

Insectos y hongos en los granos almacenados en Yucatán

Ramón Rodríguez Rivera
Francisco J. Herrera Rodríguez

INTRODUCCIÓN

El hombre ha tenido necesidad de almacenar los productos alimenticios que consume, debido a que la mayoría de éstos se producen estacionalmente y por lo tanto deben estar disponibles cuando se requieren. Los granos constituyen el alimento básico de la totalidad de la población mundial: el arroz cuyo origen se sitúa en Asia, el trigo procedente del Medio Oriente y Europa, el maíz de México y Centroamérica, el sorgo ampliamente consumido en África y los otros llamados cereales menores como la cebada, la avena y el triticale, en esta época se cultivan prácticamente en todo el planeta. Por otro lado, las leguminosas comestibles aportan nutrientes, principalmente proteínas, que no tienen los cereales; dentro de este grupo se encuentran los frijoles, como el x'colibu'ul que se siembra asociado a la milpa, o el x'pelon y los ibes de tan amplio con-

sumo en Yucatán. Otras leguminosas importantes son la soya, el chícharo, el garbanzo y las lentejas, las cuales no se cultivan en nuestra región, pero que pueden ser almacenadas por los comerciantes que las importan de otros lugares para su procesamiento, como es el caso de la soya, o su venta posterior en mercados y supermercados. Los granos de cereales y leguminosas son utilizados principalmente para el consumo humano, en algunos casos para la alimentación de animales y también como semilla para ser cultivada posteriormente.

Durante el almacenamiento, diversos factores deterioran y destruyen los granos que con tanto esfuerzo e inversión se logran obtener. Para evitar el daño ocasionado, desde la antigüedad el hombre ha desarrollado conocimientos y tecnologías que hacen del manejo poscosecha un campo cada vez más complejo y especializado. Los factores identifi-

Ramón Rodríguez Rivera. Doctor en entomología, por la Universidad de Kansas, Estados Unidos. Ganador del Premio Nacional Coca Cola 2002.

Francisco J. Herrera Rodríguez. Maestro en tecnología de alimentos, por la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán; con especialización en conservación de cereales, La Habana, Cuba. Miembro de la Asociación de Tecnólogos de Alimentos en México.

