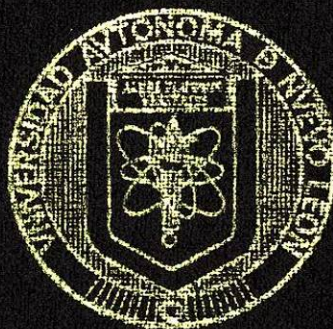


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



LOS RAYOS - X PARA DETECTAR Y ESTUDIAR
INFESTACIONES INTERNAS DE INSECTOS
EN GRANOS

SEMINARIO

(OPCION

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

MACEDONIO LOPEZ DE JESUS

MARIN, N. L,

SEPTIEMBRE DE 1987,

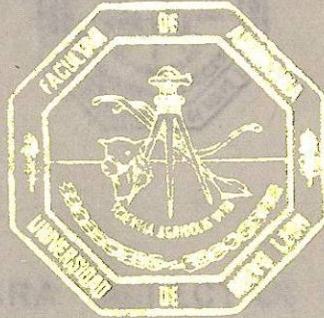
T
SB601
L6
C.1



1080062095

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



LOS RAYOS - X PARA DETECTAR Y ESTUDIAR
INFESTACIONES INTERNAS DE INSECTOS EN GRANOS

LOS RAYOS - X PARA DETECTAR Y ESTUDIAR
INFESTACIONES INTERNAS DE INSECTOS
EN GRANOS

QUE PARA OBTENER EL TITULO
DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

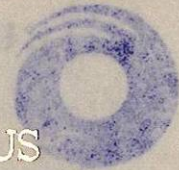
OPCION V

PRESENTA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

MACEDONIO LOPEZ DE JESUS



MARIN, N. L.,

SEPTIEMBRE DE 1987.

040.632
FA 7
1987



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. tesis



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



LOS RAYOS - X PARA DETECTAR Y ESTUDIAR
INFESTACIONES INTERNAS DE INSECTOS EN GRANOS

SEMINARIO
(OPCION IA)

QUE PARA OBTENER EL TITULO
DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

MACEDONIO LOPEZ DE JESUS

Marín, N. L. Septiembre de 1987

T
SB601
16

DEDICATORIA

A MI ESPOSA: Armandina González Rodríguez

A MI HIJA: Adriana López González

Que con su cariño y apoyo decidido, me dan fuerzas para continuar luchando por salir adelante.

A MIS PADRES: Antonia de Jesús e Isaías López (†)

Que siempre me guiaron por el camino del estudio y del trabajo, haciendome un hombre de provecho.

A MIS HERMANOS: Francisca

Carlos

José Antonio

Ma. Guadalupe

Eduardo y

Alejandro

A MI ASESOR: Ph.D. Josué Leos Martínez

Ya que sin su valiosa cooperación no hubiera sido posible terminar este seminario

A TODOS GRACIAS.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION.	1
LITERATURA REVISADA.	2
Insectos de Infestación Interna en Granos Almacenados	2
Gorgojos de los granos [<u>Sitophilus granarius</u> (L.)]	2
Gorgojos del arroz [<u>Sitophilus oryzae</u> (L.)]. . . .	3
Gorgojos del maíz (<u>Sitophilus zeamais</u> Mots). . . .	4
Barrenador de los granos [<u>Prostephanus truncatus</u> (Horn)].	4
Barrenillo de los granos [<u>Rhyssopertha dominica</u> (Fab.)].	5
Gorgojo del frijol [<u>Acanthoscelides obtectus</u> (Say)].	5
Gorgojo pinto del frijol [<u>Zabrotes subfaciatus</u> (Boheman)].	6
Palomilla de los cereales [<u>Sitotroga cerealella</u> (Olivier)].	7
Los Rayos-X.	7
Equipo usado para la detección de infestaciones inter- nas.	9
Ventajas de la técnica de Rayos-X.	11
Alcances de la técnica de Rayos-X en la inspección de granos almacenados.	12
Prácticas para demostrar el uso de Rayos-X.	15
BIBLIOGRAFIA.	18

INTRODUCCION

Las pérdidas causadas por los insectos de los granos almacénados son bastante considerables, de ahí la importancia de conocerlos mejor.

