

24151



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

“Determinación de la toxicidad de cuatro insecticidas (Malathion, Pirimifós metílico, Permetrina y Cipermetrina) en el gorgojo castaño de la harina Tribolium castaneum (Herbst) en el gorgojo confuso de la harina Tribolium confusum (DuVal). Coleoptera: Tenebrionidae”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A

JOSE LEONIDES SANCHEZ GONZALEZ

Cuautitlán Izcalli, Méx.

**TESIS DONADA POR
D. G. B. - UNAM**

1987

DIRECTOR DE LA TESIS

ING. WILSON PIEDRAHITA C.

INTEGRANTES DEL JURADO

PRESIDENTE

M.C. YAZMIN CUERVO USAN

VOCAL

BIOL. DELTA CASTILLO FERNANDEZ

SECRETARIO

ING. BENJAMIN FRONTANA DE LA C.

1er. SUPLENTE

M.C. ROSA NAVARRETE MAYA

2º SUPLENTE

ING. CHARLES VAN DER MERSCH

"Después dijo Dios: Produzca la tierra hierba verde,
hierba que dé semilla; árbol de fruto que dé fruto
según su género, que su semilla esté en él sobre
la tierra. Y fué así".

Génesis. 1:11

El presente trabajo está dedicado especialmente y con profundo respeto a la memoria del Dr. Raúl McGregor y de la Biól. M^a del Carmen Mendieta.

DEDICATORIA

- A Dios: Rey de Reyes y Señor de Señores.
- A mis padres: Con sincero amor, por haberme brindado la vida y su ayuda desinteresada.
- A mi esposa: Por ser todo para mí.
- A mi hijo: Por todas las alegrías que me ha dado.
- A mi hermano: Con especial cariño.
- A Benjo y Victor: Por ser mis amigos de toda la vida.
- A Luis Alfredo, Marcelo y Héctor: Por su amistad y los años compartidos.
- A Fausto, Toño y Germán: Por su sincera amistad.
- A Rubén y Carmen: Por su compañía y apoyo.
- A Roberto: Por su ayuda.

A g r a d e c i m i e n t o s

Agradezco profundamente al Ing. Wilson Piedrahita por su atinada dirección del presente trabajo, así como por sus valiosos consejos.

A la M.C. Rosa Navarrete Maya por su atinada revisión de este trabajo.

Al Ing. Charles Van Der Mersch por su apoyo y contribución al presente trabajo.

Al Dr. Angel Lagunes Tejeda por su ayuda en el procesamiento de datos de este trabajo.

Al M.C. J. Concepción Rodríguez Maciel por sus sugerencias y consejos.

Deseo hacer patente mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas, que de alguna u otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo.

" Determinación de la toxicidad de cuatro insecticidas (Malathion, Pirimifós metílico, Permetrina y Cipermetrina) en el gorgojo castaño de la harina Tribolium castaneum (Herbst) y en el gorgojo -- confuso de la harina Tribolium confusum (DuVal). Coleoptera: Tenebrionidae".

CONTENIDO

I INTRODUCCION

II OBJETIVOS

III REVISION DE LITERATURA

3.1. Causas de pérdidas en semillas y granos almacenados.

3.1.1. Factores abióticos.

3.1.2. Factores bióticos.

3.2. Principales plagas de semillas y granos almacenados.

3.2.1. Plagas primarias.

3.2.2. Plagas secundarias.

3.3. Distribución de los insectos de almacén.

3.3.1. Distribución geográfica.

3.3.2. Distribución espacial en el lugar de almacenamiento.

3.4. Métodos de control de plagas de granos almacenados.

3.4.1. Control físico.

3.4.2. Control biológico.

3.4.3. Control químico.

3.4.3.1. Insecticidas.

3.4.3.2. Quimioesterilizantes.

3.4.3.3. Atrayentes.

3.4.3.4. Repelentes.

3.4.3.5. Inhibidores de la alimentación.

3.5. Características fisicoquímicas de los insecticidas utilizados.

3.5.1. Malatión.

3.5.2. Pirimifós metílico.

3.5.3. Permetrina.

3.5.3. Cipermetrina.

3.6. Características generales del género Tribolium spp..

3.6.1. Clasificación.

3.6.2. Morfología.

3.6.2.1. Huevo.

3.6.2.2. Larva.

3.6.2.3. Pupa.

3.6.2.4. Adulto.

3.6.3. Ciclo de vida y hábitos.

3.6.3.1. Tribolium castaneum.

3.6.3.2. Tribolium confusum.

3.6.4. Daños e importancia.

IV. MATERIALES Y METODOS.

4.1. Insectos utilizados en las pruebas.

4.2. Insecticidas utilizados en los tratamientos.

4.3. Dilución de los insecticidas.

4.4. Aplicación de los insecticidas al papel filtro.

4.5. Exposición de los insectos a los insecticidas.

4.6. Determinación de la ventana de respuesta biológica.

4.7. Cálculo de las concentraciones intermedias de los insecticidas.

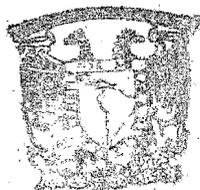
4.8. Determinación de la CL_{50} y CL_{95} .

4.9. Método Probit.

V RESULTADOS Y DISCUSION.

VI CONCLUSIONES.

VII BIBLIOGRAFIA CITADA.



BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA

I. INTRODUCCION.

La imperiosa necesidad de disponer de alimentos con calidad para el consumo humano de una población en -- constante crecimiento, obliga al hombre a buscar mejores sistemas y técnicas de almacenamiento de granos y semillas para evitar el deterioro de los productos almacenados y -- conservarlos en buen estado por mayor tiempo.

Las técnicas y sistemas actuales de almacena-- miento de granos y semillas, exigen en gran parte del -- uso de sustancias químicas, como insecticidas y fumigan-- tes, para evitar la incidencia de insectos que pudieran deteriorar la calidad de semillas y granos almacenados.

Existen muchas especies de insectos relaciona-- dos con granos y semillas almacenados, pero solo una pe-- queña parte de éstos causan daños serios a dichos produc-- tos.

La magnitud de las pérdidas varía de país a país y de un año a otro pero en los países subdesarrolla-- dos de Asia, Africa y América Latina, se calcula que se pierde hasta un 30% de la cosecha anual. (Ramírez, 1974)

En México, no existen datos exactos que indi-- quen la cantidad de pérdidas anuales en granos almacena-- dos, sin embargo se estima una pérdida global que fluctúa desde un 5 hasta un 25% en diferentes zonas del país, cuyas condi-- ciones ecológicas propician el desarrollo de insectos, hongos y roedores que dañan el grano en mayor o menor grado. (Ramírez, 1974).

McGregor (1983), menciona 52 especies de insectos que atacan a granos y productos almacenados de los cuales, - Ramírez (1974), considera que 15 son de importancia económica relevante, mientras Munro (1966) hace mención de 250 especies de importancia económica ocasional.

Entre las especies que afectan a productos y granos almacenados, se encuentra el "gorgojo castaño de la harina" Tribolium castaneum (Herbst) y el gorgojo confuso de la harina" Tribolium confusum (DuVal), consideradas como - una de las plagas de mayor importancia económica; debido - al daño que producen a una gran diversidad de productos almacenados y por su distribución cosmopolita. A pesar de estar clasificados dentro de las plagas secundarias, en ocasiones producen pérdidas de consideración en molinos y bodegas harineras, en donde son las plagas principales. (Ramírez, 1982).

La presión de selección causada por los insecticidas, induce la formación de poblaciones de insectos resistentes o tolerantes al uso de plaguicidas, por eso se necesitan nuevas moléculas que tengan características insecticidas aceptables para el control de plagas de granos y productos almacenados.

Lloyd (1973), probó la toxicidad de piretrinas y piretroides sintéticos sobre Tribolium castaneum y Sitophilus granarius, en la búsqueda de nuevos productos químicos para el control de plagas de granos y semillas almacenados.

Dada la importancia del uso de insecticidas en el control de plagas en semillas y productos almacenados, el presente trabajo se avocará al estudio de cuatro insecticidas: Malatión, Pirimifós metílico, Permetrina y Cipermetrina, a fin de determinar la CL_{50} y la CL_{95} en Tribolium castaneum y Tribolium confusum.

II. OBJETIVOS

1.- Determinar la CL_{50} y la CL_{95} de cuatro insecticidas: Malatión, Pirimifós metílico, Permetrina y Cipermetrina aplicados a Tribolium castaneum y Tribolium confusum.

2.- Determinar en base a las CL_{50} y CL_{95} obtenidas cuál es el insecticida más efectivo.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Causas de pérdidas en semillas y granos almacenados.

El almacenamiento del grano, es un sistema ecológico, cuyo deterioro resulta de la interacción de variables físicas, químicas y biológicas. Las variables principales son; temperatura, humedad, ubicación geográfica características morfológicas del grano, microorganismos, insectos, ácaros, roedores y aves. (Sinha et. al., 1969)

Debido al manejo inadecuado del grano y malas condiciones de almacenamiento, en México las cosechas de los cultivos básicos son atacadas por una serie de insectos plaga que causan pérdidas del 15 al 25% dependiendo de las con

diciones climatológicas del lugar. (Anónimo, 1980)

El deterioro del grano, se define como el resultado acumulado del daño causado por factores abióticos y bióticos, durante la secuencia: maduración, cosecha, mane
jo, procesado, transporte y almacenamiento de productos -
agrícolas. (De Luca, 1978)

Los principales factores que determinan las pér
didas, tanto en calidad como en cantidad de semillas y -
granos en el almacenamiento se dividen en abióticos y bió
ticos. (Fig.1)

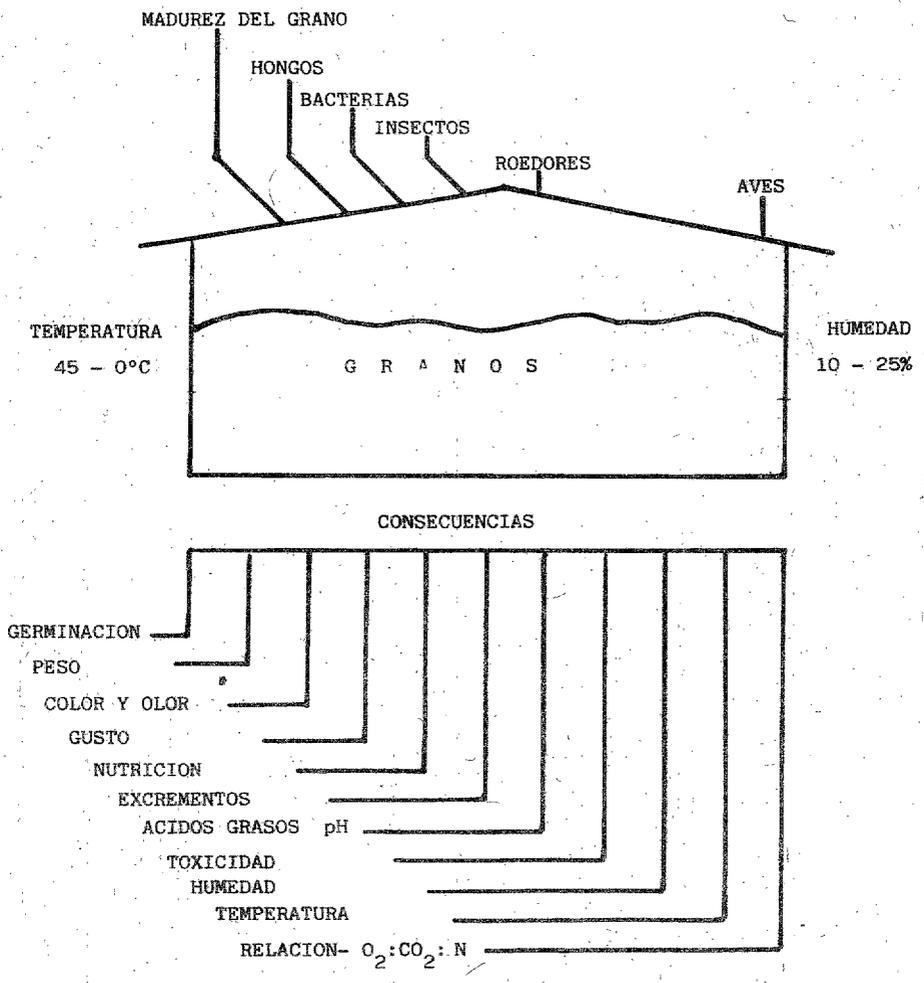
3.1.1. Factores abióticos.

Existen diversas formas de almacenar productos
agrícolas, como en cuescomates, trojes, cincallis o simple
mente en los rincones de las casas, lo cual favorece a in-
crementar el deterioro del grano por la carencia de almace
nes adecuados para el manejo y conservación de dichos pro-
ductos.

El manejo deficiente de semillas y granos traen -
como consecuencia el almacenamiento de estos productos en
condiciones que favorecen la incidencia de plagas primarias
y otros factores bióticos.

La falta de conocimiento de técnicas y sistemas -
adecuados de conservación de semillas y granos da como re-
sultado el deterioro inevitable del grano debido al defi-
ciente control de calidad, falta de sanidad del almacén y
el desconocimiento en el uso y calidad de plaguicidas.

Figura 1. Factores físicos, químicos y biológicos que causan el deterioro de los granos almacenados y sus consecuencias.



