a la sombra y guardar el maíz bien seco.

Aplicación de tratamientos

- Los tratamientos se aplican cuando se vacía el grano en el contenedor u otro depósito de almacenamiento.

- Si va aplicar tratamientos con agentes inertes, minerales o polvos de plantas, asegúrese de mezclar perfectamente los ingredientes con el grano, en la proporción que se indica en la tabla.
- Para el grano que se almacena en costales, tambos o silos, se aplica la dosis del agente elegido, se mezcla perfectamente y se deposita en el contenedor.
- Si utiliza plantas intactas o frescas, colóquelas en la capa del grano que está en contacto con el ambiente.
- Si emplea un tratamiento con pastillas, hay que tomar PRECAUCIONES. Las pastillas de fosfina son muy peligrosas y únicamente personas capacitadas deben aplicarlas. NUNCA las utilice en el interior de casas-habitación.

Monitoreo

El grano almacenado debe revisarse con regularidad para detectar oportunamente la presencia de plagas y aplicar un nuevo tratamiento.

Tratamientos para combatir las plagas

Sustancia inertes

Nombre: Ceniza, de madera local o de olote.

Preparación y dosis: Use de 10 a 50 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Minerales

Nombre: Tizate®, Mineral de la Sierra Morones, Zacatecas.

Preparación y dosis: Use hasta 10 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Nombre: Tierra diatomea. Se usa como agente de limpieza para albercas.

Preparación y dosis: Use hasta 10 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Nombre: Diatomaceous earth (Protect-it DE, Hedley Technologies Ltd., Mississauga, Canadá).

Preparación y dosis: Use hasta 10 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Plantas

Nombre: Pea Protein (Parrheim Foods Ltd, Saskatoon, Canadá)

Preparación y dosis: Use hasta 10 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Nombre: Alverjón (*Pisum sativum Biovar*)

Preparación y dosis: Muela los granos hasta obtener un polvo fino. Use de 10 a 50 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Nombre: Haba (*Vicia faba* L.)

Preparación y dosis: Muela los granos de alverjón hasta obtener un polvo fino. Use hasta 20 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Nombre: Epazote (*Chenopodium ambrosoides* L., Quenopodiáceas)

Preparación y dosis: Puede usarse fresco. Las hojas de la planta se ponen a secar al sol, se muelen hasta obtener un polvo fino. Use hasta 20 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Nombre: Chicalote (*Argemone ochroleuca*, Papaveraceas)

Preparación y dosis: Las plantas se secan al sol, se muelen hasta obtener un polvo fino. Use hasta 20 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Nombre: Boldo (*Peumus Boldus*, M)

Preparación y dosis: Las plantas se secan al sol y se muelen hasta obtener un polvo fino. Use hasta 20 gramos por cada kilogramo de maíz y mezcle.

Fumigantes

Se recomienda emplear insecticidas únicamente cuando las poblaciones de plagas alcanzan valores anormales y ponen en riesgo el grano almacenado. Para aplicar el agente elegido, el usuario deberá apegarse a las instrucciones del fabricante, considerando que las sustancias de esta clase son muy peligrosas.

Nombre: Fosfina

Precauciones

- Este fumigante es muy peligroso si no se emplea correctamente. Léanse las instrucciones del envase.
- Para realizar una fumigación, asegúrese de que dispone de contenedores herméticos o cerrados (bidones, sacos de plástico); de que el grano quedará protegido por toldos o telas de plástico o guardado en tambos o silos metálicos.
- No lo utilice en pabellones o cuartos destinados a la vivienda.

- El gas de fosfina se vende en forma de tabletas de fosforo de aluminio, que liberan fosfina al entrar en contacto con la humedad del aire. NUNCA toque las pastillas; se recomienda utilizar guantes.
- Coloque las pastillas en recipientes para facilitar su eliminación al término de la tarea; puede utilizar frascos con tapa abierta, charolas o envases metalicos.
- Tras aplicar la sustancia, mantenga el producto cerrado herméticamente, durante tres días por lo menos.
- Al terminar, ventile el contenedor, teniendo cuidado de no aspirar los gases que emanen del interior.
- Permita que se ventile por un par días y luego retire cuidadosamente los residuos, colóquelos en una bolsa y elimínelos.

Preparación y dosis

La cantidad de pastillas que vaya a utilizarse se determinará conforme a la capacidad del recipiente o silo y no del volumen almacenado. Así, pues, se sugiere aplicar:

- Tres (3) pastillas para un contenedor hermético de una tonelada.
- Dos (2) pastillas para un tambo de 250 litros.
- Una (1) pastilla por cada cuatro costales, colocados en bolsas de plástico suficientemente grandes.

El tratamiento puede repetirse después de tres o cuatro meses, dependiendo de la reincidencia de las plagas.

Glosario

Umbral económico. Es la densidad de población a la cual deben tomarse acciones de control e impedir que una creciente población de plagas alcance niveles de daño económico.

Plaga. Es todo aquel organismo que disminuye la cantidad o calidad de lo que es útil para el hombre.

Parásitos. Son organismos que se alimentan en el exterior o el interior de otro; en los insectos parasitoides comúnmente se encuentran dentro de los órdenes Díptera e Himenóptera, que, por lo general, durante su desarrollo requieren como larva un huésped.

Parasitoide. Véase parásito.

Protórax. Región anterior del tórax, que se localiza inmediatamente después de la cabeza.

Ectoparásito. Organismo que vive en la superficie de otro organismo y se alimenta de él.

Aflatoxina. Son micotoxinas producidas por muchas especies de hongos del género *Aspergillus* sp. Las aflatoxinas son tóxicas y carcinogénicas para los animales, incluidos los seres humanos.

Estado. Cada una de las principales divisiones sucesivas del ciclo de vida del insecto (huevo, larva o ninfa, pupa y adulto).

Instares larvales. Es la forma que adquiere el insecto después de una muda.

Estadio. Periodo de tiempo que transcurre entre cada muda.

Distal. Región más lejana de la estructura en cuestión.

Proximal. Región más cercana de la estructura en cuestión.

Agradecimientos

Los autores agradecemos enormemente el valioso trabajo editorial de Mike Listman, redactor científico del CIMMYT, así como la producción y diseño de Miguel Mellado, Antonio Luna A. y Eliot Sánchez. La edición en español estuvo a cargo de Ma. Concepción Castro, a quien damos las gracias por su valioso tiempo. Este manual fue revisado tanto por expertos que generosamente aportaron valiosas ideas, como por los participantes de los cursos de QPM en Centroamérica, especialmente en El Salvador.

ISBN: 970-648-154-0



CONACYT



CIMMYT^{MR}

www.cimmyt.org