Los insectos de infestación interna son aquellos que dañan a los granos desde el interior; por lo tanto, percatarse de su presencia no es fácil y se necesitan métodos especiales de detección. Una vez detectado el daño, es importante evaluarlo para que de esta manera se pueda planear y llevar a cabo un control oportuno.

Algunos de los métodos que hay para detectar insectos en el interior de los granos almacenados son: la medición de la temperatura, tinción del tapón de huevo, flotación, medición del dióxido de carbono, hidróxido de sodio gelatinizado, iluminación ultravioleta, medición del ácido úrico y el método de examinación mediante Rayos-X.

El presente escrito trata del método de Rayos-X. Este método ofrece varias ventajas dentro de las que se incluyen la rapidez de inspección, la exactitud de la estimación del daño y la identificación del insecto problema.

LITERATURA REVISADA

Insectos de Infestación Interna en Granos Almacenados

Son muchas las especies de insectos que atacan los granos almacenados, pero no todas pasan parte de su ciclo encerrados dentro de los granos. Algunas especies perforan los granos para alimentarse, pero lo hacen desde el exterior o abandonan el grano poco tiempo después para pasar a otro. Sin embargo, en ciertas especies el huevecillo es insertado dentro del grano y la larva de primer estadio lo penetra de modo que es obligatorio para ellas permanecer en el grano hasta el estado adulto y dicha infestación no es fácilmente percibida.

En el Cuadro 1, se enlistan las especies de insectos más comunes en granos almacenados, señalando aquellas que producen infestaciones internas:

Grogojo de los graneros [*Sitophilus granarius* (L.)]

La hembra taladra el grano con un pico, poniendo un huevecillo en cada agujero, el cual cubre con una sustancia gelatinosa que ella misma produce. Cada hembra pone de 50 a 250 huevecillos; en general, prefiere los granos más grandes. El período de incubación es de una a dos semanas, después de lo cual nace la larva que come el interior del grano. La larva completa su desarrollo en dos o tres semanas, pasando por cuatro instares convirtiéndose en pupa. En estado de pupa dura de cinco a siete días, emergiendo el gorgojo. Cada generación requiere de seis semanas

más o menos para completar su desarrollo desde huevo hasta adulto, y los gorgojos viven un promedio de siete a ocho meses (SARH, 1980).

CUADRO 1. Principales insectos que dañan a los granos almacenados.

Nombre Común	Nombre Técnico
Gorgojo de los graneros*	<u>Sitophilus granarius</u> (L.)
Gorgojo del arroz*	<u>Sitophilus oryzae</u> (L.)
Gorgojo del maíz*	<u>Sitophilus zeamais</u> Mots.
Barrenador de los granos*	<u>Prostephanus truncatus</u> (Horn.)
Barrenillo de los granos*	<u>Rhyzopertha dominica</u> (Fab.)
Gorgojo del frijol*	<u>Acanthoscelides obtectus</u> (Say)
Gorgojo pinto del frijol*	<u>Zabrotes subfasciatus</u> (Roheman)
Palomilla de los cereales*	<u>Sitotoga cerealella</u> (Olivier)
Gorgojo aserrado de los granos	<u>Oryzaephilus surinamensis</u> (L.)
Gorgojo mercantor	<u>Oryzaephilus mercantor</u> (Fauvel)
Gorgojo plano de los granos	<u>Cryptolestes pusillus</u> (Schonherr)
Gorgojo rojizo de los granos	<u>Cryptolestes ferrugineus</u> (Stephens)
Gorgojo confuso de la harina	<u>Tribolium confusum</u> DuVal
Gorgojo rojo de la harina	<u>Tribolium castaneum</u> (Herbst.)
Gorgojo grande y negro del maíz	<u>Tenebroides mauritanicus</u> (L.)
Gorgojo negro de la harina	<u>Tenebrio molitor</u> (L.)
Palomilla de la harina del maíz	<u>Plodia interpunctella</u> (Hübner)
Palomilla mediterránea de las harinas	<u>Ephestia kuehniella</u> Zeller

* Insectos de infestación interna.