El almacenamiento del grano o productos con alto contenido de humedad y de impurezas determina cambios en las características del grano como: maduración, germinación, peso, olor, sabor, color y calidad nutricional que favorecen el desarrollo de hongos provocando toxicidad de dichos productos en el consumo humano. (Harris, 1978)

3.1.2. Factores bióticos.

Los factores bióticos son el resultado de las condiciones propiciadas por los factores abióticos. Los principales factores bióticos que demeritan la calidad de productos almacenados son:

- Insectos. Los insectos ocasionan la contaminación del grano por sus heces, exubias, restos de sus cuerpos, además del daño directo sobre el grano. Los daños -- ocasionados por los insectos al grano, se deben principalmente a sus hábitos alimenticios y de ovipostura. Los insectos que se consideran plagas de productos y granos almacenados, pertenecen al Orden Coleoptera y al Orden Lepidoptera, causando grandes pérdidas en bodegas y silos.

- Aves. Las aves se alimentan directamente del grano, registrándose cuantiosas pérdidas por este concepto. Una de las especies principales que causan daños es la "corneja", así como los "grajos" y los cuervos.

- Roedores. Los roedores se alimentan del grano y lo contaminan simultáneamente. Su acción causa una disminución del 2% por alimentación y contaminación del grano. Los roedores más comunes son la rata común y el ratón casero.

- Acaros. Los ácaros revisten gran importancia ya que por su tamaño y potencial biótico, presentan ventajas con respecto a los insectos. Los ácaros se pueden alimentar directamente del grano o de los subproductos de éste. La contaminación del grano por ácaros repercute directamente en la salud humana ya que causa problemas respiratorios y digestivos.

- Hongos. Los hongos disminuyen en un 5% la producción total de granos, demeritan la calidad nutricional, las propiedades alimenticias y la germinación de la semilla; además de causar el calentamiento del grano y la producción de micotoxinas, las cuales son letales para mamíferos ya que causan enteritis crónicas y agudas.

- Bacterias. La contaminación por bacterias, es un problema muy serio ya que causan trastornos gastrointestinales.

La interacción de los factores abióticos y bióticos da como resultado el calentamiento del grano, lo cual favorece la reproducción de insectos y microorganismos, facilitando su dispersión y la contaminación de todo el producto almacenado, ocasionando pérdidas en bodegas y silos. (Quasem, 1960, Sinha, 1973, Lindbland, 1976)

Las consecuencias de la interacción de los factores abióticos y bióticos son:

- Fallas en la germinación, por daño del embrión en presencia de hongos.



- Disminución de peso, por la acción alimenticia de los insectos en el endospermo de la semilla.

- Color y olor desagradables, por la descomposición del grano debido a hongos y bacterias, exubias y excrementos de los insectos que dan como resultado ácidos -- grasos que originan un sabor rancio a éste.

- Valor nutricional bajo, debido a los cambios bioquímicos de la semilla.

- Toxicidad, debida a la presencia de micotoxinas producidas por hongos.

- Humedad del grano que causa apelmasamientos.

- Temperatura, aumenta el calentamiento del grano provocando una serie de reacciones conocidas con el nombre de reacciones de Maillard. (Sinha, 1973)

3.2. Principales plagas de semillas y granos almacenados.

Los insectos considerados como plagas, son aquellos que compiten por el mismo sustrato o alimento con el hombre.

La principal pérdida económica causada por los insectos a las semillas y granos almacenados, no es solo la cantidad que consumen sino, además, la descomposición del grano y la subsecuente entrada de microorganismos.

(Cruz y Navarrete, 1981)

Las condiciones climáticas como, temperatura alta y humedad relativa alta, favorecen la infestación de productos almacenados por insectos que se clasifican como plagas primarias y secundarias.

3.2.1. Plagas Primarias.

Los insectos llamados "plagas primarias", son aquellos que atacan al grano entero y son capaces de romper la semilla para llegar al endospermo del cual se alimentan. Estos insectos causan dos tipos de daño a las semillas y -- granos almacenados: el directo, consiste en la destrucción del grano por el insecto, con fines alimenticios o de oviposición. El indirecto, consiste en el deterioro producido -- por la condición anormal del grano y por el metabolismo de -- los insectos que lo infestan, lo cual origina un mal olor, -- debido al desarrollo de microorganismos. Ambos tipos de daño demeritan considerablemente la calidad del grano para -- consumo, el valor económico y el poder germinativo de las -- semillas. (Ramírez, 1974, Lindbland, 1979, Cruz y Navarrete, 1981)

3.2.2. Plagas secundarias.

Se denominan plagas secundarias a los insectos que se desarrollan una vez que el grano ha sido dañado por las plagas primarias, generalmente se alimentan de la harina y de los granos rotos y perforados por los insectos primarios. (Lindbland, 1979)

Ramírez (1974), menciona 15 especies de importancia económica relevante, (incluye plagas primarias y secundarias), que causan grandes pérdidas en silos y almacenes de grano en México, estas son;

Nombre científico	Orden y Familia	Nombre común
<u>Anagasta kuehniella</u>	Lepidoptera, Pyralidae	Palomilla de los molinos.
<u>Ephestia cautela</u>	Lepidoptera, Pyralidae	Palomilla de la fruta seca.
<u>Ephestia elutela</u>	Lepidoptera, Pyralidae	Palomilla del cacao.
<u>Oryzaephilus meicator</u>	Coleoptera, Cucujidae	Gorgojo mercader.
<u>Oryzaephilus surinamensis</u>	Coleoptera, Cucujidae	Gorgojo aserrado.
<u>Plodia interpunctella</u>	Lepidoptera, Pyralidae	Palomilla india.
<u>Prostephanus truncatus</u>	Coleoptera, Bostrichidae	Barrenador de los granos.
<u>Rhyzoperta dominica</u>	Coleoptera, Bostrichidae	Barrenillo de los granos.
<u>Sitophilus granarius</u>	Coleoptera, Curculionidae	Gorgojo de los graneros.
<u>Sitophilus orizae</u>	Coleoptera, Curculionidae	Gorgojo del arroz.
<u>Sitophilus zeamais</u>	Coleoptera, Curculionidae	Gorgojo del maíz.
<u>Sitotroga cerealella</u>	Lepidoptera, Gelechiidae	Palomilla de los graneros.
<u>Tribolium castaneum</u>	Coleoptera, Tenebrionidae	Gorgojo castaño de la harina.
<u>Tribolium confusum</u>	Coleoptera, Tenebrionidae	Gorgojo confuso de la harina.
<u>Zabrotes subfasciatus</u>	Coleoptera, Bruchidae	Gorgojo mexicano del frijol.

3.3. Distribución de los insectos de almacén.

La distribución de los insectos está dada por; los factores ambientales, que determinan donde pueden vivir y, por las reacciones instintivas o tropismos que capacitan a los insectos para encontrar condiciones de vida adecuada. (Ross, 1978)

3.3.1. Distribución geográfica.

Las plagas de granos almacenados son de origen -- tropical, y ya que México se encuentra dentro de la zona -- intertropical, se presenta un gran número de especies cuyo

desarrollo y distribución natural se da de acuerdo a las temperaturas y porcentajes de humedad relativa existentes en el país.

A continuación se mencionan las zonas de distribución natural de insectos de almacén, considerando la humedad y la temperatura en los distintos estados del país.

Nivel de incidencia de insectos	H.R.	T°C	Estados
Muy abundante	80%	+20	Veracruz, Tabasco Campeche, Q. Roo, Nayarit.
Abundante	70-80%	+20	Tamaulipas, Sinaloa Nayarit, Colima, Guerrero, Oaxaca, Chiapas.
Poco abundante	60-70%	10-35	Nuevo León, Oaxaca, Guerrero, Coahuila.
Muy frecuente	60-70%	10-30	Sonora, Jalisco, Guanajuato, S.L.P., Hidalgo, Puebla.
Frecuente	50-70%	10-30	Durango, Coahuila, Sonora, Chihuahua.
Poco frecuente	50-60%	10-25	México, Hidalgo, D.F. Querétaro, Durango
Escaso	40-60	5-35	B.C.N., B.C.S., Oaxaca, Chihuahua. Puebla, México.

La mayor incidencia se observa en zonas con altas y altas humedades relativas, con una oscilación térmica menor a 10°C correspondiendo a las zonas tropicales de la República Mexicana. (fig.2) (Flores, 1977).

3.3.2. Distribución espacial en el lugar de almacenamiento.

Las causas de la infestación de los granos almacenados son muchas y variadas. Algunas veces, el principal -- origen de ella es el ataque en el campo, cuando las semillas alcanzan su madurez fisiológica, antes de la cosecha y en -- particular en aquellas zonas donde los factores climáticos favorecen el desarrollo de los insectos que atacan a los granos. (Ramírez, 1974)

La mayoría de los insectos de granos almacenados presentan un fototactismo negativo, lo cual origina una migración de éstos a las zonas más oscuras dentro del lugar de almacenamiento. Los insectos migran hacia el centro del silo, donde se alimentan y reproducen. Al aumentar la densidad de población de los insectos por unidad de volumen, -- aumenta en gran manera la humedad del grano, esto trae como consecuencia la proliferación de hongos y finalmente el c lentamiento del grano.

En el momento que aumenta la temperatura en el -- centro del silo, los insectos migran a las paredes del mismo y a la superficie del grano continuando su ataque. Después de dicha migración a la superficie, aumenta la humedad relativa del silo y del grano, trayendo como consecuen

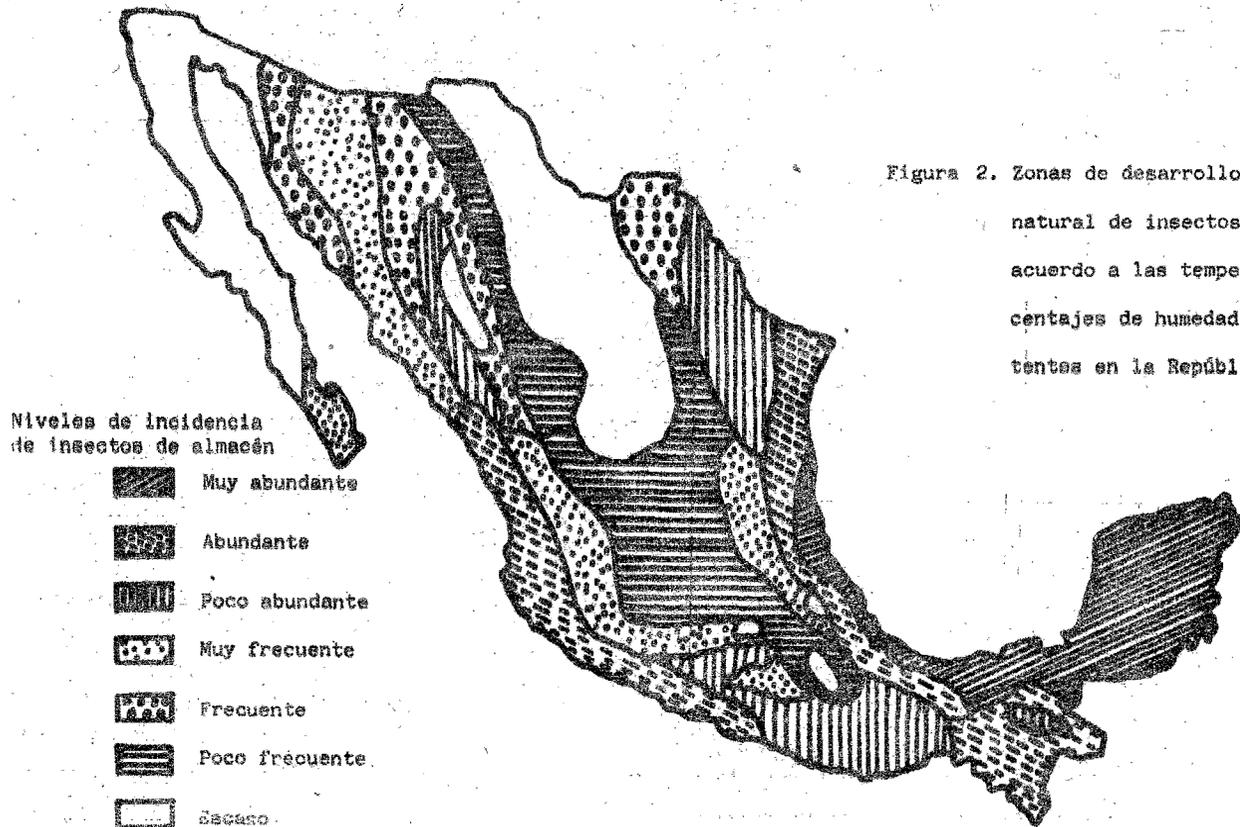


Figura 2. Zonas de desarrollo y distribución natural de insectos de almacén de acuerdo a las temperaturas y porcentajes de humedad relativa existentes en la República Mexicana.

ciá la germinación de la semilla que no se encuentre dañada, y así contribuir al deterioro del grano por completo.

(Sinha, 1969)

3.4. Métodos de control de plagas de granos almacenados.

El control de las plagas en granos y productos almacenados es de vital importancia, ya que la población de un país depende directamente de cereales almacenados como maíz, trigo, cebada, arroz, centeno; los cuales sin protección quedan a merced de los factores bióticos que demeritan la calidad y cantidad de los granos.

El control de los insectos de almacén se divide en dos categorías: las medidas preventivas y las medidas curativas.

Dentro de las medidas preventivas se encuentran las sanitarias, donde antes de almacenar el grano se debe remover todo aquel material donde se puedan alojar insectos o estados inmaduros de éstos, como es el caso de residuos de cosecha, envases o grano viejo, así como todo insecto que se encuentre en las paredes o sobre el piso de la bodega, silo o lugar de almacenamiento. Es indispensable la reparación de desperfectos del lugar de almacenamiento para evitar la entrada de insectos, aves y roedores.

