

Insectos del cacao almacenado: daños provocados y métodos de detección

Rafael Vicente Navarro
Rigel J. Liendo

Investigadores. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

El almacenamiento de granos comestibles puede ser afectado por el ataque de organismos plaga, que luego se reflejan en la pérdida de su calidad. Entre estos organismos plaga se incluyen: roedores, aves, insectos y microorganismos.

La accesibilidad de los roedores y aves puede prevenirse mediante barreras físicas; sin embargo, los insectos no se pueden descartar totalmente por éste medio, porque existe la posibilidad de que los productos agrícolas que se almacenan estén infectados.

Daños provocados

Los insectos tienen la particularidad de poder sustentarse con diversas fuentes nutritivas: sustancias alimenticias que contengan menos de 2% de carbohidratos (*Tribolium confusum* y *Lasioderma serricorne*), frutos secos con contenido mayores de 60% de azúcares (*Carpophilus* sp.), almendras con 50-70% de contenido de grasa (*Ephestia cautella*) y pescado fresco con 20% de proteína (*Dermestes maculatus*).

Los daños que provocan los insectos en los productos almacenados son de diversos tipos: deterioro físico del producto, merma de su valor nutritivo y disminución del contenido comestible para el consumo humano y animal. En este sentido, las pérdidas de materia seca comestible pueden estimarse en alrededor de 0,5 a 17% en cereales y hasta 50% en leguminosa.

Un sólo insecto es capaz de consumir hasta 35 miligramos de materia seca, desde el momento en que inicia su desarrollo hasta que se convierte en adulto. Por otra parte, sus excretas (principalmente, ácido úrico), metamorfosis, secreciones y restos de cuerpos muertos, también son problemas importantes en el control de calidad de los productos

alimenticios. Existen riesgos mayores como es el caso del *Tribolium* spp (escarabajo de la harina), el cual segrega sustancias como 2-etil 1,4 benzoquinona, 2-metil 1,4 benzoquinona y 2 metoxi 1,4 benzoquinona, que se presumen cancerígenos e imparten olores indeseables a los alimentos. De ahí, que la pérdida de las propiedades reológicas de los productos de panificación se atribuye a la contaminación causadas por insectos. Otros cambios provocados por los insectos son: la disminución del contenido de proteína y de los niveles de azúcares reductores en productos y granos almacenados. Los insectos también son responsables por la infestación y proliferación de hongos micotoxinogénicos en los granos almacenados.

Otro aspecto interesante de los insectos que atacan a los granos almacenados es su tamaño pequeño, de alrededor de tres a cinco milímetros, lo que limita las posibilidades de detectarlos. Sin embargo, son altamente prolíficos y capaces de multiplicarse en muchas generaciones de insectos en un período de un año.

En muchas oportunidades, los daños a los granos de cacao que ocasionan los insectos no son totalmente apreciados durante su examen, porque apenas se evidencia un pequeño agujero en la cáscara, aunque también se puede detectar su existencia a través de los excrementos adheridos a la cáscara; sin que esto implique, que forzosamente, hubo penetración hasta los cotiledones del grano.

Insectos asociados con los granos almacenados de cacao

Aunque en el trópico, el período de almacenamiento de las almendras de cacao es relativamente breve, después la cosecha y su beneficio, la implementación de medidas de control débiles permite

la supervivencia de estos organismos durante su traslado a los países consumidores, por lo que posteriormente se pueden dispersar en los almacenes. En el Cuadro 1 se presentan los insectos más importantes que están asociados con los granos almacenados.

Polilla del algodón almacenado
Ephestia cautella (Walter)
Lepidoptera: Pyralidae

La mariposa mide 13 milímetros de longitud y es de color grisáceo. En las alas anteriores presenta una franja oscura poco visible y dos zonas oscuras en el protórax. Es de hábitos nocturnos y descansa en lugares sombríos durante el día. En posición de reposo las alas forman una especie de techo sobre el abdomen. Se le considera plaga primaria por el



daño que ocasiona, aunque es poco frecuente su presencia.

Polilla del arroz
Corcyra cephalonica (Stainton)
Lepidoptera: Galleridae

Es la polilla más grande que infesta los granos almacenados. Tiene una longitud aproximada de 15 milímetros, es de color gris azulado sucio, ocasionalmente con tintes verdes, y su cabeza es bastante visible. En reposo adopta una posición característica, con la cabeza levantada y las alas sobre la línea media del cuerpo, dando la apariencia a un avión que va despegando. Se la considera una plaga primaria.