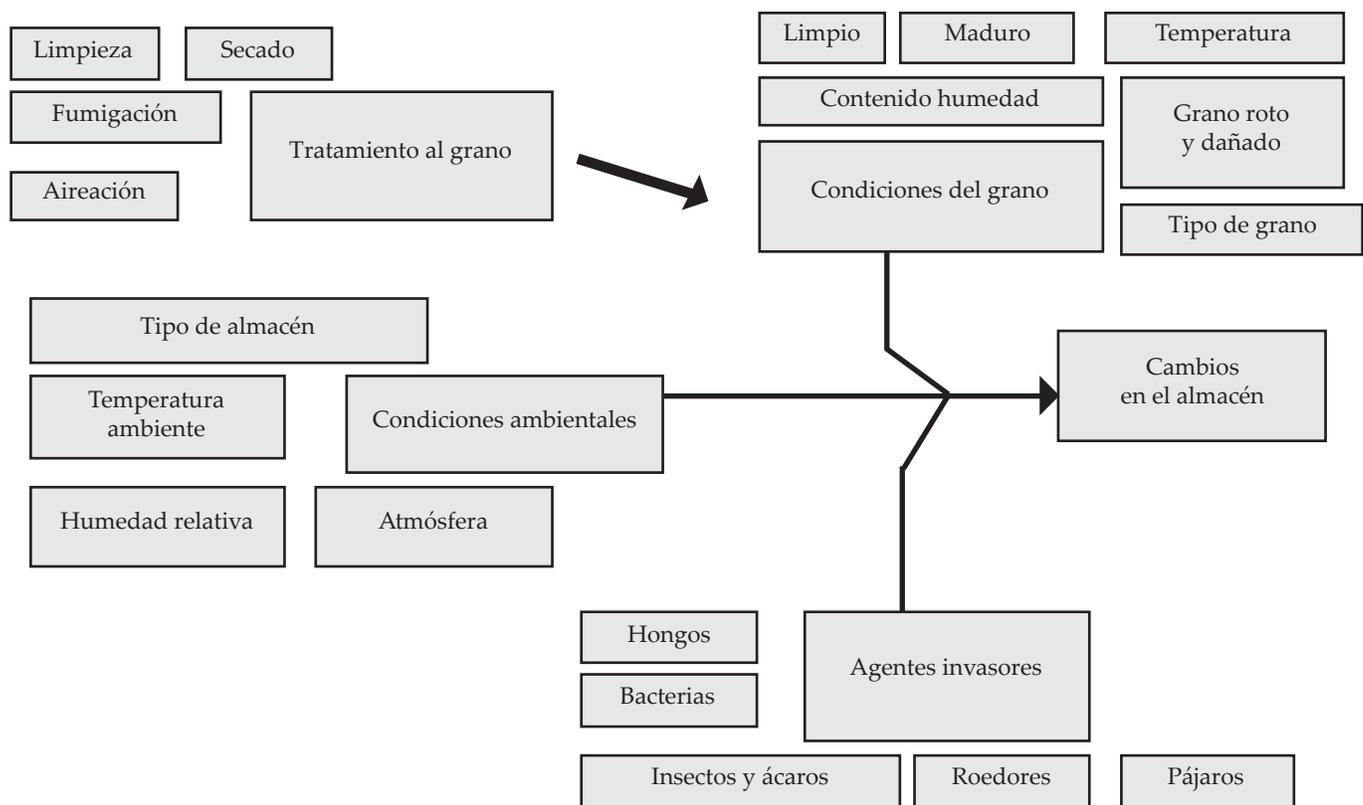


cados que ocasionan el deterioro de los alimentos pueden ser de diferente naturaleza; sin embargo, los insectos y los hongos ocupan un lugar muy importante como agentes invasores en los almacenes de granos.

INSECTOS QUE ATACAN LOS GRANOS EN EL ALMACÉN

La mayoría de las plagas de productos almacenados pertenecen al *Phylum arthropoda*, caracterizados por tener un esqueleto externo y patas articuladas. Entre éstos se encuentran las arañas, los pseudoescorpiones y los ácaros que se encuentran en los almacenes y pertenecen a la Clase Arácnida; tienen ocho patas en el estado adulto y carecen de alas, antenas

y ojos compuestos. Los artrópodos restantes pertenecen a la Clase Insecta, los cuales tienen seis patas y un par de antenas; la mayoría poseen ojos y alas. Esta Clase incluye la gran mayoría de los animales que habitan nuestro planeta; se considera que existen alrededor de dos millones de especies de insectos, de las cuales solamente una veintena están adaptadas básicamente para vivir en un volumen de grano. Éstas son las que se consideran como las plagas más importantes de los productos almacenados y que pueden ser sujetos de medidas cuarentenarias. Sin embargo, existe un grupo un poco mayor representante de diversos grupos taxonómicos que se encuentra en los



almacenes casi en forma universal. Entre ellos se presentan a los más representativos en el Cuadro 1.

Las especies de importancia económica se encuentran indudablemente dentro de los Órdenes Coleóptera y Lepidóptera en su gran mayoría. Los insectos de granos almacenados conforman cuatro grupos de acuerdo con la naturaleza y grado de asociación con los granos y subproductos:

- Plagas primarias: 14 especies bien adaptadas para vivir en el grano almacenado y responsables por la mayoría de las pérdidas ocasionadas en los almacenes comerciales y rurales.
- Plagas secundarias: alrededor de 175 especies de insectos y ácaros, las cuales pueden causar daños severos bajo condiciones particulares.
- Plagas ocasionales: número indeterminado de especies cuyo daño principal es causado por la contaminación de su presencia.
- Parásitos y depredadores de los tres grupos anteriores en número desconocido, entre los cuales se encuentran otros insectos y arácnidos.

En la península de Yucatán se han identificado 38 especies, atacando granos de maíz y frijol almacenados; en el Cuadro 2 se muestra una recopilación de los insectos considerados

Cuadro 1
Insectos que atacan los granos en el almacén

Clase Arácnida
Subclase Aranea – arañas
Subclase Acarina – ácaros
Clase Insecta
Subclase Apterygota – insectos sin alas
Orden Thysanura – pescaditos de plata
Subclase Pterygota – insectos con alas
División Hemimetabola – insectos con metamorfosis incompleta
Orden Orthoptera – cucarachas
Orden Dermaptera – tijerillas
Orden Isóptera – termitas
Orden Psocóptera – piojos de libros
Orden Hemíptera – chinches depredadoras
División Holometabola – insectos con metamorfosis completa
Orden Díptera – moscas, mosquitos
Orden Lepidóptera – palomillas, mariposas
Orden Coleóptera – gorgojos
Orden Hymenóptera – hormigas, avispas



como los causantes de los daños más severos en los almacenes rurales y comerciales, los cuales tienen una amplia distribución en México.