En las medidas curativas se emplean sustancias químicas como insecticidas y fumigantes para eliminar de una manera rápida a las plagas que infesten el grano. (Storey, 1979)

Para asegurar una buena conservación de granos y semillas, después del aseo del lugar, se debe aplicar un insecticida de acción residual, esparjándolo en las paredes, techo y piso para matar a los insectos que pudieran quedar en ese lugar y así evitar una infestación del material a almacenar.

Los insecticidas más utilizados para el control de plagas de los granos almacenados son: malatión, metoxicloro y piretrinas. (Storey, 1979)

Dentro de otras prácticas de combate se encuentran las fumigaciones para el control de insectos. Estas se realizan con materiales que actúan como gases tóxicos y se difunden a través del material almacenado teniendo poco efecto residual, ya que los fumigantes pierden su acción tóxica al ventilar el lugar de almacenaje. (Sifuentes, 1977, Storey, 1980).

Los mejores tipos de fumigantes usados en los Estados Unidos son los fumigantes líquidos y los sólidos. Los fumigantes líquidos se utilizan en combinaciones de tetracloruro de carbono, disulfuro de carbono, dicloruro de etileno, cloroformo y dibromuro de etileno. (Storey, 1980)

Los fumigantes sólidos como el fosforo de aluminio y fosforo de magnesio, presentan formulaciones de tabletas, perdigones y "pellets", que reaccionan al contacto de la humedad ambiental desprendiendo fosforo de hidrógeno que es un gas venenoso. (Storey, 1980, Anón. sin fecha)

3.4.1. Control físico.

Entre los factores físicos más usados en el control de plagas de granos y productos almacenados se tienen:

- Humedad relativa. El almacenamiento de granos y productos agrícolas con bajo contenido de humedad relativa no permite el establecimiento de plagas debido a lo seco del producto, provocando un rechazo por parte del insecto.

- Temperatura. Las altas temperaturas provocan la deshidratación tanto de adultos como de estados inmaduros de los insectos, dando como resultado una alta mortalidad.

Las temperaturas bajas traen como consecuencia un retardo del desarrollo larval y en estado adulto se caracteriza por un letargo provocando la muerte en unos días.

- Bióxido de carbono. Press y Horein, citados por Storey (1979), demostraron que la utilización de bióxido de carbono y nitrógeno reducen las concentraciones de oxígeno a cero al cabo de 24 horas, causando el 100% de mortalidad de insectos en dos días.

- Radiaciones. La utilización de materiales radioactivos para el control de plagas de granos almacenados es efectivo pero poco práctico por sus costos elevados y equipo especializado así como mano de obra calificada.

Investigaciones realizadas por Cornwell, citado por Storey (1979), demostraron que dosis de 500 mil rad producen una esterilización completa y la muerte del insecto al cabo de 24 horas. A dosis de 100 mil rad produce la esterilización y la muerte de adultos, transcurridos 7 días. Dosis de 15 a 20 mil rad causa esterilización y la muerte de

de los adultos al cabo de 2 a 5 semanas y el desarrollo de estados inmaduros se ve alterado.

- Energía sónica y ultrasónica. El empleo del ultrasonido y del sonido tiene como consecuencia el daño de órganos vitales y la modificación de la conducta del insecto.

- Luz infra-roja, visible y ultravioleta. El uso de trampas de luz visible y ultravioleta son poco prácticas porque algunas plagas de granos almacenados tienen un fototactismo negativo; sin embargo Ball, citado por Storey (1980), inhibió el desarrollo normal de algunos insectos de almacén con el empleo de luz infra-roja por pocos minutos durante varios días.

3.4.2. Control biológico.

El control biológico consiste en la utilización de agentes bióticos como hongos, bacterias, nemátodos e insectos para abatir las poblaciones de insectos dentro del almacén.

- Hongos. En el año de 1949, Dresner, citado por Sokoloff (1977), experimentó con un hongo entomófago llamado Beauveria bassiana, para el control de Tribolium spp.. El uso de este hongo se encuentra contraindicado ya que causa reacciones alérgicas en mamíferos.

- Bacterias. Steinhaus y Bell, citados por Sokoloff (1977), descubrieron en el año de 1953 a la bacteria llamada Serratia marcesens atacando a Tenebroides maurita-

nicus. La bacteria más eficaz en el control de larvas de lepidópteros es Bacillus thuringiensis.

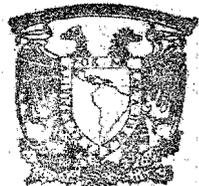
Para el control de Tribolium spp. se descubrió a la bacteria llamada Streptococcus faecalis var. liquefasciens, infectando a larvas de todos los estadios.

- Nemátodos. En el año de 1965 Welch, citado por Sokoloff (1977), revisó literatura concerniente a nemátodos entomófagos y compiló cerca de 18 referencias.

- Insectos. El Orden Hymenoptera es el más reportado y utilizado en el control de plagas de granos almacenados destacando algunos géneros de las familias Chalcididae, Eulophidae y Trichogrammatidae.

3.4.3. Control químico.

Dentro de las prácticas de combate de insectos — que dañan a las semillas y granos almacenados, se pueden señalar aquellas que resuelven el problema de inmediato, como lo es el tratamiento químico, el cual, cuando es efectivo — en primera instancia, puede llegar a ocasionar ciertos efectos colaterales no deseados como lo son problemas de toxicidad si no se manejan adecuadamente las sustancias utilizadas, pueden ocurrir problemas de resistencia de los insectos a los insecticidas al funcionar como agentes de presión selectiva en numerosas poblaciones de insectos, o bien ocurrir como uno más de los contaminantes del ambiente.



Según Sokoloff (1977), los métodos químicos para el control de Tribolium spp. se dividen en: insecticidas, quimioesterilizantes, atrayentes, repelentes e inhibidores de la alimentación.

3.4.3.1. Insecticidas.

Los insecticidas son productos agroquímicos diseñados para combatir las diversas plagas de cultivos agrícolas y productos almacenados. (Cremllyn, 1982)

El uso de insecticidas en granos y productos almacenados depende, en gran parte, del período de almacenamiento, tipo de almacenamiento, efecto del material sobre el grano, manejo del insecticida y efectos sobre el hombre y los animales domésticos.

Cuando el grano es destinado para semilla se emplean productos organoclorados, organofosforados, carbamatos o combinaciones de ellos, mezclados con el grano, ya que estas sustancias causan poco daño al poder germinativo, en dosis que son letales para los insectos que lo atacan.

Cuando el grano se destina para el consumo humano los insecticidas quedan considerablemente restringidos a aquellos que tienen una baja toxicidad para los mamíferos, tal es el caso de las piretrinas, ya que evitan en gran parte el peligro que representan los residuos venenosos de otros insecticidas.

Los insecticidas más utilizados en la conservación de semillas y granos almacenados son: malatión, dieldrín, lindano, D.D.T., metoxicloro y pirenona. (Ramírez, 1974).

3.4.3.2. Quimioesterilizantes.

Estos productos químicos son utilizados para inhibir la producción y ovipostura de huevecillos o esterilización de insectos como medio de control de plagas. (Cremllyn, 1982)

En el año de 1956, Taher y Cutkomp, citados por Sokoloff (1977), descubrieron que al utilizar dosis subletales de D.D.T. se inhibía la producción y ovipostura de huevecillos de Tribolium spp., así como su fertilidad a través de efectos fisiológicos.

Algunos quimioesterilizantes son análogos de las bases pirimidina y purina que ocurren en los ácidos nucleicos en su funcionamiento. Un ejemplo es el 5-fluorouracilo que puede reemplazar al uracilo del RNA, desorganizando su función normal. (Cremllyn, 1982)

Kenaga, citado por Sokoloff (1977), en el año de 1965 encontró que los derivados del tin trifenil como son el Dowco 186 y el Dowco 187, actúan como inhibidores de la reproducción en T. confusum en concentraciones muy bajas.

Los quimioesterilizantes alquilantes más prometedores para el control de plagas son el alofato, tepa, tiol-tepa, metefa y la diurea. (Cremllyn, 1982)

3.4.3.3. Atrayentes.

Los atrayentes son sustancias químicas relacionadas con productos naturales que actúan en la agregación de insectos para alimentarse y reproducirse. (Cremllyn, 1982)

Pence, en el año de 1961, utilizó un producto llamado Kepone que es un compuesto estable de Ketone polícíclico clorinado, en forma de "pellets" conteniendo 0.125% del producto mencionado. El producto se probó en tribolios, los cuales se mantuvieron alrededor de los "pellets" y al cabo de una semana se encontraban muertos. Estos "pellets" fueron efectivos también contra cucarachas causando la muerte de éstas al cabo de dos semanas. (Sokoloff, 1977)

3.4.3.4. Repelentes.

Los repelentes son sustancias químicas que -- obligan al insecto a alejarse del producto tratado. (Cremlyn, 1982)

Se han realizado estudios de sustancias químicas que tengan un efecto repelente sobre Tribolium spp. y se descubrieron 450 productos, de los cuales 39 resultaron efectivos como repelentes en base a un tratamiento con piretro.

En el año de 1966 Bano, Gundu Rao y Majumder, citados por Sokoloff (1977), probaron el efecto repelente de Curcuma longa (cúrcuma), Cuminum cyminum (comino), y Piper nigrum (pimiento), Coriandrum sativum (cilantro) Elettaria cardamomum (cardamomo), Allium sativum (ajo), Eugenia caryophyllata (clavo), Capsicum frutescens (chile), Cinnamomum zeylanicum (canela) y Trachyspermum ammi, --

obteniéndose los mejores resultados para la cúrcuma y el cardamomo.

El grado de repulsión para cada una de las sustancias tratadas fueron: cardamomo, cúrcuma, clavo, comino, canela, pimienta, chile, ajo y cilantro.

Gundu Rao y Majumder, citados por Sokoloff ---- (1977), mencionan que cerca de 60 plantas, entre ellas la hierbabuena (Mentha spicata) y la artemisa (Arthemisa palens), mostraron cualidades importantes equivalentes a las de las piretrinas y el malatión.

Se han probado aceites esenciales como el citral eugenol linolal, citroneial, aceite de sándalo, de canela y de jazmín en combinación con extractos de plantas aromáticas, como agentes repelentes para las especies de Tribolium. (Sokoloff,1977)

3.4.3.5. Inhibidores de la alimentación.

Este tipo de sustancias no son precisamente repelentes de la alimentación, sino que suprimen la señal en el cerebro del insecto, lo que le impide continuar su alimentación. En presencia de sustancias antialimentarias los insectos pueden morir de inanición, debido al mal sabor adquirido por su alimento. (Cremlyn,1982)

Loschiavo (1968), citado por Sokoloff (1977), - probó el compuesto 24055 de American Cyanamid Company, reportando la inhibición de la actividad alimenticia entre los insectos fitógagos. Este compuesto, se aplicó a la -

superficie exterior de pacas de algodón y sacos de harina para prevenir la infestación por Tribolium confusum y -- Oryzaephilus surinamensis.

Loschiavo (1965), determina que el compuesto - 24055 puede ser usado en programas de control incorporán^{dolo} a insecticidas y atrayentes, como una nueva perspec^{tiva} para el control de insectos.

3.5. Características fisicoquímicas de los insecticidas -- utilizados.

3.5.1. Malatión.

Su composición química es Oxi-Oxi-dimetil-azu^{fre} (1,2-dicarbeto^{xietil})ditiofasfato, es un líquido de aspecto oleoso, de color amarillento con un punto de ebullición comprendido entre 156 y 157 °C, con ligera -- descomposición, se cristaliza a bajas temperaturas y su punto de fusión es de 7°C, casi insoluble en agua, pero miscible en la mayoría de los solventes orgánicos comunes, de solubilidad limitada en aceites de petróleo, es^{table} en agua a un pH de 7 o menos, pero rápidamente hi^{drolizable} en soluciones alcalinas.

3.5.2. Primifós metílico.

El primifós metílico es un insecticida-acari^{cida} que se caracteriza por su baja tóxicidad en mamife^{fos} y su amplia actividad en insectos y ácaros que afec^{tan} a cultivos agrícolas. El primifós metílico es cono^{cido} bajo el código PP. 511, que corresponde a O,0-dime

til, O-(2-dietilamino-6-metilpirimidin-4-il)fosforotioato, con un peso molecular de 305.0, con una presión de vapor de 1.1×10^{-4} a 30°C, punto de congelación de -15°C con una gravedad específica de 1.157, una densidad de 1.17 g/cc y una solubilidad en agua de 5 ppm.

3.5.3. Permetrina.

La permetrina es un nuevo insecticida, descubierto en la estación experimental de Rothamsted, Inglaterra por Imperial Chemical Industries (ICI).

La permetrina es un insecticida perteneciente al grupo de los piretroides, originalmente obtenidos del ácido crisantémico extraído de la planta del piretro Chrysanthemum cinerariaefolium.

La permetrina recibe el nombre químico de 3-fenoxibencil(+) cis, trans 3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano-1-carboxilato, de peso molecular de 391.28 con una solubilidad en agua de 0.2 ppm, miscible en la mayoría de los solventes orgánicos comunes.

3.5.4. Cipermetrina.

La cipermetrina pertenece al grupo de los piretroides sintetizados durante la década de los 70's y cuenta con una gran actividad biológica contra una amplia variedad de plagas que atacan a diferentes cultivos. Este insecticida recibe el nombre químico de (+) alfa-ciano-3-fenoxibencil(+) cis, trans 3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato, con un peso molecular de 416 con una solubilidad en agua de 0.2 ppm en agua y miscible en la mayoría de los solventes orgánicos.