Gorgojo del arroz [Sitophilus oryzae (L.)]

Las hembras ovipositan en el endospermo en un porcentaje mayor y también en el perímetro del germen (Sharifi y Mills,

1971). Cada hembra puede depositar de 300 a 400 huevecillos durante su vida. El período de incubación varía de tres a siete días; sin embargo, en climas fríos, son necesarios 10 días para incubar. Las larvas al nacer comen el interior del grano y se transforman en pupas, después de haber pasado de uno a dos días como pre-pupas. El estado pupal dura de tres a seis días, dependiendo de las condiciones ambientales, pudiendo tardar hasta 20 días, si éstas son adversas. Cada generación requiere de 35 días en promedio para completar su ciclo biológico (SARH, 1980). Los adultos pueden vivir de cuatro hasta cinco meses en promedio (USDA, 1978).

Gorgojo del maíz: *Sitophilus zeamais* Mots.

Este insecto además de causar daños en el maíz, ataca un gran número de cosechas de cereales, causando cuantiosas pérdidas en las regiones de clima caliente y húmedo, reduciendo las semillas a polvo y cáscara (SARH, 1980).

Este insecto es similar a *S. oryzae* en apariencia, biología y hábitos. Sin embargo, para completar las etapas de huevo larva y pupa requiere cuando menos 30 días. Las diferencias básicas que existen entre *S. oryzae* y *S. zeamais* es que el segundo posee un tórax más compacto y perforaciones circulares marcadas uniformemente, así como un color más oscuro (USDA, 1978).

Barrenador de los granos [*Prostephanus truncatus* (Horn.)]

Las hembras depositan la mayoría de sus huevecillos (68%)

dentro de los granos (Shires, 1980). Las larvas al emerger del huevecillo atacan a los granos, viven preferentemente en su interior. Cada generación requiere de cuatro a seis semanas para completar su ciclo biológico (SARH, 1980).

Ramírez y Silver (1983) observaron que el daño no es solamente en la fécula del grano, sino también en el germen. También determinaron que en un principio el ataque del insecto es intensivo sobre algunos granos, mientras que otros escapan debido a que una hembra pone muchos huevos en un grano y las larvas se alimentan y desarrollan de ahí solamente.

Barrenillo de los granos [*Rhyzopertha dominica* (Fab.)]

Este es uno de los escarabajos más pequeños que perjudican a los granos (USDA, 1978). Las hembras ponen de 300 a 500 huevos que son depositados individualmente o en grupo encima del grano flojo, preferentemente cerca del embrión por donde la larva penetra con facilidad a la semilla. En unos cuantos días los huevos eclosionan. La larva recién emergida es muy activa; perfora el grano inmediatamente, alimentándose en el interior en donde se transforma en pupa y posteriormente en adulto, el cual corta la cubierta del grano para escapar. En verano, el ciclo biológico se completa en un mes más o menos (SARH, 1980).

Gorgojo del frijol [*Acanthoscelides obtectus* (Say)]

Pone los huevos sueltos entre las semillas almacenadas o a través de fisuras en las vainas en el campo. La larva es blanca,

vermiforme y sin pelo. La larva y la pupa permanecen en la semilla y pueden observarse solamente después de disectar la semilla.

Los adultos viven un promedio de 20 días. La mayoría de los huevos se depositan en unos pocos días; aproximadamente 100 por hembra. El período de desarrollo es de 23 a 27 días a temperatura óptima. Cuando la larva se desarrolla, prepara una ventana en el grano, por la cual sale el adulto. Varios insectos pueden desarrollarse en la misma semilla. Los adultos no se alimentan del frijol (Comunicación personal, Dr. Josué Leos Martínez, FAUANL).