Cuadro 1. Insectos más frecuentes en granos de cacao almacenado.

Orden/familia	Nombre común	Common name	Especie (Autor)
Lepidoptera			
Pyralidae	Polilla de algodón	Almond moth	<i>Ephestia cautella</i> (Walker)
Galleridae	Polilla del arroz	Rice moth	<i>Corcyra cephalonica</i> (Stainton)
Pyralidae	Polilla de la harina*	Indian meal moth	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)
Coleoptera			
Tenebrionidae	Gorgojo rojo de la harina	Red flour beetle	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
Anobiidae	Gorgojo del tabaco	Cigarrete beetle	<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)
Trogositidae	Carcoma mayor	Cadelle	<i>Tenebrioides mauritanicus</i> L.
Cucujidae	Gorgojo extranjero	Foreigngrain beetle	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl.)
Cucujidae	Gorgojo aplanado	Rusty grain beetle	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Sep.)
Anthribidae	Gorgojo del café	Coffee bean weevil	<i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer)
Nitidulidae	No tiene	It not have	<i>Carpophilus obsoletus</i> Erich.
Nitidulidae	No tiene	Corn sap beetle	<i>Carpophilus dimidiatus</i> (F.)

Polilla de la harina

Plodia interpunctella (Hübner)

Lepidoptera: Pyralidae

Es la polilla más llamativa de todas las que atacan los granos almacenados, debido al color marrón rojizo de sus alas anteriores, tanto en la base como en los dos extremos libres. La parte media de su cuerpo es de color blanco grisáceo y las patas marrones rojizas. Cuando la mariposa está en reposo las alas están dobladas en forma estrecha cerca de la línea media del cuerpo y las antenas descansan sobre estas. Mide 18 milímetros de envergadura y se le considera plaga primaria.



Gorgojo rojo de la harina

Tribolium castaneum (Herbst)

Coleoptera: Tenebrionidae

Es común en sitios con granos almacenados. Los adultos tienen un tamaño de 3,5 milímetros de longitud, son muy activos, y de color café rojizo brillante. Su cuerpo es aplastado y oval, los márgenes de la cabeza son casi continuos con los ojos, los cuales son grandes; la distancia que hay entre ellos es igual al diámetro de los ojos. Las antenas terminan en una clava o región dilatada de tres segmentos, los cuales se agrandan



repentinamente. Ataca una extensa variedad de granos blandos y todo tipo de harinas, de allí, que se le considera una plaga primaria de estos productos.

Gorgojo del tabaco almacenado

Lasioderma serricorne (F.)

Coleoptera: Anobiidae

Los adultos miden de dos a 2,5 milímetros de longitud, son ovalados y de color amarillo rojizo. Tiene la cabeza encorvada hacia abajo, formando un ángulo casi recto con el cuerpo dando una apariencia de joroba cuando se le ve de lado. Los élitros son enteramente lisos y los segmentos antenales son de tamaño uniforme. Ataca el tabaco almacenado y procesado, así como los productos elaborados con algún contenido de grasa.



Carcoma mayor de los granos

Tenebrioides mauritanicus L.

Coleoptera: Trogositidae

Es un escarabajo grande de unos ocho milímetros de longitud, alargado, oblongo, aplastado, de color



café oscuro a negro brillante. EL protórax está fuertemente contraído en la base y los últimos cuatro segmentos antenales se ensanchan en forma de mazo. Es de poca importancia económica, pues se alimenta de granos dañados y con hongos.

Gorgojo extranjero de los granos

Ahasverus advena (Waltl.)

Coleoptera: Cucujidae

Es un gorgojo de color café rojizo, de unos dos milímetros de longitud, corto y fornido. Las antenas terminan en un mazo y están recubiertas de pelos. Es de poca importancia económica, ya que se alimenta de los hongos que existen en los granos.



Gorgojo aplanado de los granos

Cryptolestes ferrugineus (Steph.)

Coleoptera: Cucujidae

Existen varias especies. Es uno de los insectos más pequeños de los que comúnmente se encuentran en granos almacenados, mide de uno a dos milímetros de largo. Son de forma aplastada y de color rojizo o pardo claro. Su característica más sobresaliente son las antenas, casi tan largas como el cuerpo. Se alimenta de granos rotos y partidos, generalmente asociados con otros insectos plagas de granos y productos almacenados.