3.6. Características generales del género Tribolium spp.

3.6.1. Clasificación.

Los gorgojos de la harina Tribolium castaneum (Herbst) y Tribolium confusum (DuVal) pertenecen al Orden Coleoptera y a la familia Tenebrionidae. (Borrór,- 1976)

3.6.2. Morfología.

3.6.2.1. Huevo.

Los huevos de Tribolium spp. son generalmente de forma arrifionada, de color blanco cremoso, aunque la forma y el color son difíciles de determinar ya que los huevos al momento de la ovipostura se encuentran húmedos y las partículas de harina se adhieren a ellos cubriéndolos completamente.

Los huevos son suaves y cualquier presión puede deformarlos debido a una relativa carencia de turgencia y no debido a cambios en la elasticidad del corion.

Los huevos fertilizados permanecen sin cambio hasta que la larva del primer estadio eclosiona.

Existen dos tipos de huevos; los normales, que presentan una forma arrifionada y los anormales, que presentan diferentes formas e inclusive huevos dobles y raramente triples, que por lo general son infértiles.

El tamaño de los huevos varía de 0.61 a 0.64 mm de largo por 0.35 a 0.40 mm de ancho.

Howe en 1968, citado por Sokoloff (1977), obtuvo datos en cuanto al peso, dando un promedio de --

0.0025625 mg por huevo.

Los huevos son permeables al oxígeno, pero no al agua, donde la semiimpermeabilidad del corion se destruye por pequeñas moléculas no polares, como el alcohol o cloroformo, permitiendo la entrada de sustancias fumigantes.

(Sokoloff, 1977)

3.6.2.2. Larva.

El tipo de larve de los gorgojos de la harina es elateriforme y el cuerpo está dividido en cabeza, tórax y abdomen.

La cabeza es de tipo prognata con un par de antenas, un par de mandíbulas, maxilas y un labio. Las antenas están constituidas por tres segmentos.

Las larvas presentan tres pares de patas con tarsos de un solo segmento. El mesotorax presenta un par de espiráculos, así como en los nueve segmentos del abdomen. El último segmento abdominal presenta un par de apéndices dorsales y un par de "patas anales" que son protuberancias ventrales (o apéndices en forma de propatas).

Brindley, citado por Sokoloff (1977), determinó el tamaño y peso de seis estadios larvales en T. confusum, los cuales se muestran a continuación:

Estadio	Edad (días)	Longitud (mm)	Peso (mg)
1	0	1.18 ± 0.05	0.028
2	3	1.64 ± 0.11	0.035
3	6	2.38 ± 0.08	0.119
4	9	3.23 ± 0.20	0.332
5	12	4.00 ± 0.44	1.090
6	15	6.00 ± 0.70	2.400

Las larvas de Tribolium castaneum se pueden identificar porque las setas de los terguitos, pleuritos y esternitos son cortas, erectas y pocas en número, en el último terguito abdominal, cerca de la línea de espiráculos del abdomen, se presentan dos setas (una anterior y una posterior). Cada uno de los pleuritos abdominales, del I al VIII tienen dos setas del mismo tamaño en la línea de los espiráculos.

Las larvas de T. confusum presentan setas erectas largas y en mayor número con respecto a T. castaneum. El último terguito abdominal presenta tres setas, una en la parte posterior, una en la parte media y una en la parte anterior, cerca de la línea de espiráculos. Finalmente se pueden identificar porque el último terguito puede o no tener una seta adicional corta cerca de la línea de espiráculos, y los esternitos abdominales presentan cuatro setas de cada lado.

A continuación se exponen algunas diferencias -- morfológicas entre las larvas de T. castaneum y T. confusum:

Especie	Area central de esternitos VIII y IX	Progena	Gula
<u>T. castaneum</u>	Esclerizada	Esclerizada	Esclerizada
<u>T. confusum</u>	No Esclerizada	fuertemente esclerizada	No esclerizada

(Sokoloff, 1977)

3.6.2.3. Pupa.

La pupa es de color blanco cremoso, que gradualmente cambia a amarillo y por último a café dependiendo del grado de madurez y después de esto se transforma en adulto. (Anónimo, 1978)

Los apéndices de la pupa se encuentran retraídos y protegidos unos con otros. La cabeza de la pupa está orientada ventrocaudalmente, por lo que, las piezas bucales están completamente protegidas por las patas del protórax.

Las antenas están protegidas desde el protórax hasta el mesotórax. El primer y segundo par de patas protegen la porción media de los élitros y alas membranosas.

En cada segmento abdominal se encuentran dos proyecciones laterales que parecen tener una función de defensa. Estas estructuras poseen pelos, y su relativa longitud y patrón de arreglo pueden ser usados para la identificación de las especies más comunes de gorgojos de la harina.

En la parte posterior de la pupa se presentan in par de lóbulos genitales que son más pequeños en el macho que en la hembra, así el tamaño de dichos lóbulos pueden ser usados para determinar el sexo de la pupa. (Sokoloff, 1977)

3.6.2.4. Adulto.

Las especies de Tribolium se caracterizan por la presencia de rebordes paralelos sobre las cubiertas de las alas y, por tener ojos que siempre están divididos en parte por el margen lateral de la cabeza, con un diámetro ver

tical mayor que el horizontal.

Los adultos de Tribolium castaneum son gorgojos de color pardo rojizo de 2.3 a 4.4 mm de longitud. Pueden distinguirse de los adultos de Tribolium confusum por la clava antenal trisegmentada y la distancia entre los ojos sobre el lado inferior de la cabeza, que es mucho menor a dos anchuras de ojo.

Los adultos de Tribolium confusum son muy parecidos a los adultos de Tribolium castaneum en cuanto a color, forma y tamaño, siendo éste de 2.6 a 4.4 mm de largo. Las antenas se van agrandando gradualmente hacia la punta y las distancias entre los ojos sobre el lado inferior de la cabeza es igual a tres anchuras de ojo. El reborde por encima de los ojos es más notable que en Tribolium castaneum. (Anónimo, 1974 Ramírez, 1974)

3.6.3. Ciclo de vida y hábitos.

3.6.3.1. Tribolium castaneum.

El gorgojó castaño de la harina Tribolium castaneum Herbst, 1797, es una palga de los granos y productos almacenados, de distribución cosmopolita, que se encuentra en almacenes, bodegas y graneros, generalmente ataca a los granos que han sido dañados por otras especies de insectos, por lo cual la mayoría de los autores lo consideran como una plaga secundaria. Sin embargo, se ha demostrado que puede iniciar el ataque de granos, por lo que se considera como una plaga primaria.

Los huevecillos son depositados aisladamente y libres en la harina; son húmedos y pegajosos recién ovipositados, de tal manera que pronto se encuentran cubiertos por pequeñas partículas de harina o de polvo.

Las hembras depositan un promedio de 450 huevecillos. El período de incubación varía de 5 a 12 días, dependiendo de la temperatura, siendo la más favorable, para el desarrollo embrionario, de 27°C.

La larva madura o completamente desarrollada, tiene aproximadamente unos 4.5 mm de longitud y es de color amarillo pálido; el período larvario varía de 27 a 90 días, dependiendo de la temperatura y la disponibilidad de alimento.

La pupación tiene lugar generalmente sobre la superficie del alimento; la pupa es desnuda, de color blanco y al madurar cambia su color a amarillo claro y después -- café. El estado pupal tarda de 6 a 9 días, sin embargo puede prolongarse en los meses fríos del invierno.

Los adultos tienen una gran longevidad, con un promedio de 12 a 14 meses, aunque existen informes de que algunos han vivido por tres años y nueve meses, bajo condiciones especiales de temperatura, humedad y disponibilidad de alimento. (Ramírez, 1974)

3.6.3.2. Tribolium confusum.

El gorgojo confuso de la harina Tribolium confusum DuVal, es un insecto muy activo, cosmopolita que se encuentra en almacenes, bodegas, silos y graneros.

Las hembras depositan los huevecillos, que son -- claros o incoloros y pegajosos, sobre materiales alimenti-- cios, los cuales eclosionan entr 5 y 12 días.

Las larvas que han completado su desarrollo, son más o menos de 4 mm de longitud, delgadas cilíndricas y de color blanco con ligeros tintes amarillos, de cabeza obscura y en el extremo posterior del cuerpo soportan dos delgados y agudos apéndices. El tiempo del desarrollo larval depende principalmente de la temperatura y disponibilidad de alimento. El desarrollo larval puede ocupar de 1 a 4 meses. Existen seis estadios larvales, y antes de cada muda, la -- larva permanece inactiva por un corto período. Las larvas -- se alimentan principalmente de granos rotos y polvo de cereales.

La pupa es de color blanco, cambiando de color -- conforme va madurando hasta adquirir un color café oscuro. El estado pupal termina al cabo de 10 a 12 días.

Los adultos tienen una longevidad de aproximada-- mente de un año , aunque en condiciones especiales de temperatura y humedad pueden vivir cerca de tres años. (Ramírez, -- 1974)

3.6.4. Daños e importancia.

Las especies de Tribolium causan daños muy serios en los molinos, graneros, bodegas, almacenes de abarrotes y silos.

Estas especies de gorgojos se alimentan principalmente de materiales farináceos, aunque pueden atacar a granos o subproductos de éstos, se alimentan también de frutas secas y muchos otros productos almacenados. (Ramírez, 1974)

IV. MATERIALES Y METODOS.

4.1. Insectos utilizados en las pruebas.

Las especies utilizadas fueron Tribolium castaneum (Herbst) y Tribolium confusum (DuVal), gorgojo castaño de la harina y gorgojo confuso de la harina, respectivamente.

Estas dos especies proceden de los estados de Tamaulipas, Coahuila y Chiapas. Respecto a la identificación de las especies, se tomó como base las características descritas por Jaimieson y Jobber (1974).

Las muestras obtenidas de Tribolium castaneum y Tribolium confusum, se colocaron en un medio de cría de 100% de harina de trigo, a una temperatura promedio de 27°C y una humedad relativa de 70%, de esta manera se establecieron las colonias. Los insectos de prueba se obtuvieron, colocando el 50% de la población en frascos de boca ancha de 1000 ml de capacidad, conteniendo 250 gramos de medio de cría, donde se dejaron por 7 días para la oviposición. Transcurrido este período, los adultos se separaron por medio de tamices y en un promedio de 40 días emergieron nuevas generaciones de adultos, contando así con generaciones de insectos de 1 a misma edad, a fin de evitar una variación en la respuesta, debido a la diferencia de edades.

4.2. Insecticidas utilizados en los tratamientos.

Los insecticidas utilizados en los bioensayos fueron:

a) Malatión (Química Lucava), insecticida con una pureza del 95%.

b) Pirimifós metílico (ICI), insecticida con una pureza del 95%.

c) Permetrina (ICI), insecticida con una pureza del 87.5%

d) Cipermetrina (ICI), insecticida con una pureza del 67.51%.

4.3. Dilución de los insecticidas.

Los insecticidas se diluyeron en acetona, para obtener una solución maestra al 1%. Se prepararon diluciones en serie a partir del 1%, 0.1%, 0.01%, 0.001%, 0.0001% y 0.00001%, para determinar la ventana de respuesta biológica, que sirve para ubicar entre que concentraciones se encuentra el mayor porcentaje de mortalidad. Después de haber la determinado, se incluyeron ocho dosis intermedias.

4.4. Aplicación de los insecticidas al papel filtro.

De las soluciones preparadas se tomaron 0.5 ml y se aplicaron con una pipeta graduada, con un movimiento en espiral progresivamente decreciente para asegurar una distribución uniforme en el papel filtro (Whatman Nº 1, 7 cm ϕ) éste se suspendió sobre tres alfileres, los cuales evitaron

la pérdida del insecticida por contacto con el sustrato durante la aplicación. Después de la aplicación se dejaron secar por un minuto y luego se trasladaron a una caja de Petri, donde se dejaron en reposo durante la noche.

4.5. Exposición de los insectos a los insecticidas.

En los bioensayos se utilizaron insectos adultos de cuatro semanas de emergidos para cinco repeticiones de cada una de las concentraciones consideradas en base a la ventana de respuesta biológica.

Los insectos se separaron del medio de cría por medio de un tamiz y un aspirador de boca y se colocaron 20 insectos por frasco, en estas condiciones, se dejaron a los insectos una hora sin alimento a 25°C y 70% de humedad relativa. Los insectos se distribuyeron al azar en los papeles tratados sobre los que se habían colocado previamente anillos de cobre, de 5 cm de diámetro y 2.5 cm de altura, para confinar y mantener a los insectos en contacto con el insecticida. Después de seis horas de exposición, se examinaron y se registraron los insectos totales así como los que se afectaron por efecto del tratamiento. (anónimo, 1974)

4.6. Determinación de la ventana de respuesta biológica.

La ventana de respuesta biológica es una base para la determinación de las dosis intermedias, ya que con esta prueba se encuentra el rango superior e inferior de respuesta del insecto al insecticida, tomando el rango superior donde de todos los insectos se abaten por la acción del insecticida y como rango inferior donde los insectos no responden al insecticida quedando los insectos vivos.

4.7. Cálculo de las concentraciones intermedias de los insecticidas.

Las concentraciones intermedias se calculan en base a la división del ciclo logarítmico del papel probit en ocho partes iguales correspondiendo cada división a las concentraciones que se van a trabajar.