Gorgojo pinto del frijol [Zabrotes subfasciatus (Boheman)]

Las condiciones óptimas para el desarrollo son alrededor de 32°C y 70% de humedad relativa. Bajo condiciones óptimas el ciclo de vida tarda de 24-25 días en promedio. La temperatura mínima para el desarrollo, es ligeramente menor a 20°C, la máxima temperatura límite para el desarrollo es alrededor de 37 - 38°C (USDA, 1978).

La mayoría de las infestaciones se inician en el campo, los huevos son puestos en vainas maduras. A medida que las vainas se secan, la habilidad del insecto para infestar disminuye y el grano seco almacenado en vainas aumenta su resistencia al ataque. Los huevos son adheridos a la testa de los granos o a la vaina; la larva excava una cámara dentro de los cotiledones, donde se desarrolla alimentándose exclusivamente de una semilla.

Veintiseis días después de la oviposición, la pupa se ha formado y unos días más tarde, emerge como adulto (Dobie et al., 1984).

Palomilla de los cereales [Sitotroga cerealella (Olivier)]

La hembra deposita los huevecillos en el grano o en los pisos y paredes del almacén. En el campo, ovipositan en la base de los granos o en las mazorcas. Los huevecillos eclosionan en una semana más o menos (SARH, 1980). Después de la eclosión, cada larva llega a una semilla penetrándola hacia el interior. Después de penetrar el grano, se alimenta del endospermo y del germen hasta completar su desarrollo. La larva va consumiendo material y haciendo un conducto al exterior de la semilla y ocasiona un debilitamiento circular que asegura su salida en un estado adulto. La larva forma un capullo de seda y cambia a pupa de color café rojizo, posteriormente, como palomilla empuja la cubierta y sale. El período desde huevo a adulto es posible que lo complete en cinco semanas; sin embargo, su desarrollo es usualmente lento (USDA, 1978).

Los Rayos-X

Los rayos X o de Röntgen son radiaciones de cortísima longitud de onda (0, 01 o 20 angströms) que prolongan el espectro electromagnético más allá de los rayos ultravioleta duros y hasta los rayos gamma; son engendrados por el frenado brusco de

los rayos catódicos muy rápidos que chocan con la materia.

Para producir estos rayos, se emplea el tubo de Coolidge que consta de los siguientes elementos: un cátodo, filamento de tungsteno candente que emite electrones; un ánodo, también de tungsteno, al cual se da el nombre de anticátodo, provisto de un sistema de refrigeración para limitar su calentamiento y evitar su fusión; un tubo de cristal, que contiene ambos electrodos, sometido a un vacío pronunciado (la presión residual es de unos milímetros de mercurio) y provisto lateralmente de una abertura obturada por una chapa de aluminio a través de la cual sale el haz de rayos de la ampolla.

El funcionamiento del tubo de Coolidge es como sigue: El cátodo caliente emite un flujo de electrones, los cuales en razón de la diferencia de potencial muy grande que existe entre los dos electrodos (del orden de decenas y hasta centenas de miles de voltios) son poderosamente acelerados en dirección del anticátodo y chocan violentamente con los átomos del mismo, originándose dos fenómenos diferentes. El primero, es un frenado brusco de los electrones, los cuales no pueden detenerse sin eliminar su energía cinética, haciéndolo en forma de radiaciones electromagnéticas de elevadísima frecuencia, que son rayos X. El segundo proceso generador de rayos X consiste en la expulsión, por los rayos catódicos de electrones planetarios en los niveles de energía inferiores de los átomos del anticátodo. Los puestos libres son ocupados por electrones procedentes de las capas periféricas, las cuales disponen así de un exceso de ener

gía que es radiada en forma de rayos-X, según el mismo fenómeno que engendra los rayos luminosos, aunque traduciéndose en este caso por la emisión de ondas de frecuencia mucho más elevada. Los rayos primarios obtenidos por frenado dan un espectro continuo; los rayos secundarios dan un espectro discontinuo. Los rayos-X penetran profundamente en la materia y tanto más cuanto menos densa es (a los rayos de menor longitud de onda que son los más penetrantes, se les califica de rayos-X duros, mientras que los rayos de mayor longitud de onda y menor penetración son rayos-X blandos). La absorción por la materia es sensible proporcional al cubo del número atómico del elemento atravesando, así como al cubo de la longitud de onda de los rayos (Mingot, 1986).