Como todos los organismos vivos, los insectos de productos almacenados tienen requerimientos de temperatura y humedad, además de alimento, para completar sus ciclos biológicos. Debido a que la búsqueda de alimento no es una función necesaria en este grupo de insectos, con algunas excepciones, la humedad y la temperatura son los dos factores físicos que determinan el crecimiento y desarrollo de las poblaciones de insectos en los almacenes de productos alimenticios.

Numerosos autores han reportado las condiciones óptimas necesarias para el desarrollo de los insectos; la información concentrada y adaptada se muestra en el Cuadro 3.

Algunas de las plagas más destructivas de grano almacenado en todo el mundo pertenecen a varias especies del género *Sitophilus*, principalmente *S. zeamais* y *S. oryzae*. Ambas especies se encuentran en todas las regiones cálidas y tropicales del mundo, lo que las hace unas de las especies más cosmopolitas. *S. zeamais* se desarrolla en diferentes especies de maíz en 31 a 37 días a 27°C y 70% HR y es un volador muy vigoroso, a diferencia de *S. oryzae*, lo cual le

Cuadro 2
Insectos plaga más importantes de los productos almacenados en México

Nombre científico	Nombre común
<i>Sitophilus zeamais</i> Motsch.	Picudo del maíz
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	Picudo del arroz
<i>Prostephanus truncatus</i> (Horn)	Barrenador grande de los granos
<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius)	Barrenador pequeño de los granos
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Gorgojo de tórax aserrado
<i>Tribolium castaneum</i> (Hbst.)	Gorgojo castaño de la harina
<i>Tribolium confusum</i> Duval	Gorgojo confuso de la harina
<i>Sitotroga cerealella</i> (Oliver)	Palomilla dorada del maíz
<i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say)	Gorgojo del frijol
<i>Zabrotes subfasciatus</i> Boheman	Gorgojo pinto del frijol
<i>Cryptolestes pusillus</i> (Schon.)	Gorgojo plano de los granos
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Steph.)	Gorgojo rojizo de los granos

permite iniciar las infestaciones en el campo antes de la cosecha.

Los insectos de la familia Bostrichidae son principalmente barrenadores de madera; sin embargo, hay dos especies primarias que viven en productos almacenados: *Prostephanus truncatus* y *Rhyzopertha dominica*. El barrenador grande de los granos ha sido reportado como una de las plagas más severas del maíz antes y después de la cosecha, principalmente atacando al maíz en mazorca. El desarrollo de la larva hasta el estado adulto se lleva solamente 27 días en maíz a 32° C y 80 % HR; tolera bajos contenidos de humedad en el grano (9 %), lo cual le permite una rápida distribución en grano seco, condiciones que la mayoría de las especies no soportan.

Una característica que facilita la

identificación de la presencia de este insecto en los almacenes es el polvo que produce el insecto al barrenar el grano o las mazorcas y que en ocasiones es considerable. En el sureste de México y en Centroamérica se ha identificado a *Teretriosoma nigrescens* (familia Histeridae) como un depredador muy efectivo del barrenador; en la península de Yucatán se ha demostrado la presencia de ambas especies dentro y fuera de los almacenes.

Los granos y semillas de las leguminosas comestibles son atacados exclusivamente por especies de la familia Bruchidae; los gorgojos del frijol *A. obtectus* y *Z. subfasciatus* tienen ciclos de vida y comportamiento muy similares. Los huevecillos son hemiesféricos y son depositados sobre el grano en forma suelta, en

Cuadro 3
Factores físicos necesarios para el desarrollo y crecimiento de las poblaciones de algunas especies de insectos de productos almacenados

Especie	Temperatura (° C)		Humedad relativa (H.R.)
	Mínima	Rango	Mínima
<i>Sitophilus zeamais</i>	17	25 - 30	50
<i>Prostephanus truncatus</i>	18	30 - 34	40
<i>Rhyzopertha dominica</i>	23	32 - 35	30
<i>Tribolium castaneum</i>	22	32 - 35	1
<i>Sitotroga cerealella</i>	16	26 - 30	20
<i>Zabrotes subfasciatus</i>	22	29 - 33	30
<i>Trogoderma granarium</i>	24	33 - 37	1
<i>Ahasverus advena</i>	?	30 - 35	80

hendiduras en la testa del frijol o en las vainas. Las condiciones óptimas de desarrollo son de 32° C y 70% HR; el ciclo de vida bajo estas condiciones tiene lugar en 24-25 días en granos de frijol común, ibes, semillas de x'pelon y otras leguminosas.