4.8. Determinación de la CL_{50} y CL_{95} .

El método recomendado por la FAO (Anónimo, 1974), consiste en dos pasos; en el primero se exponen los insectos a los insecticidas (concentraciones utilizadas en los tratamientos), por un tiempo determinado previamente, con el propósito de obtener los valores de abatimiento, que son las concentraciones letales (CL) para que el 50% y el 95% de los adultos mueran. En el segundo caso, sólo se aplica la CL_{99} calculada en el primer paso y que corresponde a la dosis que abate a todos los insectos.

4.9. Método Probit.

El método probit es un método estadístico de unidades de probabilidad donde las cifras de respuesta se representan gráficamente sobre el papel probabilidad-logarítmico y la dosificación-mortalidad se ajusta por medio de una regresión lineal analizándose los resultados mediante una gráfica dosis-respuesta. Este método permite la interpolación de dosis-respuesta y la verificación de los resultados de los bioensayos, dando lugar a la variación en la pendiente en la línea de regresión debido a la susceptibilidad del material biológico estudiado.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

Las concentraciones obtenidas para las dos especies estudiadas, variaron de acuerdo a la ventana de respuesta biológica (cuadros 1 y 4), que resultaron de la exposición de los insectos a las diferentes concentraciones de los insecticidas usados, en el intervalo del 1% al 0.00001% para delimitar los rangos de respuesta superior e inferior y posteriormente incluir dosis intermedias para establecer los parámetros del análisis probit.

La ventana de respuesta biológica para T. castaneum que se observa en el cuadro 1, nos muestra que, en el caso de malatión, el rango de respuesta está comprendido entre 0.1 y 1% mientras que para los otros tres insecticidas se mantiene entre 0.01 y 0.1%.

Cuadro 1. Ventana de respuesta biológica en T. castaneum para malatión, pirimifós metílico, permetrina y cipermetrina.

Insecticida: Malatión

Dosis (%)	1.0	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Muertos	20	0	0	0	0	0

Insecticida: Pirimifós metílico

Dosis (%)	1.0	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Muertos	20	20	0	0	0	0

Insecticida: Permetrina

Dosis (%)	1.0	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Muertos	20	20	0	0	0	0

Insecticida: Cipermetrina

Dosis (%)	1.0	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Muertos	20	20	0	0	0	0

Los resultados obtenidos en los bioensayos para T. castaneum, se encuentran en el cuadro 2, donde se observa cada una de las concentraciones y la respuesta a cada uno de los cuatro insecticidas, además de las concentraciones intermedias a las cuales fue sometida la especie.

En el cuadro 3 se muestran las CL_{50} y CL_{95} obtenidas para T. castaneum. Los resultados obtenidos indican que el insecticida más efectivo a dosis bajas fue la cipermetrina a una concentración de 0.027% y 0.061% de CL_{50} y CL_{95} respectivamente, el insecticida que le sigue en efectividad es el pirimifós metílico con una concentración de 0.036% — para la CL_{50} y 0.071% para la CL_{95} , siguiéndole la permetrina con valores de CL_{50} de 0.061% y CL_{95} de 0.114% y por último el malatión con una concentración de 0.421% y 0.825% de CL_{50} y CL_{95} respectivamente, lo cual indica cierta tolerancia a éste insecticida, puesto que sobrepasa las concentraciones discriminantes prescritas por la FAO señaladas en el cuadro 4.

Cuadro 2. Respuesta de *T. castaneum* a la aplicación de diferentes dosis de cuatro insecticidas.

Malatión		Pirimifós metílico		Permetrina		Cipermetrina	
Dosis %	Mortalidad %	Dosis %	Mortalidad %	Dosis %	Mortalidad %	Dosis %	Mortalidad %
1.0	100	0.1	100	0.1	100	0.1	100
0.9	100	0.09	100	0.09	82	0.09	100
0.6	89	0.06	94	0.06	42	0.09	96
0.45	50	0.045	63	0.045	21	0.045	87
0.3	18	0.03	30	0.03	5	0.03	50
0.2	2	0.02	7	0.02	0	0.02	28
0.15	1	0.015	0	0.015	0	0.015	8
0.1	0	0.01	0	0.01	0	0.01	1

Cuadro N° 3. Valores de CL_{50} y CL_{95} obtenidos para malatión, pirimifós metílico, permetrina y cipermetrina - aplicados en T.castaneum.

CL_{50}	Insecticida	Conc. (%)	Lím. fiduciales	
			Inf.	Sup.
	Malatión	0.421	0.355	0.497
	P. metílico	0.036	0.031	0.042
	Permetrina	0.061	0.058	0.064
	Cipermetrina	0.027	0.023	0.031

CL_{95}	Insecticida	Conc. (%)	Lím. fiduciales	
			Inf.	Sup.
	Malatión	0.825	0.658	1.296
	P. metílico	0.071	0.057	0.107
	Permetrina	0.114	0.104	0.128
	Cipermetrina	0.061	0.049	0.086

Cuadro N° 4. Respuesta de gorgojos susceptibles y concentraciones de discriminación sugeridas para detectar resistencia. (Anónimo, 1974)

Malatión	Periodo exposición	CL_{50}	CL_{99}	Conc. discrim.
<u>T. castaneum</u>	5 horas	0.15	0.32	0.5
<u>T. confusum</u>	6 horas	0.24	0.43	0.5

El cuadro 5 muestra las concentraciones de los --
cuatro insecticidas a las cuales fue sometida la especie
T. confusum para delimitar la ventana de respuesta biológica.
Los datos muestran una homogeneidad en cuanto a las concen--
traciones, teniendo el rango de 0.01 a 0.1% para los cuatro
insecticidas.

Cuadro 5. Ventana de respuesta biológica en T. confusum
para malatión, pirimifós metílico, permetrina
y cipermetrina.

Insecticida: Malatión

Dosis (%)	1.0	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Muertos	20	20	0	0	0	0

Insecticida: Pirimifós metílico

Dosis (%)	1.0	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Muertos	20	20	0	0	0	0

Insecticida: Permetrina

Dosis (%)	1.0	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Muertos	20	20	0	0	0	0

Insecticida: Cipermetrina

Dosis (%)	1.0	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Muertos	20	20	0	0	0	0

La respuesta de T.confusum a las diferentes concentraciones de los cuatro insecticidas se muestran en el cuadro 6 donde se puede observar lo restringido de la respuesta en el caso de malatión, ya que solo respondió a tres concentraciones del insecticida, 0.1, 0.09 y 0.06.

En el cuadro 7 se muestran los valores de las CL_{50} y CL_{95} , donde se pueden observar los límites de confianza, que para malatión son muy amplios, variando de 0.039 a 0.122 para la CL_{50} y 0.086 a 4.433 para la CL_{95} , ya que la respuesta que se muestra en el cuadro 6 es muy estrecha debido a que los valores de abatimiento de los insectos están comprendidos en cuatro concentraciones solamente.

En el cuadro 8 se muestran los datos comparativos de las concentraciones obtenidas con malatión en las dos especies del género Tribolium. Como se puede observar, en el caso de Tribolium castaneum, las concentraciones obtenidas fueron mayores que para Tribolium confusum, lo cual indica la presencia de cierto tipo de tolerancia en la colonia de T. castaneum utilizada durante los bioensayos. Esto puede deberse, muy probablemente, a que dicha colonia haya sido expuesta con anterioridad a malatión.

Los resultados de los bioensayos para T. castaneum así como la línea de mejor ajuste se muestran en las figuras 3-6.

Cuadro Nº 6. Respuesta de T. confusum a la aplicación de diferentes dosis de cuatro insecticidas.

Malatión		P. metílico		Permetrina		Cipermetrina	
Dosis	Mortalidad (%)	Dosis	Mortalidad (%)	Dosis	Mortalidad	Dosis	Mortalidad
0.1	99	0.1	100	0.1	100	0.1	96
0.09	69	0.09	95	0.09	100	0.09	85
0.06	13	0.06	62	0.06	96	0.06	70
0.045	0	0.045	31	0.045	83	0.045	39
0.03	0	0.03	14	0.03	74	0.03	26
0.02	0	0.02	2	0.02	42	0.02	10
0.015	0	0.015	0	0.015	24	0.015	5
0.01	0	0.01	0	0.01	4	0.01	0

Cuadro Nº 7. Valores de CL_{50} y CL_{95} obtenidos para malatión, pirimifós metílico, permetrina y cipermetrina - aplicados en T. confusum.

CL_{50}	Insecticida	Conc. (%)	Lím. fiduciales	
			Inf.	Sup.
	Malatión	0.075	0.039	0.122
	P. metílico	0.051	0.048	0.054
	Permetrina	0.045	0.039	0.051
	Cipermetrina	0.023	0.021	0.024



BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA

CL_{95}	Insecticida	Conc. (%)	Lím. fiduciales	
			Inf.	Sup.
	Malatión	0.113	0.086	4.433
	P. metílico	0.102	0.091	0.118
	Permetrina	0.122	0.098	0.167
	Cipermetrina	0.058	0.051	0.067

Cuadro Nº 8. CL_{50} y CL_{95} obtenidas en T. castaneum y T. confusum para malatión.

Conc. (%)	<u>T. castaneum</u>		<u>T. confusum</u>	
	CL_{50}	CL_{95}	CL_{50}	CL_{95}
	0.421	0.825	0.075	0.113

En el caso de malatión (Fig. 3), el resultado obtenido matemáticamente es similar al obtenido de una manera experimental, siendo 0.4214 y 0.450 respectivamente. El dato obtenido experimentalmente es confiable puesto que se encuentra dentro de los límites fiduciales inferior de 0.35 y superior de 0.49.

En el caso de pirimifós metílico, solo tiene cuatro puntos (Fig.4) debido a que por motivos de cálculo, los datos por debajo del 5% de mortalidad así como los superiores a 95% no son cuantificados, sin embargo la CL_{50} calculada matemáticamente fue 0.036.

Los resultados obtenidos para permetrina (Fig.5) muestran las 5 dosis diferentes debido a que la respuesta de los insectos al insecticida estuvo distribuida a lo largo de todo el intervalo.

La cipermetrina presenta las dosis de respuesta más bajas (Fig.6). El resultado de la cipermetrina, como en el caso de malatión, muestra similitud en la CL_{50} calculada y la experimental, siendo de 0.027 y 0.030 respectivamente, cayendo esta última dentro de los límites fiduciales que son el inferior de 0.023 y el superior de 0.031.

El valor de la pendiente de cada una de las líneas de regresión (Fig.11) son 5.6 para malatión y pirimifós metílico, 6.03 para permetrina y 4.6 para cipermetrina. Estos valores nos muestran la respuesta de la especie a los diferentes insecticidas, así como el porcentaje de mortalidad, siendo para la cipermetrina el más bajo en cuanto a dosis y el mejor en índice de abatimiento.

Los resultados de los bioensayos para T.confusum, así como la línea de mejor ajuste se encuentran en las figuras 7-10.

En el caso de malatión (Fig.7) se muestra la línea de mejor ajuste, así como las dosis elevadas de insecticida ($CL_{50}=0.075\%$), en comparación con los resultados obtenidos en otros bioensayos.

El pirimifós metílico (Fig.8) muestra una disminución en cuanto al valor de la CL_{50} (0.051) y la respuesta de la colonia es más amplia que en el caso de malatión, ya que la respuesta está distribuida del 0.025 al 0.1%.

La permetrina (Fig.9) muestra una disminución significativa en cuanto al valor de la CL_{50} respecto a los dos insecticidas anteriores.

La cipermetrina (Fig.10) muestra una disminución en la concentración de aproximadamente el 50% con respecto a la permetrina.

Observando en conjunto las líneas de regresión -- (Fig.12), así como el valor de la pendiente 9.23 para malatión, 5.4 para pirimifós metílico, 3.8 para permetrina y -- 4.09 para cipermetrina, se aprecia de una manera mejor, la respuesta de cada insecticida en la colonia de T. confusum.

Figura 3. Valores de mortalidad y línea de regresión en
T. castaneum para malatión.

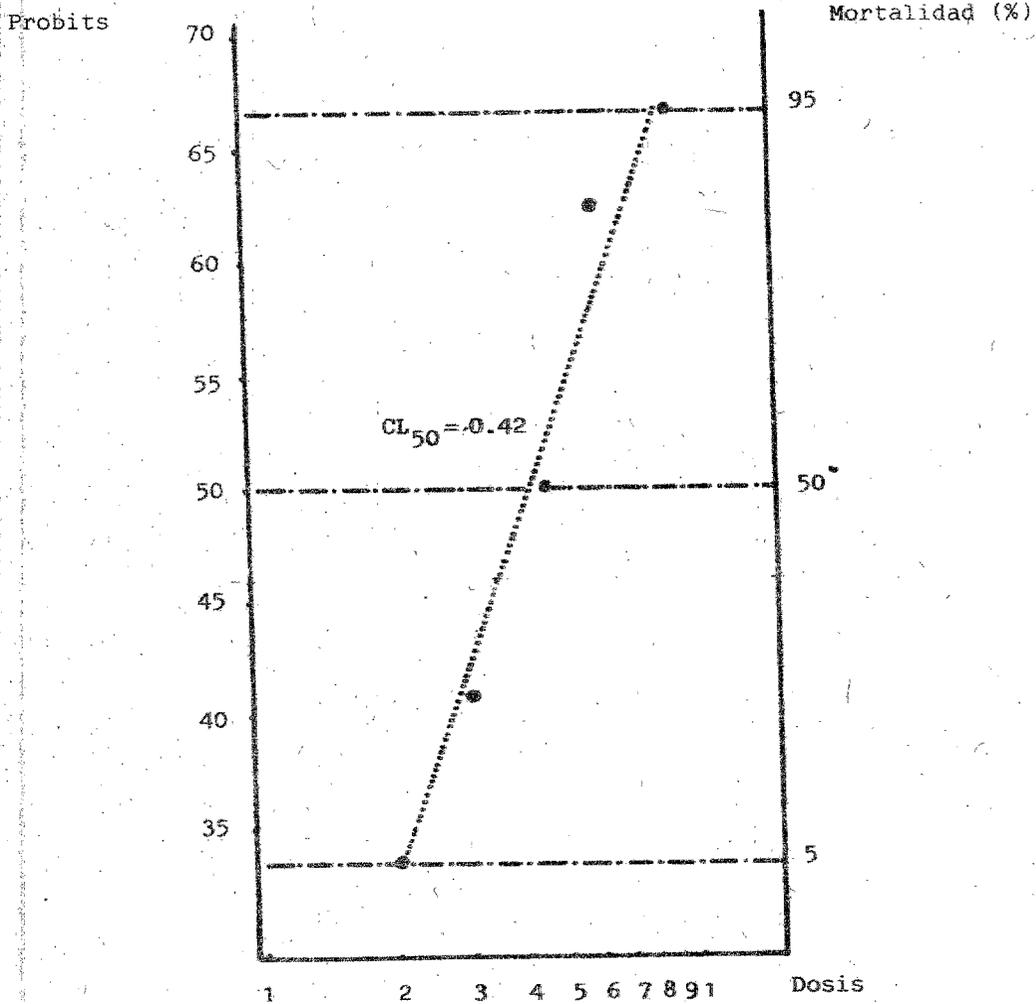


Figura 4. Valores de mortalidad y línea de regresión en T. castaneum para pirimifós metílico.