Equipo Usado para la Detección de Infestaciones Internas

Cualquier clase de aparato de rayos-X es suficiente para hacer imágenes y no se necesita mucha experiencia (Fenton, 1932). El aparato General Electric Grain Inspection Unit, es el que se usa más comúnmente. En varios estudios entre los que se encuentran los hechos por Mills y Wilbur (1967), Sharifi y Mills (1971) y Sharifi (1972) lo han empleado. Sin embargo, en un estudio (Pedersen y Brown, 1960) en el que se comparó con el aparato General Electric X-Ray Microscope, concluyeron que aquel no proporcionó imágenes tan claras y detalladas como éste. Además, con el General Electric X-Ray Microscope se pueden obtener ampliaciones de 400 X.

El X-Ray Microscope que se uso en esta comparación era un instrumento de enfoque de rayo electrostático, que opera hasta 20 kilovoltios a 100 miliamperios; empleaba una fuente de rayos-X de punto, para la proyección de sombras para agrandar y revelar la forma del insecto dentro de los granos. Un cono delgado de electrones emergía de la pistola y entraba en un lente condensador y era colimado. El rayo colimado entraba al lente objetivo, que producía una imágen reducida de la fuente de electrones en el enfoque principal del lente. Esta fuente de electrones reducida producía una fuente de rayos-X igualmente pequeña en el blanco, que era una delgada ventaja de berilio cubierta de tungsteno. La imagen era luego proyectada en una pantalla o película (Pedersen y Brown, 1960).

Russell (1962) en su estudio de S. oryzae en variedades de sorgo, usó una unidad de rayos-X consistente en dos voltímetros, dos amperímetros y conexiones para un tubo Machlett de rayos-X. Fueron usados tubos con objetivos de cobalto y molibdeno; el de molibdeno permitió exposiciones más cortas. La cámara de rayos-X consistió de un tubo de bronce de 39.7 cm de longitud con una variación en el diámetro de 2.2 cm en la ventana del tubo hasta 8.9 cm en el acarreador de la película. El acarreador de la película era una caja forrada de plomo, la cual podía deslizarse hasta el extremo de la cámara de rayos-X. Las semillas que serían irradiadas eran montadas en un anillo de bronce por medio de una cinta de plástico y el anillo se acomodaba dentro de la cámara de la película de modo que las semillas tocaban la película. El anillo daba cabida a 150 semilla. La película Kodak

micro-archivo permitió la detección de huevos, pequeñas larvas y orificios de oviposición vacíos; por lo tanto, se compensó el mayor tiempo de exposición usado con ésta, en relación con la película de rayos-X. Las exposiciones de este tipo de película fueron hechas a 20 KVP y 15 microamperes por 5 a 10 minutos.

El equipo básico para llevar a cabo una inspección interna aceptable consiste en un aparato de rayos-X para la inspección de grano, película de rayos-X, radiografías, papel para fotografía encerado para hacer ampliaciones, lente de aumento y escala fina. Además, se debe considerar que para realizar una buena inspección del grano, se debe tener un contenido de humedad de alrededor de 13.4%, una humedad relativa de $69 \pm 3\%$ y una temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ en el lugar donde se realice la inspección.