HONGOS EN LOS GRANOS ALMACENADOS

Los hongos que invaden granos y semillas son organismos generalmente microscópicos carentes de clorofila y tejidos conductores, constituidos de un micelio formado por hifas y un sistema reproductor destinado a di-

seminar la especie a través de esporas sexuales y asexuales, que pueden ser transportadas por el aire, el agua, el suelo, los insectos, diversos roedores y por el mismo hombre. Estas características le confieren a los hongos una gran capacidad de reproducción, penetración, ubicuidad y diseminación, por lo cual el daño que causan puede ser enorme, a pesar que en ocasiones no es visible a simple vista.

Según las condiciones de humedad, tanto ambiental como la del grano, estos microorganismos han sido agrupados como hongos de campo y de almacén para propósi-



tos prácticos, no taxonómicos. Los hongos de campo pueden invadir los granos antes de la cosecha, cuando el contenido de humedad se encuentra todavía en niveles de 20% o más; a medida que el grano pierde humedad y es cosechado para su posterior almacenamiento, estos hongos habitualmente no sobreviven y entonces predominan los hongos adaptados a condiciones de humedad más bajas, normales en los almacenes. Existe una multitud de hongos de campo, de entre los cuales *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* y *Helminthosporium* son los géneros mejor representados, ya que invariablemente se pueden detectar en granos recién cosechados de casi todos los cereales; estas especies pueden sobrevivir largo tiempo en grano seco y mueren rápidamente en grano almacenado con un contenido de humedad en equilibrio con

humedades relativas de 70 a 75%.

Los hongos de almacén son los principales agentes que pueden causar un grave deterioro del grano de manera muy particular al grano utilizado como semilla, ya que el ataque de esos microorganismos puede matar el embrión. En el grano para consumo humano y animal, además del deterioro fisicoquímico y nutricio ocasionado, la producción de toxinas de algunas especies es causa de enfermedades y patologías tan severas como la carcinogénesis. Las especies más importantes de este grupo se muestran en el Cuadro 4.

Especies del grupo *Fusarium*, considerado en general como hongo de campo, pueden sobrevivir en el almacén bajo condiciones idóneas y producir micotoxinas muy poderosas. Los substratos más comunes para la producción de micotoxinas son el

Cuadro 4
Hongos de almacén prevaecientes en granos de cereales con diferentes contenidos de humedad

Especie	Límites mínimos de humedad (%)	
	Maíz/Trigo	Soya
<i>Aspergillus restrictus</i>	13.5 – 14.5	12.0 – 12.5
<i>Aspergillus glaucus</i>	14.0 – 14.5	12.5 – 13.0
<i>Aspergillus candidus</i>	15.0 – 15.5	14.5 – 15.0
<i>Aspergillus ochraceus</i>	15.0 – 15.5	14.5 – 15.0
<i>Aspergillus flavus</i>	18.0 – 18.5	17.0 – 17.5
<i>Penicillium</i>	16.5 – 19.0	16.0 – 18.5



maíz, el cacahuete, la copra, diversas nueces y la semilla de algodón. Las condiciones para la producción de toxinas no son las mismas que requiere el establecimiento del hongo o la germinación de esporas; esto significa que la presencia de hongos en el grano no indica necesariamente que haya producción de toxinas. Las micotoxinas mejor estudiadas y, por lo tanto, las mejor conocidas, son las aflatoxinas, producidas por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*; estas aflatoxinas han sido identificadas como B₁, B₂, G₁, G₂ y M, de acuerdo a diferentes características propias del color que muestran bajo la luz ultravioleta (B = blue – azul y G = green – verde) o del substrato preferido (M = milk = leche).

Aun cuando existe abundante información sobre las aflatoxinas, en el Cuadro 5 se muestra una selección de diversas especies de hongos y las toxinas identificadas que producen cada una; de la mayoría no se conocen muchas de sus características y funciones y se sabe que hay muchas más que no han sido identificadas.

Debido al efecto que pueden tener las aflatoxinas en el hombre y los animales, se ha determinado en muchos países la dosis letal en diversas especies; por ejemplo, en cerdos la LD₅₀ es de 0.6 mg/kg de peso corporal, en el pollo es de 6.3 y en el mono de 2.2. Estos valores difieren cuando se trata de animales jóvenes y si se trata de hembras o machos. Por lo tanto, en México se han emitido

Cuadro 5
Diversas especies de hongos y las toxinas identificadas que producen cada una