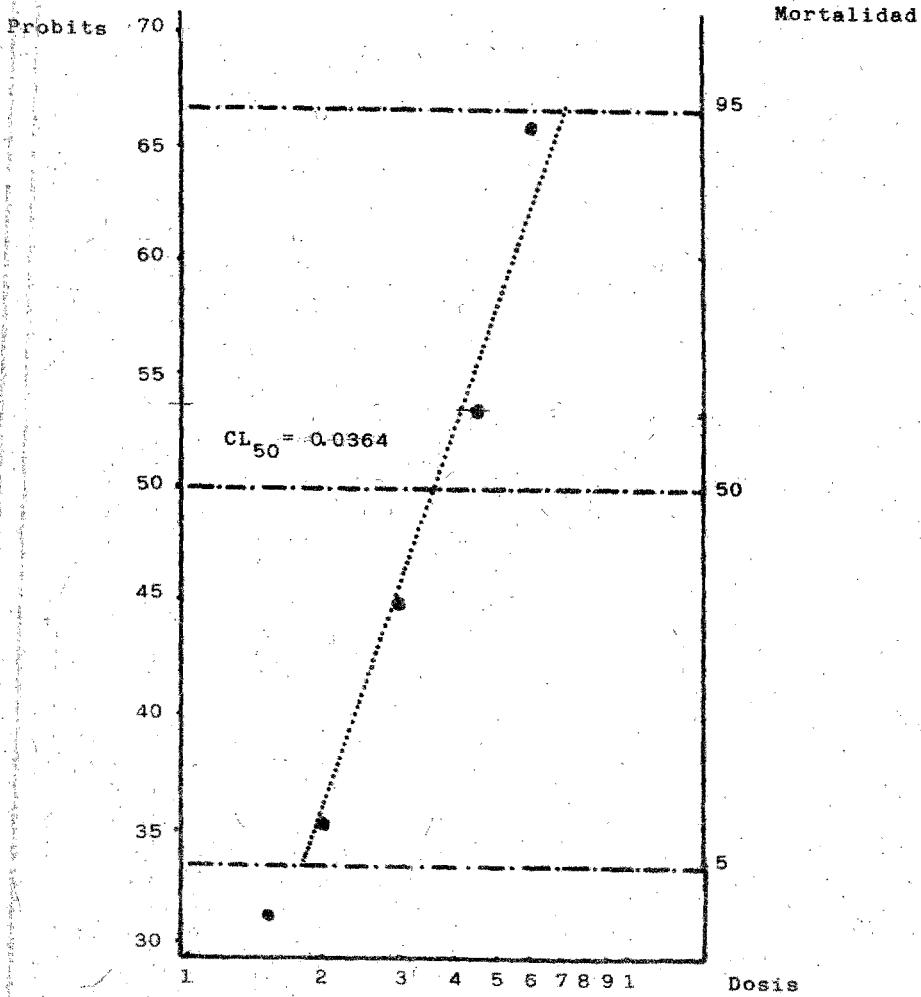


Figura 5. Valores de mortalidad y línea de regresión en T. castaneum para permetrina.

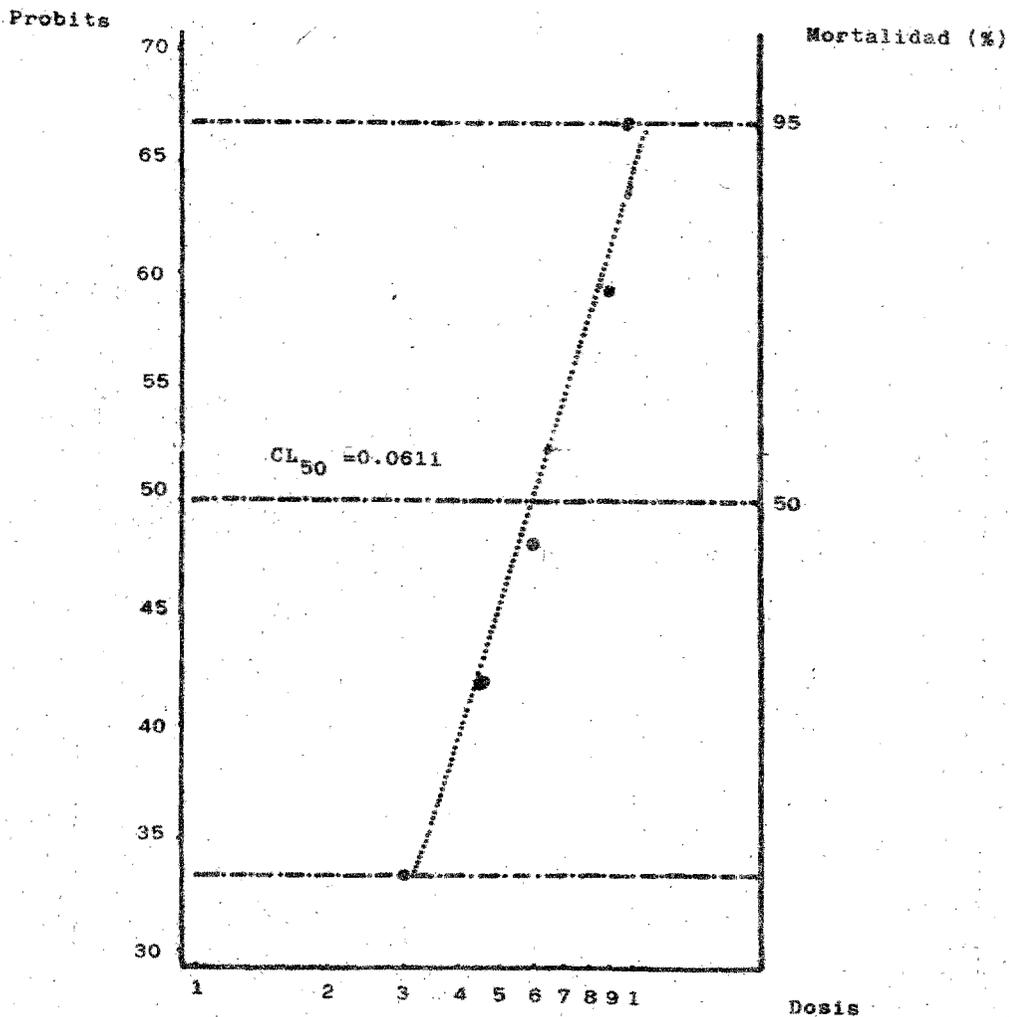
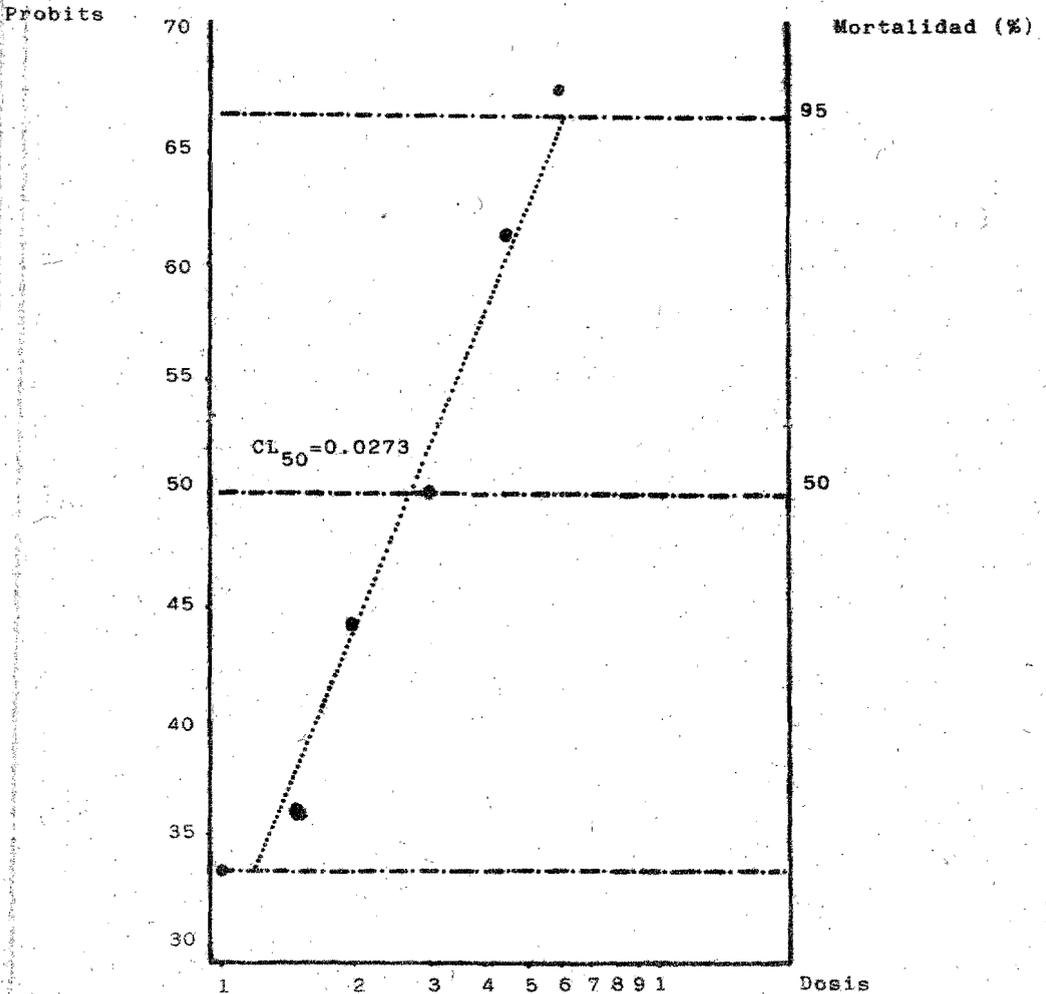


Figura 6. Valores de mortalidad y línea de regresión en T. castaneum para cipermetrina.



TESIS DONADA POR
D. G. B. - UNAM

Figura 7. Valores de mortalidad y línea de regresión en T. confusum para malatión.

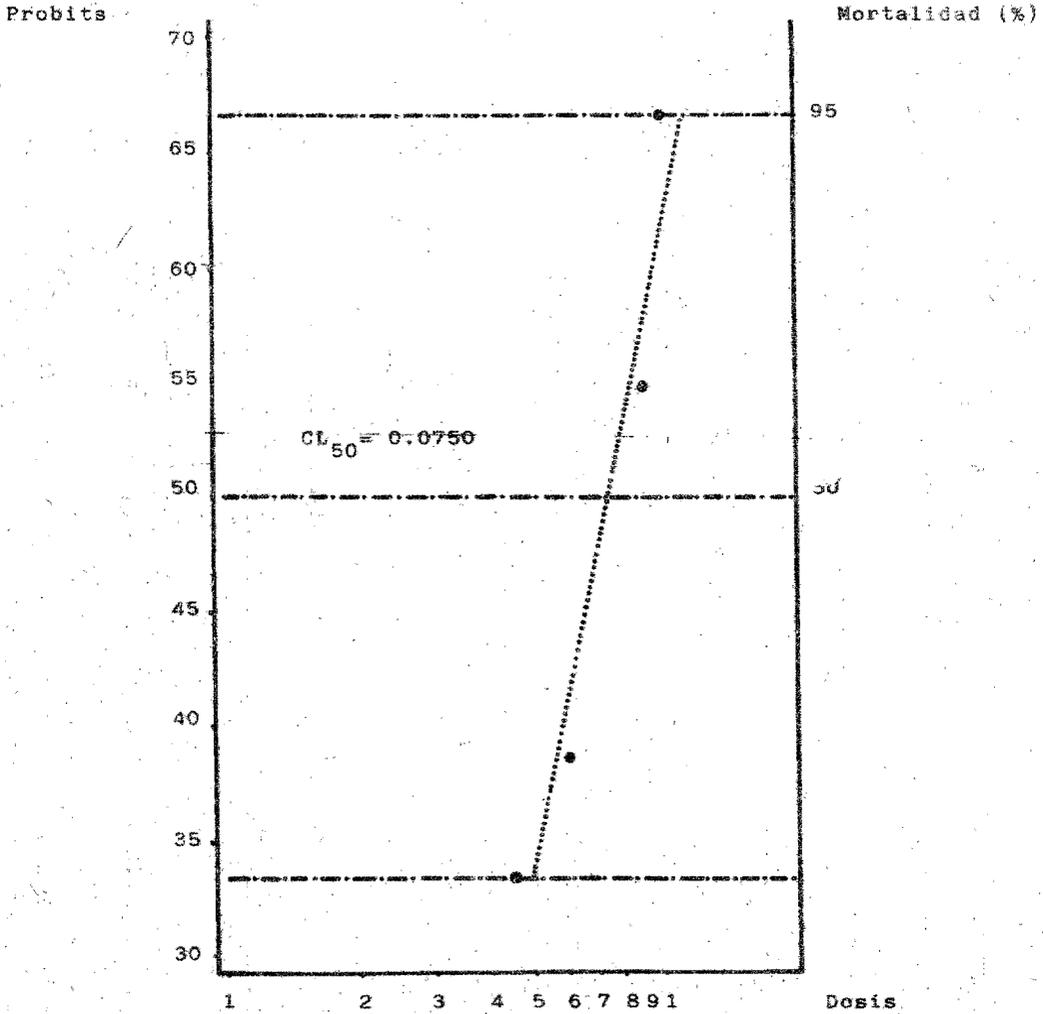


Figura 8. Valores de mortalidad y línea de regresión en T. confusum para pirimifós metílico.