Ventajas de la Técnica de Rayos-X

El desarrollo y la actividad de los insectos escondidos en el interior de los granos era un misterio, hasta que se obtuvieron aparatos de rayos-X para inspección de grano (Milner et al. citados por Mills y Wilbur, 1967). Esta técnica ofrece varias ventajas:

1. Es posible seguir todo el desarrollo del insecto con detalle.
2. No perturba las actividades del insecto.
3. Pueden ser estudiados una gran cantidad de granos al mismo tiempo.

4. Se necesita poco tiempo para realizar una inspección.
5. No se requiere mucha experiencia para hacer inspecciones.
6. El insecto puede ser identificado estando dentro del grano
7. Permite evaluar el daño hecho por el insecto problema.

Alcances de la Técnica de Rayos-X en la Inspección de Granos Almacenados

Esta técnica ofrece la ventaja de seguir el proceso de desarrollo del insecto con gran detalle, sin perturbar su actividad. Milner et al. (1950) y Sharifi y Mills (1971b) realizaron trabajos sobre S. oryzae (L.) en trigo usando la técnica de rayos-X. Los primeros encontraron que son varias las formas de los tuneles hechos por los insectos. Además, encontraron que es muy difícil que más de un insecto llegue a completar su ciclo dentro del grano. Los segundos, pudieron distinguir claramente los tuneles hechos por las larvas y observaron la dirección en que perforaban el grano. Además, determinaron la duración de cada uno de los cuatro instares larvales, y de las etapas pre-pupal, pupal y de pre-emergencia del adulto.

En otro estudio realizado por los mismos Sharifi y Mills (1971a) sobre S. zeamais Mots. siguieron todo el proceso de desarrollo del insecto, llegando a determinar en qué sitio de la semilla ovipositan más frecuentemente, así como el total de huevos ovipositados, el grado de parasitismos y hasta la identificación del parásito, también pudieron observar el tiempo de

cría, la dirección en la que perforan el grano, el diámetro del tunel y el número de instares larvales y la duración de las etapas pre-pupal, pupal y pre-emergencia del adulto.

Hagstrum y Smittle (1975) realizaron un estudio sobre la actividad de hacer tuneles de Tribolium castaneum usando la técnica de rayos-X. Emplearon dos sistemas para conocer los movimientos del insecto dentro de la harina, uno fue el unidimensional, éste consistía en llenar un popote con harina e introducir los insectos hasta una cierta profundidad, posteriormente el popote se fijaba a un tambor rotador de tal manera que al ir girando el tambor, los movimientos del insecto se iban registrando continuamente por medio de la autoradiografía, de esta manera fue posible determinar la velocidad, la distancia y la dirección a la que el insecto se mueve. El otro sistema fue el bidimensional, con este sistema se determinó el ángulo de movimiento del insecto (relativo al plano vertical) y la distancia a la que se mueve, esto fue posible de la siguiente manera: los insectos se colocaron en el centro de la columna de harina, la columna de un espesor determinado estaba contenida en un vastidor de aluminio y dividida por vidrio flexible, una película de rayos-X que atravesaba la columna se encargaba de registrar los movimientos del escarabajo.

Usando la misma técnica (sistema bidimensional) Hagstrum y Smittle (1980) encontraron que el promedio de excavación (cm/día) de los adultos machos fue consistentemente más alto que el de las hembras.

Khare y Mills (1968) introdujeron larvas de Sitototroga cerealella (Olivier) en granos de maíz, trigo y sorgo tanto en el germen como en el endospermo de éstos; usando la técnica de rayos-X encontraron que la duración del período de larva o pupa era más corto en los insectos que se alimentaban del germen de los granos que en los que se alimentaban del endospermo. Asimismo, observaron que las larvas de Sitotroga cerealella (Olivier) que se alimentaron en el endospermo de maíz, solamente un 30% completaron su desarrollo; en trigo y sorgo la emergencia fue de un 90 y 70% respectivamente. En cambio, los porcentajes de insectos que completaron su desarrollo habiéndose alimentado cerca del germen fueron de 70, 90 y 95% en maíz, trigo y sorgo respectivamente.