Gorgojo del café

Araecerus fasciculatus (De Geer)

Coleoptera: Anthribidae

Se le reconoce porque tiene la cabeza prolongada hacia delante, mide de tres a cuatro milímetros de largo, y de color marrón rojizo con puntuaciones blancas, tanto en los élitros como en el pronoto. Sus antenas poseen once segmentos, los dos primeros son de forma ovalada y los tres últimos engrosados. Todo el cuerpo se encuentra recubierto de pelos cortos blanquecinos. Se le ha encontrado atacando café y cacao almacenado.



Métodos de detección

Detectar la contaminación de los productos almacenados, causada por los insectos, constituye un requerimiento esencial para asegurar su calidad. Actualmente, el mantenimiento de la calidad y la reducción de la contaminación son exigencias de la Organización Internacional de Normas (ISO por sus siglas en inglés) para poder acceder a los mercados internacionales de estos productos.

Los métodos de detección de insectos se dividen en dos categorías: Los que se aplican a muestras agrícolas y los que se emplean en la detección *in situ*: monitoreo de almacenes a granel, facilidades de almacenamiento y en las empresas que fabrican alimentos.

Los métodos de detección de insectos se basan en principios físicos o envuelven reacciones químicas específicas. Muchos de estos métodos revelan la existencia de insectos vivos, a través de medios directos o indirectos. La inspección visual, muestreo y tamizado, y el método de Berlese, permiten la

localización de insectos libres vivos. Los insectos que están ocultos se detectan por medio de las técnicas del rayos X, teñido, gravedad específica, resonancia magnética nuclear (RMN por sus siglas en inglés) y espectrometría cercana al infrarrojo (NIR por sus siglas en inglés).

Los insectos vivos o muertos se detectan por medio del conteo de fragmentos y el uso de los Rayos X. En el Cuadro 2, se presenta un resumen de los diversos métodos de detección de contaminación por insectos, en alimentos procesados y granos almacenados.

Cuadro 2. Métodos de detección de insectos.

Métodos	Aplicabilidad	Ventajas y desventajas
Métodos físicos		
Inspección visual	Granos enteros, alimentos procesados.	Método cuantitativo, requiere ensayo.
Muestreo y tamizado	Granos enteros y productos de molienda.	No detecta la infestación escondida de los granos. Su precisión depende de la densidad de insectos, número y cantidad de muestras.
Técnica de rayos-X	Granos enteros.	El costo de capital y las facilidades para su implementación son prohibitivos.
Resonancia Magnética Nuclear (RMN)	Granos enteros.	Requiere un amplio equipamiento.
Espectrofotometría Cercano al Infrarrojo (NIR).	Granos enteros.	No se usa comercialmente.
Métodos químicos		
Prueba de Elisa	Granos enteros, productos de molienda y especias.	Sensible, específico - especie, usado comercialmente.
Análisis del contenido de ácido úrico	Granos enteros, productos de molienda y especias.	Método oficial aceptado, no especifica el nivel de infestación recurrente.
Análisis de dióxido de carbono (CO ₂)	Granos enteros.	Método oficial aceptado, necesita de tiempo de incubación de las muestras. No es aplicable a granos que contienen 14% de humedad o mayores.
Método de la gravedad específica	Granos enteros excepto outs y maíz.	Simple y rápido. No es sensible cuando hay huevos y larvas jóvenes presentes.
Contaje de fragmentos	Granos enteros, productos de molienda y alimentos procesados.	Factores relacionados con los métodos de molienda / procesamiento y la excesiva presencia de insectos muertos pueden afectar los resultados.
Técnicas de teñido		
Huevos	Granos enteros.	Específico para los huevos de <i>Sitophilus</i> spp.
Método de la Nihíndrina.	Granos enteros.	Los huevos y larvas jóvenes no son evidenciados.

Fuentes: AOAC (1995); Dent y Brickey (1984); Johnson et al. (1973); Joshi et al. (1975); Kragy y Schatzki (1991); Ridgway y Chambers (1996) y Troller (1983). Muestreo y tamizado

Muestreo y tamizado

Este método es el más antiguo y ampliamente utilizado. Su uso es tedioso, pero permite detectar de manera rápida la presencia de insectos, su ubicación precisa y frecuencia. Para aplicarlo, se requiere que el tamaño de la muestra oscile entre 0,5 y un kilogramo.