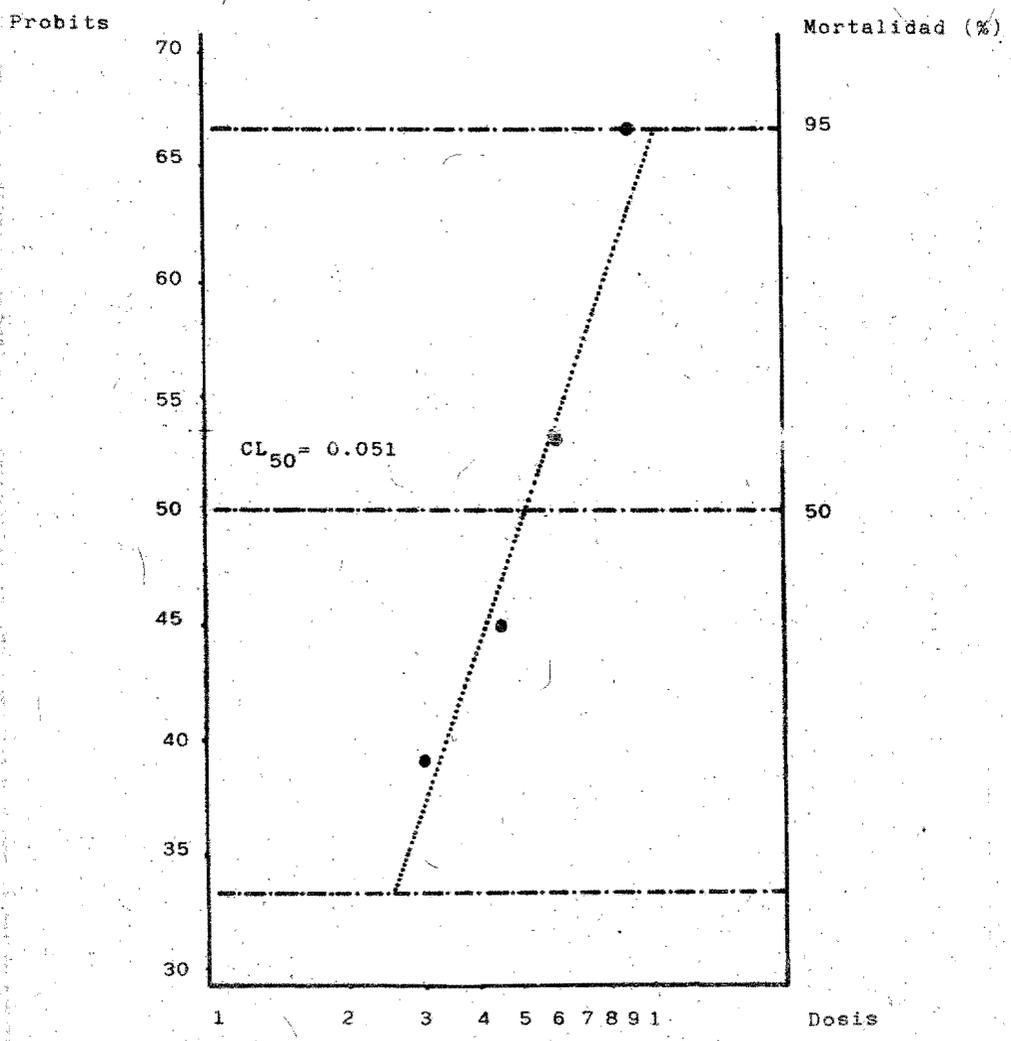


Figura 9. Valores de mortalidad y línea de regresión en T. confusum para permetrina.

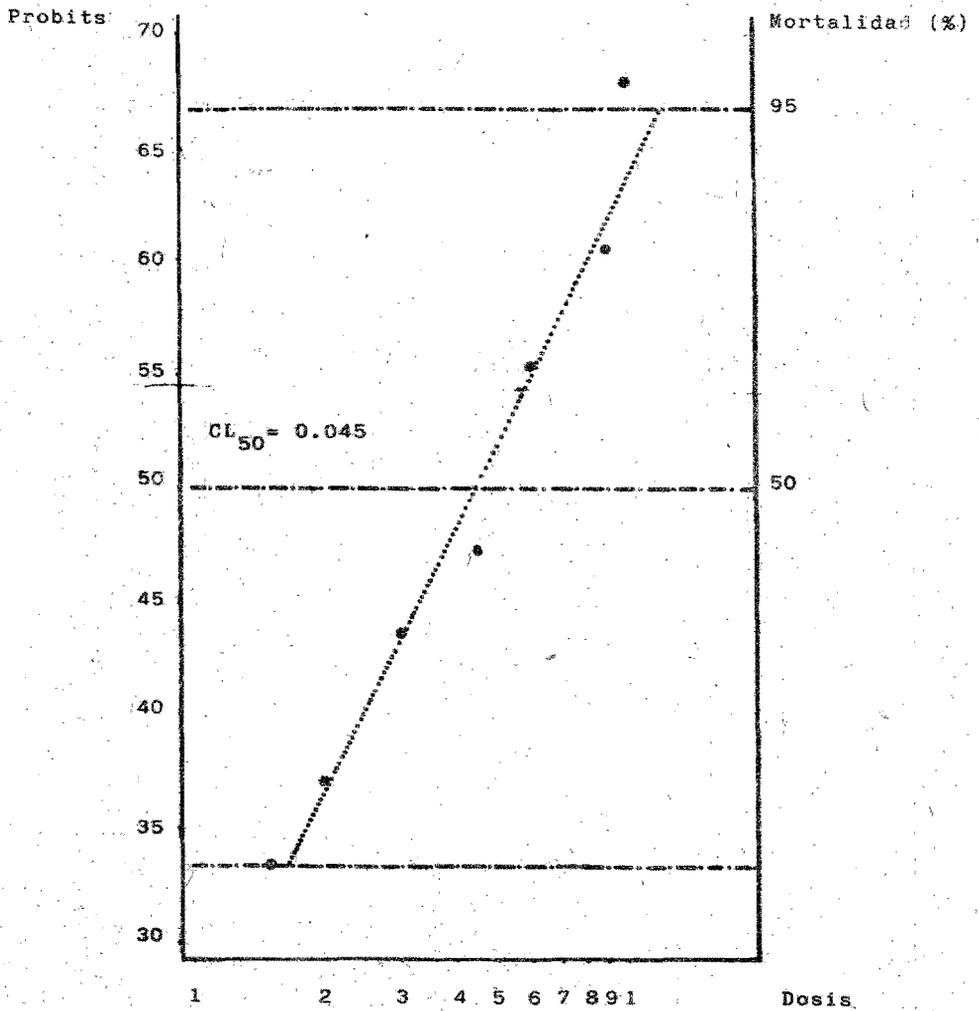


Figura 10. Valores de mortalidad y línea de regresión en T.confusum para cipermetrina.

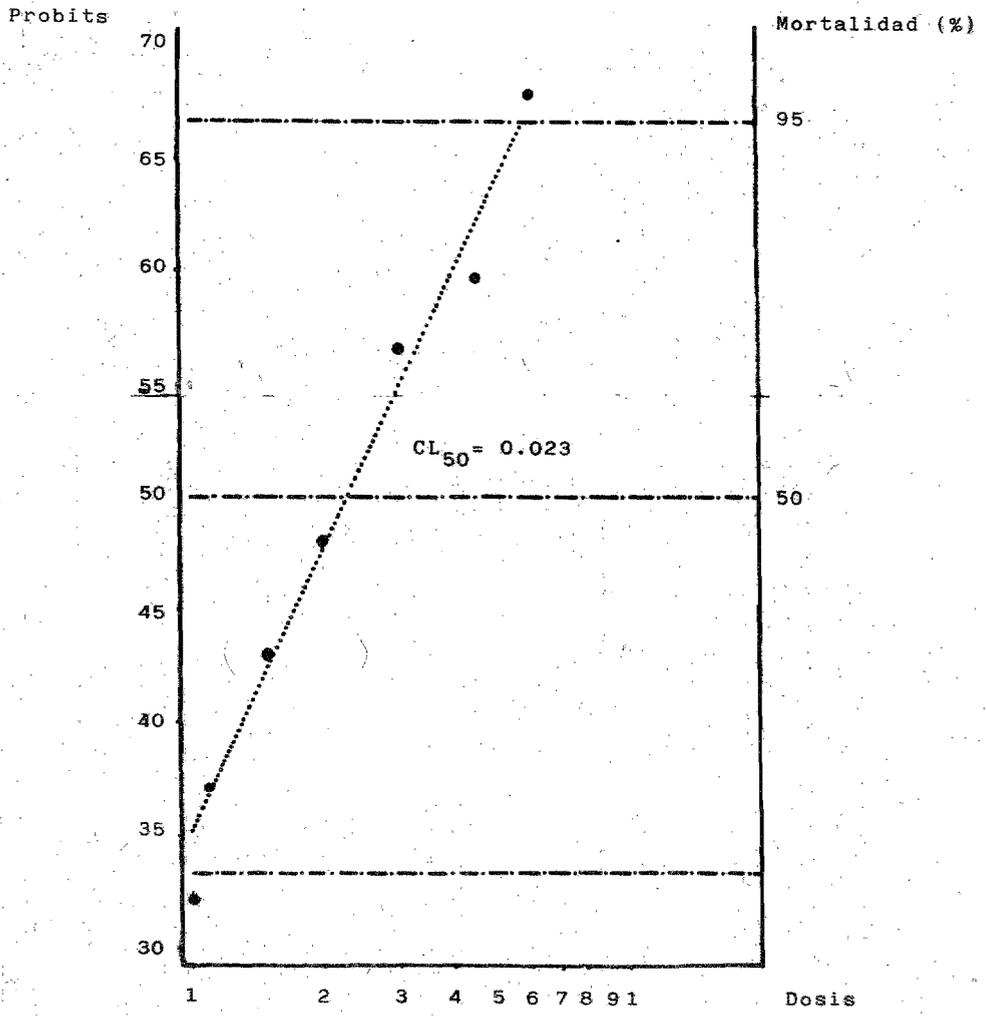


Figura 11. Líneas de regresión de CL_{50} y CL_{95} de malatión, pirimifós metílico, permetrina y cipermetrina en Tribolium castaneum.