Especie de hongo	Micotoxina S
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoxinas, ácido ciclopiazónico
<i>A. niger</i>	Malforminas, ácido oxálico
<i>A. ochraceus</i>	Ocratoxinas, ácido penicílico
<i>A. parasiticus</i>	Aflatoxinas
<i>A. versicolor</i>	Esterigmatocistina, ácido ciclopiazónico
<i>Penicillium citrinum</i>	Citrinina
<i>P. islandicum</i>	Luteskirina. Islanditoxina
<i>P. verrucosum</i>	Ocratoxinas, citrinina, xantomegnina
<i>Fusarium graminearum</i>	Tricotecenes, zearalenona
<i>F. moniliforme</i>	Moniliformina, fumonicinas, fusarinas

recomendaciones sobre el contenido máximo permitido de aflatoxinas en maíz para la alimentación humana y de ganado; estas tolerancias son:

- Alimentación humana, animales jóvenes, ganado lechero o de uso no determinado: 20 ug/kg
- Alimentación de animales reproductores de ganado bovino y porcino; aves adultas: 100 ug/kg
- Alimentación de cerdos en la etapa final de engorda (45 kg o más): 200 ug/kg
- Alimentación de ganado bovino en su etapa de engorda: 300 ug/kg
- Maíz con más de 300 ug/kg debe destruirse

INTERACCIONES ENTRE INSECTOS Y HONGOS EN EL ALMACÉN

Los hongos generalmente acompañan o siguen después de la infestación del grano por insectos de almacén, debido a que éstos pueden incrementar la actividad del agua y la temperatura a niveles óptimos para el desarrollo fúngico. Además, los insectos pueden servir de transporte interno y externo de esporas. La sucesión de las comunidades de insectos en el ecosistema de granos almacenados, no está estrictamente regulada por el contenido de humedad del grano, como sucede con el patrón de colonización de los hongos, sino que depende del tipo de insecto:

si es parasitoide, depredador, plaga primaria o carroñero. Los hongos representan un beneficio nutritivo muy importante para los insectos que se alimentan de detritus, entre los que se encuentra un buen número de plagas de granos y productos alimenticios almacenados.

Los insectos que se alimentan de grano mohoso son capaces de metabolizar los metabolitos tóxicos de los hongos. Por ejemplo, *Carpophilus hemipterus* (L.), que es una especie fungívora, no es afectado por 25 ppm de aflatoxina B₁, y es diez veces más eficiente en metabolizar los tricotecenos producidos por *Fusarium*, que especies que atacan el maíz, pero que no se alimentan de hongos. Especies como *Tribolium confusum* son generalmente resistentes a las micotoxinas, pero también son más selectivos en su alimentación.

CONCLUSIÓN

Los daños y pérdidas en grano almacenado causados por la invasión de insectos y hongos son muy importantes y pueden ser resumidos de la siguiente forma:

- Daño directo: consumo del grano; contaminación; estructuras y recipientes.
- Daño indirecto: migración de calor y humedad en el almacén; distribución de microorganismos en todo el volumen de grano; dis-



tribución de parásitos al hombre y animales domésticos; resistencia del consumidor; heces y fragmentos en productos derivados.

- Uso de plaguicidas: costos; residuos.

LITERATURA CONSULTADA

Cotton RT and Wilbur DA. 1984. Insects. Chap. 5. In: *Storage of Cereal Grains and Their Products*. Christensen, C.M. (ed.). AACC. St. Paul, Minn. pp 193-231.

Dell'Orto HT y Arias VC. 1985. *Insectos que dañan granos y productos almacenados*. FAO. Serie: Tecnología Poscosecha. p 142.

Frisvad JC. 1995. Mycotoxins and mycotoxigenic fungi in storage. Chap. 8. In: *Stored-Grain Ecosystems*. Jayas et al (eds.) Marcel Dekker, New York. pp 251-288.

Rees DP, Rodriguez RR and Herrera RF.

1990. Observations of the ecology of *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Col.: Histeridae) and its prey *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae) in the Yucatan peninsula, Mexico. *Tropical Science* 30(2): 153-165.

Rodriguez- Rivera R. 1990 The on-farm storage of maize and pest status of larger grain borer in Southern Mexico. In: *Proc. IITA/FAO Coordination Meeting*, Cotonou, Benin. pp 25-29.

Rodríguez RR. 1992. Preinspección fitosanitaria de granos y subproductos: Plagas de importancia cuarentenaria. In: *Acreditación en la preinspección fitosanitaria de granos y subproductos*. Cibrian et al. (comp.). SARH/CP. Montecillo, Texcoco. pp 17-27.

Rodríguez RR. 1992. Manejo de la producción y almacenamiento de granos de la milpa. In: *La modernización de la milpa en Yucatán: utopía o realidad*. Zizumbo et al. (eds.). CICY/DANIDA. Mérida, Méx. pp 247-256.