Durante el proceso de extracción se recuperan formas libres vivas, por ejemplo; adultos y larvas. Sin embargo, resulta práctico cuando la contaminación es mayor a cinco insectos por kilogramo los insectos se encuentran distribuidos de manera uniforme en la masa de granos. El método también depende en su precisión del número, cantidad de cada muestra y de la densidad de la población de insectos. Es un medio de muestreo rápido que no es exigente en cuanto a requerimientos de equipos. No obstante, su principal desventaja radica en que no es capaz de indicar el grado de contaminación interna.

Rayos X

Es el método más preciso para detectar la infestación interna de los cereales por insectos vivos y muertos. Es bastante útil cuando el número de muestras es alto durante el proceso de control calidad del procesamiento y empaquetado de alimentos. Entre sus limitaciones se encuentran: su carencia de capacidad para la detección de huevos y larvas jóvenes, y el costo elevado que se requiere para su implementación.

Técnicas de Resonancia Magnética Nuclear (NMR) y Espectrofotometría Cercano al Infrarrojo (NIR)

Permiten detectar la presencia de insectos en función del contenido corporal de hemolinfa, lípidos y quitina; además, facilitan la diferenciación de los granos infectados y de los no infectados. Una limitación de NMR es que presenta dificultades para poder diferenciar entre la humedad del grano y la humedad proveniente del insecto, lo que limita su sensibilidad en determinadas circunstancias. No obstante, el análisis con el NIR se ha usado con éxito para descubrir la presencia de ácaros en pienso para animales, midiendo la diferencia de absorción entre la hemolinfa y el agua en el pienso.

Prueba de Elisa

La prueba de Elisa (Anglicismo de Enzyme-Linked Immunosorbent Asssay) ha extendido su uso, exclusivo en las pruebas clínicas, hacia la detección de residuos de pesticidas, micotóxicos e insectos en productos agrícolas almacenados.

Se basa en la detección de la miosina, proteína del músculo presente en todos los estados larvarios, excepto en los huevos de los insectos. El contenido de miosina se incrementa desde el estado larvario hasta la madurez, disminuye en el estado de crisálida y vuelve a aumentar hasta que el insecto alcanza la fase adulta. Su fundamento es que la miosina está ausente en los granos almacenados y alimentos procesados.

La prueba de Elisa también es útil como indicador de la cantidad de biomasa acumulada por los insectos durante un determinado período de almacenamiento. No excluye el análisis a los insectos benéficos como las Himenopteras que son parásitos de insectos.

Análisis del ácido úrico

El ácido úrico es el principal constituyente de las excretas de los insectos, pero la cantidad excretada varía de acuerdo con la especie y el estado de desarrollo del insecto.

Existen diversos medios analíticos para la determinar el ácido úrico en granos almacenados. Entre ellos se destacan los calorimétricos, fluorométricos, enzimáticos, así como las diversas técnicas basadas en el análisis cromatográfico. La cuantificación de ácido úrico es un método indirecto para estimar el grado de infestación por insectos. Sin embargo, la precisión de los análisis puede estar afectada por el ácido úrico proveniente de parásitos, insectos predadores e insectos que son esporádicos en los almacenes.

Análisis del dióxido de carbono

Es un método oficial (AOAC, 1995) basado en la detección de la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) producido por los insectos que contaminan a los granos almacenados durante un período de 24 horas.

Posee varias limitantes, entre las que se destacan: consumen mucho tiempo, para que funcione el contenido de humedad de los granos no debe ser inferior de 14%, requieren un largo periodo de incubación, y es menos sensible cuando los niveles de infestación son bajos. Por otra parte, si la infestación sólo se debe a la presencia de insectos en estado de larvas y/o huevos, no se detectan los niveles de CO₂ producidos debido a la baja capacidad respiratoria durante estos estadios de vida de los insectos.

Método de la gravedad específica

Se trata de un método indirecto que permite detectar la presencia de los insectos escondidos en los granos almacenados. Se basa en el hecho de que las larvas que invaden el endospermo, crean una cavidad que altera la densidad específica del grano almacenado.

Cuando una mezcla de granos infestados y no infestados se introduce en una solución salina con la densidad apropiada, los granos infestados suben y flotan en la superficie de la solución, mientras que los sanos quedan en el fondo. Entre las limitantes de este método, se señalan las siguientes: está restringido a estimaciones cualitativas, no es posible especificar la especie y ciclo de vida en que se encuentra el insecto, los granos infestados con larvas jóvenes y/o huevos no flotan en la solución salina.