Por medio de esta técnica también es posible estudiar fenómenos como el de parasitismo. Tal es el caso del trabajo realizado por Sharifi (1971) para estudiar a Choetospila elegans parasitando al gorgojo del maíz S. zeamais. En este estudio fue posible determinar cuando se lleva a cabo la oviposición, cuál es la duración promedio y el tamaño de la etapa pre-pupal, pupal y cuándo se realiza la emergencia del adulto. También se observó que regularmente solo un parásito puede competir su desarrollo por hospedero, pero que ocasionalmente dos larvas de parásitos sobreviven en un solo hospedero.

Otro fenómeno interesante que ocurre en el interior de un grano es el canibalismo. Sharifi y Mills (1970) determinaron que en S. oryzae, la larva más grande mata a la pequeña, pro-

duciendo sólomente un adulto en cada semilla.

Práctica para Demostrar el Uso de Rayos X

En el Curso Intensivo de Almacenamiento y Mercadeo de Granos que se ofrece en el Food and Feed Grain Institute de la Universidad del Estado de Kansas en Manhattan, Estados Unidos Americanos, se realiza una práctica para demostrar el uso de los rayos-X para detectar insectos dentro de los granos (comunicación personal Dr. Josué Leos Martínez, FAUANL). A continuación se transcribe el procedimiento de dicha práctica:

Descripción:

- A). Utilice el separador Boerner para obtener una muestra uniforme de 100 g.
- B). Extienda la muestra (sin empalmar los granos) sobre la mitad de la bandeja plástica. Una segunda muestra se puede colocar en la otra mitad de la bandeja. Use letras de plomo para identificar las muestras.

NOTA: Los granos pueden ser radiografiados en popotes de plástico, en cápsulas de gelatina, pegados en hojas de plástico o en bandejas de rejillas si se desea examinar la muestra más de una vez o por recobrar granos específicos.

- C). La película de rayos-X se debe manejar solamente bajo las condiciones apropiadas de luz en el cuarto obscuro y se debe colocar directamente o dentro de una placa (cassette) sobre el grano.

i). Se pueden obtener varios tipos de película.

La película industrial Kodak de rayos-X, tipo M, da buenos resultados.

ii). Tiempos de exposición y ajuste de controles del aparato para diferentes tipos de granos, usando película Tipo M.

Grano	Kilovatio KW	Miliamperios mA	Minutos
Trigo	20	5	1.5
Maíz	25	5	1.0
Arroz	17	5	2.0
Avena	20	5	1.5

iii). Los tiempos de exposición mencionados son para el grano colocado directamente en la bandeja. Si el grano se coloca en popotes de plástico, en cápsulas o sobre otras películas, es necesario aumentar el tiempo de exposición.

D). Después de la exposición a rayos-X, la película debe ser revelada, fijada y lavada.

i). El revelado se debe hacer por cinco minutos a 20°C.

ii). La película se debe enjuagar en agua y después ponerse en la solución fijadora por 10 minutos.

iii). Después de fijarse, la película debe lavarse en agua corriente durante 30 minutos.

E). Las radiografías se pueden examinar húmedas pero generalmente se deben secar primero.

i). Un visor de rayos-X provee un fondo claro uniforme para examinar las radiografías.

ii). Se puede usar un lente de bajo aumento para examinar las radiografías de granos que contienen infestación interna.

iii). Las diferentes etapas de desarrollo de los insectos se pueden determinar con las radiografías.

F). Examine las radiografías y anote el número de larvas, pupas adultos y orificios de emergencia de los granos.

BIBLIOGRAFIA

1. Dobie, P.; C.P. Haines; R.J. Hodges and P.F. Pevett. 1984. Insects and Arachinds of Tropical Stored Product; Their Biology and Identification (A Training Manual). Tropical Development and Research Institute Storage Departament. 273 pp.
2. Fenton, F.A. and W.W. Waite. 1932. Detecting pink bollworms in cotton seed by the X-Ray. Journal of Agricultural Research. 45:347-348.
3. Hagstrum, D.W. and B.J. Smittle. 1975. Application of autoradiographic techniques to the study of tunneling activities of Tribolium castaneum (Coleoptera:Tenebrionidae). J. Georgia Entomol. Soc. 10(3) pp 214-223.
4. Hagstrumb, D.W. and B.J. Smittle. 1980. Age-and sex specific tunneling rates of adult Tribolium castaneum. Ann. Entomol. Soc. Am. 73:11-13.
5. Jamieson, M. y P. Jobber. 1974. Manejo de los alimentos. Vol. I. Ecología del Almacenamiento. Traducido por Ramos Pazzón Bertran. Ed. Pax-México 195 pp.
6. Khare, B.B. and R.B. Mills. 1967. Development of Angoumois grain moths in kernels of wheat, sorghum and corn as affected by sites of feeding. Jour. Econ. Entomol. 61:450-452.
7. Mills, R.B. and D.A. Wilbur. 1967. Radiographic studies of Angoumois grain moth development in wheat, corn, and sorghum kernels. Jour. Econ. Entomol. 60:671-677.
8. Milner, M.M., R. Lee and R. Kats. 1950. Application of the X-Ray technique to the detection of internal insect infestation of grain. Jour. Econ. Entomol. 43:933-935.

9. Mingot, T.G. 1986. Pequeño Larouse de Ciencias y Técnicas. Ed. Larouse, octava edición 1056 pp.
10. Pedersen, J.R. and R.A. Brown. 1960. X-Ray microscope to the study the behavior of internal-infesting grain insects. Jour. Econ. Entomol. 53:678-679.
11. Ramírez, M.M. and B.J. Silver. 1983. Deterioration and damage produced in corn grains in Mexico by Prostephanus truncatus (Horn.) (Coleoptera:Bostrichidae). Biodeterioration 5:582-592.
12. Russell, M.P. 1962. Effects of sorgum varieties on the lesser rice weevil, Sitophilus oryzae (L.) I. oviposition, immature mortality, and size of adults. Ann. Entomol. Soc. of Amer. 55:678-685.
13. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Dirección General de Sanidad Vegetal. 1980. Principales Plagas de los Granos Almacenados. 74 pp.
14. Sharifi, S. 1971. Radiographic studies of the parasite Choetospila elegans on the maize weevil. Sitophilus zeamais. Ann. Entomol. Soc. Amer. 65:852-856.
15. Sharifi, S. and R.B. Mills. 1971a. Radiographic studies of Sitophilus zeamais Mots. in wheat kernels J. Stored Prod. Res. 7:195-206.
16. Sharifi, S. and R.B. Mills. 1971b. Developmental activities and behavior of the rice weevil inside wheat kernels. Jour. Econ. Entomol. 64:1114-1118.
17. Shires, S.W. 1980. Life of Prostephanus truncatus (Horn.) (Coleoptera; Bostrichidae). Optimum conditions of temperature and humidity J. Stored Prod. Res. 16: 147-150.

18. United States Department of Agriculture (USDA). 1978.
Stored Grain Insect. Agr. Res. Serv. Agriculture Handbook
No. 500, 57 pp.

FE DE ERRATAS

PAG, PARRAFO	DICE	DEBE DECIR
Indice 8o.	<u>Zabroles Subfaciatus</u>	Zabrotes ^S ubfaciatus
Indice 13o.	Alcances de la Técnica de Rayos -X en la inspección de granos almacenados.	Alcances de la Técnica de Rayos -X en la inspección de granos almacenados.
7 2o.	La hembra deposita los huevecillos en el grano o en los pisos y paredes del almacén.	La hembra deposita los huevecillos en el grano o en los pisos y paredes del almacén.
14 1o.	Así mismo observaron que las larvas de Sitotroga Cerealella. (Oliver)	Así mismo observaron que las larvas de Sitotroga Cerealella. (Oliver)