Contaje de fragmentos

Es un método oficial (AOAC, 1990) que se fundamenta en el contaje de fragmentos aislados de manera directa de los productos alimenticios procesados y de granos enteros que son molidos hasta un tamaño de partícula de 1,5 milímetros para detectar la infestación interna. Los fragmentos y partes de insectos son colectados en una trampa en un sistema constituido de una fase de aceite mineral en agua. Los glóbulos de aceite son concentrados y extraídos para visualizar los fragmentos. Estos fragmentos son separados por filtración y recogidos en papel de filtro para su examen microscópico. El número de fragmentos resultantes se encuentra condicionado a las condiciones de infestación y a los métodos de molienda o procesamiento de los alimentos. El personal técnico debe ser bien entrenado en el examen microscópico de los fragmentos.

Técnica de teñido

La técnica del Teñido Rollo de huevos se aplica sólo para detectar la infestación producida por gorgojos. Su aplicación no se ha extendido mucho debido a que las sustancias químicas empleadas causan daños en los granos almacenados.

Método de la nihindrina

Este método es muy efectivo para detectar la presencia de insectos escondidos en granos almacenados. Se basa en poner en contacto los aminoácidos libres que están presentes en la hemolinfa del insecto con un papel impregnado con nihindrina, para generar la formación de puntos color púrpura. Los resultados de la reacción se evidencian en menos de una hora a una temperatura entre los 20 y 25°C. El total de los puntos color púrpura determina el número de insectos escondidos y el grado de infestación de los granos.

Otros métodos de detección

Existen otros métodos para la detección de insectos en los granos y productos alimenticios almacenados, en los que se utilizan técnicas, tales como: la aplicación de calor seco para su extracción y un embudo Berlese para capturarlos; el tratamiento de los granos con álcalis (o método de gelatinización con hidróxido de sodio) hasta que el endospermo y la cubierta de la semilla se hacen traslucidos, lo que permite que se puedan visualizar los insectos inmaduros; la utilización de sensores para detectar señales ultrasónicas que los insectos emiten cuando se alimentan del interior del grano; y el uso de trampas físicas (Pibfall, Porbe y trampa PC), las cuales permiten detectar y monitorear las poblaciones.

Bibliografía consultada

- COVENIN. Norma Venezolana. Granos Cacao. Anteproyecto 1^a. COVENIN 50 (R), 442 (R), 374 (R), 1339 (R) y 1340 (R).
- Hodges, R. J.; Robinon, R.; Hall, D. R. 1996. Quinones contamination of dehusked rice by *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera Tenebrionidae). J. Stored Res. 32:31-37.
- Koehler, R. P.; W. H. Kern, G.: Castner, J. L. 2000. Stored product pests. Cooperative Extension Service [en

[línea]. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Disponible: http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_AE138.

Moreira, M. 1998. Insectos plagas del cacao almacenado en Venezuela [en línea]. Maracay, Venezuela. FONAIAP, CENIAP. Disponible en: <http://www.plagas-agricolas.Info.icola/cacao.almacenado/index.html>.

Moreira, M.; Cermeli, M.; Maldonado, G. 1991. Insectos plagas de granos y productos almacenados. Maracay, Ven. FONAIAP. CENIAP. Instituto de

Investigaciones Agronómicas. 56 p. (Serie B - N° 16).

Snelson, J. T. 1987. Grain Protectants. Australian Center for International Agricultural Research. Canberra. Australia. Monograph N° 3.

Talbot, M.; Koehler, P. G. 2000. Pest management strategies for storing grains in Florida [en línea]. Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Disponible en: http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_AE138.



Producción artesanal de semilla asexual de yuca

Eduardo Ortega-Cartaya



Manejo integrado de plagas

Silvestre Fernández



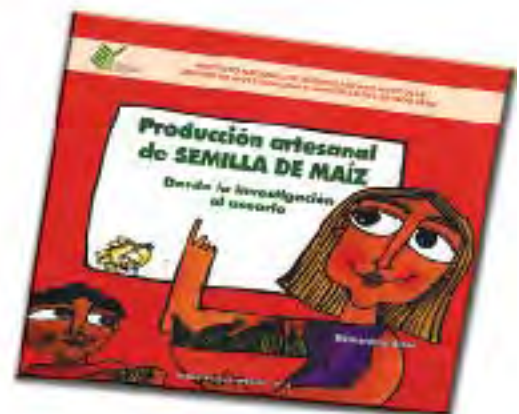
El milagro del nacimiento vegetal

José Francisco Ramos
Maruja Casanova



Producción artesanal de semilla de PAPA

Mirian Gallardo



Producción artesanal de semilla de maíz

Desde la investigación al usuario
Bernardino Arias