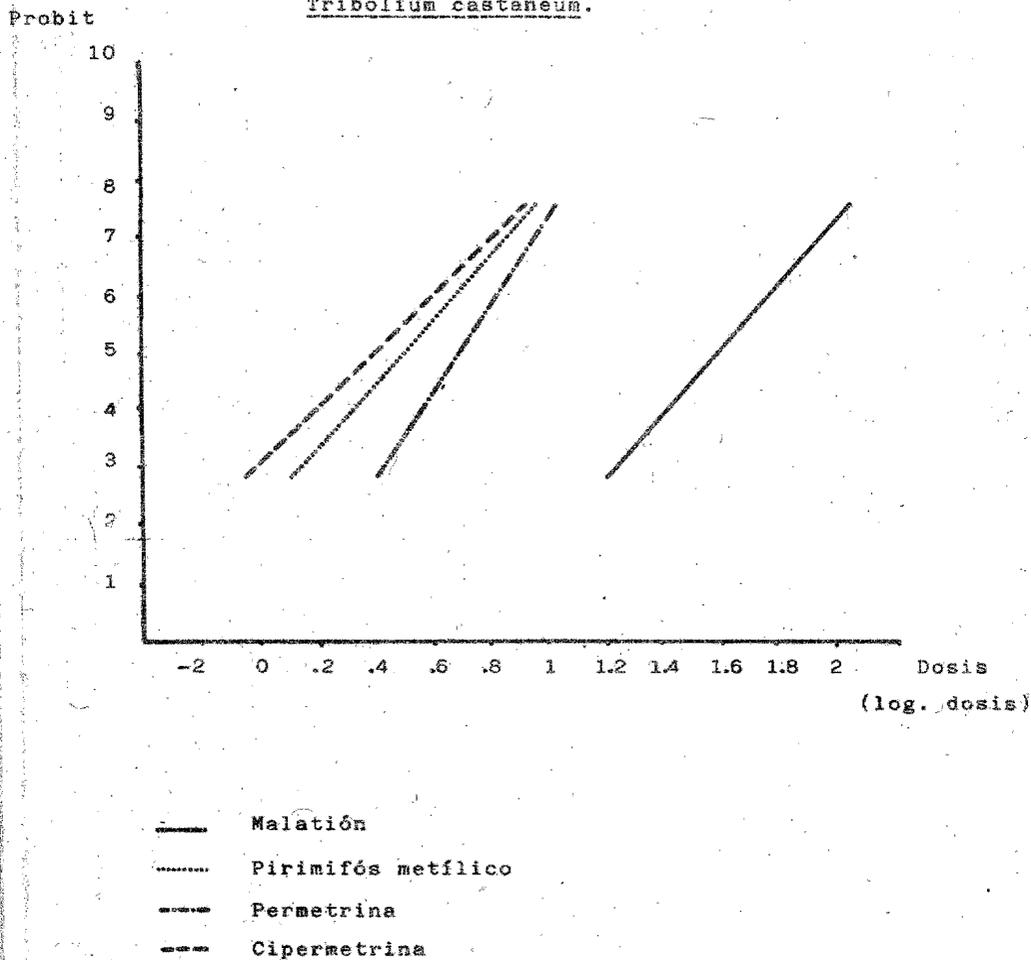
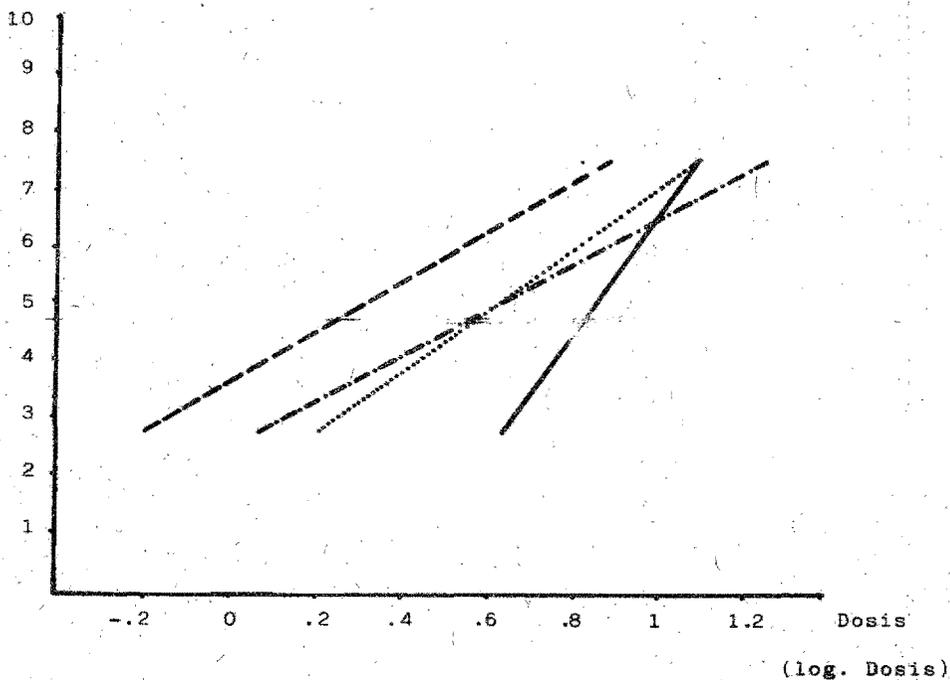


Figura 12. Líneas de regresión de CL_{50} y CL_{95} de malatión, pirimifós metílico, permetrina y cipermetrina en Tribolium confusum.

Probit



- Malatión
- Pirimifós metílico
- Permetrina
- · - · - Cipermetrina

VI CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente.

Los objetivos planteados en la tesis se cumplieron ya que se determinaron los valores de la CL_{50} y CL_{95} de los cuatro insecticidas utilizados sobre Tribolium castaneum y Tribolium confusum.

Debido a la respuesta de T. castaneum a las concentraciones de malatión, comparados con los datos proporcionados por la FAO, se infiere que existe algún tipo de tolerancia o resistencia en la colonia de insectos utilizados en los bioensayos, ya que las dosis utilizadas rebasan las dosis discriminantes a las cuales se hace referencia en el cuadro 7.

Los datos obtenidos en los bioensayos en T. castaneum indican que en la colonia no se encontró resistencia al pirimifós metílico, permetrina y cipermetrina.

Los datos obtenidos en los bioensayos, muestran que la cipermetrina es el insecticida más efectivo, para las dos especies tratadas, ya que causó la mayor mortalidad con la menor concentración.

En la colonia de T. confusum, utilizada para los bioensayos, no registró resistencia a malatión, ya que reaccionaron a concentraciones menores que las dosis discriminantes propuestas por la FAO.

Los insectos utilizados en los bioensayos, a pesar de ser dos especies cercanas, su respuesta a los tratamientos fue completamente diferente.

Los resultados obtenidos para T.castaneum en la ventana de respuesta biológica, en el caso de malatión (cuadro 1) nos muestra un rango de respuesta comprendido entre 0.1 y 1%, a diferencia de los tres insecticidas restantes, en donde se obtuvo un rango de respuesta entre 0.01 y 0.1%, debido a una tolerancia a dicho insecticida.

Cuando una colonia de insectos ha sido sometida a una presión de selección, como es la aplicación de insecticidas, dicha colonia tiende a adquirir cierta tolerancia o resistencia a los insecticidas utilizados. Estos insectos al ser expuestos nuevamente a ese plaguicida, se comportan biológicamente diferente frente a otros insecticidas a los cuales no hayan sido expuestos. Este caso se puede observar, en los datos que se obtuvieron para malatión, en los cuadros 2 y 3, y comparándolos con las concentraciones discriminantes del cuadro 4 propuestas por la FAO, se infiere que existe algún tipo de tolerancia o resistencia ya que sobrepasan -- las concentraciones discriminantes de 0.5% prescrita por la FAO, obteniéndose una CL_{95} de 0.825 en el bioensayo de -- T. castaneum. Los resultados anteriormente expuestos, comparados con los de T.confusum (cuadro 8) queda más clara la idea de resistencia.

Durante el desarrollo de los bioensayos se observó que T.castaneum reaccionaba diferente con malatión que -- con los otros tres insecticidas restantes y, la presencia -- de insectos no afectados al final de la exposición debe considerarse como evidencia de primera fase de resistencia.

(Anónimo, 1974, Sokoloff, 1977)

Sin lugar a dudas, la cepa trabajada de T.castaneum, representa fenotipos resistentes a malatión y esto aunado a que esta especie tiene una capacidad innata de desarrollar resistencia más rápido que cualquier otra especie de insectos que atacan a los granos almacenados, la hace particularmente interesante. (Sokoloff,1977)

La presión de selección causada por el uso de plaguicidas da como resultado la inducción de tolerancia o resistencia en insectos. De manera contraria, la falta de contacto de un insecto con plaguicidas, lo mantiene practicamente susceptible a éstos.

Los resultados obtenidos con T.confusum se muestran en el cuadro 5 y estos nos pueden indicar que esta colonia de insectos, a diferencia de T. castaneum, no ha sido expuesta a la acción de estos plaguicidas ya que se observa una homogeneidad en cuanto a las concentraciones de los cuatro insecticidas, dentro del rango de 0.01 a 0.1%.

En un estudio realizado por Champ y Campbell-Brown en 1970, (citados por Sokoloff,1977) obtuvieron una dosis discriminante de 0.1% para Tribolium susceptible a malatión, lo cual demuestra, según datos obtenidos en los cuadros 5 y 6 que T.confusum es susceptible a éste insecticida.

El cuadro 7 muestra las concentraciones a las cuales reaccionó T.confusum, resulta claro que la cipermetrina fué el insecticida que provocó mortalidad en los insectos con la concentración más baja, debido probablemente a que no

han sido expuestos a los piretroides sintéticos.

La variación en las CL_{95} para cada insecticida es debido a la distribución de los puntos dosis-respuesta y a la línea de regresión del bioensayo. En este tipo de cálculo la CL_{50} es más confiable ya que es el único punto de la curva que no se mueve, no así los puntos superiores e inferiores en donde puede haber variación al momento de buscar la línea de mejor ajuste. Como se sabe, la línea de mejor ajuste es conocida así porque tiene que pasar por la mayoría de los puntos de la gráfica. Además los valores obtenidos para los límites fiduciales son mucho más confiables, que para los calculados para la CL_{95} , debido a que en este punto se acercan más a la línea de regresión. Debido a lo anterior la CL_{95} no es tan confiable como la CL_{50} ya que en este punto si puede variar de acuerdo al cálculo de la línea de mejor ajuste.

En las figuras 3-10 se encuentran representadas graficamente las dosis-respuesta para cada uno de los insecticidas y para cada especie tratada de Tribolium, observándose que existe una correlación lineal directa entre las dos variables (dosis-respuesta) y debido a la proximidad del ajuste cercano de la línea de regresión es posible esperar que el coeficiente de determinación se grande (Daniel, 1977)

Las líneas de regresión mostradas en las figuras 11 y 12 nos muestran claramente la diferencia que existe en la cantidad utilizada de insecticida para lograr los resulta

dos obtenidos con malatión y, para ambas especies el insecticida más efectivo fue la cipermetrina.

la protección de productos y granos almacenados al ataque de insectos, requiere el uso de insecticidas que no contaminen dichos productos o que sean más tóxicos a los insectos que al hombre (Sokoloff, 1977), de tal manera que los problemas de residuos y contaminación derivados del uso de insecticidas persistentes hayan desviado la atención hacia el uso de piretroides sintéticos en los últimos años. (Lloyd, 1973)

El malatión, insecticida de primera elección para la protección del grano, está siendo desplazado por otros insecticidas ya que los residuos de éste han sido encontrados en regiones del grano con alto contenido de lípidos sobre todo en el germen y en el endospermo de la semilla. (Rowlands et. al., 1977)

Debido a estas características del malatión y otras como la inestabilidad en cambios de temperatura y humedad, ha cedido el campo a otros insecticidas como el pirimifós metílico, que en estudios recientes se ha demostrado que este nuevo insecticida protege más al grano, que el malatión mismo, al ataque de insectos. (Ortiz, 1977, O'Donnel, 1980).

Sin embargo los piretroides sintéticos son mucho menos tóxicos que los insecticidas organofosforados y además son mucho menos persistentes en el ambiente, evitándose en gran parte, los ya conocidos efectos contaminantes. Por estas razones se trata de estudiar e investigar nuevas opciones para la protección de los granos y semillas para abatir la

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Alava, V.D.A. 1976. Resistencia cruzada a varios tipos de insecticidas después de -- producir resistencia a paratión metílico en Spodoptera exigua (Hubner) (Lepidoptera.Noctuidae). Tesis de -- Maestro en Ciencias. Colegio de Post graduados. E.N.A. Chapingo, México.
2. Anónimo, 1974. Métodos recomendados para la de-- tección de la resistencia de plagas agrícolas a los plaguicidas. Método N° 15 de la FAO. Boletín fitosanitario N° 24.
3. Anónimo, 1977. Pirimiphos-methyl. Public health, stored products, agriculture. A bi-- bliography. Compiled by the techni-- cal information section and distribu-- ted by the overseas marketing depart-- tments. ICI PLANT PROTECTION DIVI-- SION. Fernhusrt Halsewere Surrey En-- gland.
4. Anónimo, 1979. Stored grain insects. Agriculture - handbook N° 500. USDA. U.S.A.
5. Anónimo, 1980. Principales plagas de granos alma-- cenados. Dirección General de Sanidad Vegetal. SARH. México.
6. Anónimo, 1982. Pirimifós metil para el control - de plagas en granos almacenados y --

- para el tratamiento de semilla. Información técnica. ICI División Agrícola. Ficha técnica 01. México.
7. Anónimo, 1984. Cymbush. Insecticida piretroide (cipermetrina). Boletín técnico s/n. ICI División Agrícola. México.
 8. Anónimo, 1985. Ambush. Insecticida piretroide - para uso en algodónero. Información Técnica s/n. ICI División Agrícola. México.
 9. Borror, J.D., D.M. DeLong. 1976. An introduction to the study of insects. Holt, Rinehart & Winston. U.S.A.
 10. Cremlyn, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. LIMUSA. México.
 11. Cruz, M.P. y R. Navarrete. 1981. Interrelación del gorgojo del maíz (Sitophilus zeamais) y hongos del grupo Aspergillus. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M.. México.
 12. Daniel, W.W. 1977. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. LIMUSA. México.
 13. De Luca, Y. & J.P. Deuse. 1978. The concepts of loss and its definition. Tropical Products Information. T.P.I. Nº 36 England.

14. Flores, V.M. 1977. Distribución de los insectos de almacén. Memoria del V Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. México.
15. Coon, G.J. 1984. Evaluación de la residualidad de cuatro productos químicos para el control del gorgojo rojo de la harina Tribolium castaneum (Herbst), (Coleoptera: Tenebrionidae) en grano de trigo. Valle del Yaqui, Son. Investigación dirigida, --- Sonora, México.
16. Harris, K.L. 1978. Situations where losses occur. Trop. Stor. Inf. T.P.I. Nº 36. England.
17. Jaimieson, M. y P. Jobber. 1974. Manejo de los alimentos; Ecología del almacenamiento. Ed. Pax. México.
18. Jiménez, A.S. 1982. Evaluación de resistencia a insecticidas (Malatión) en insectos de almacén (gorgojo castaño de las harinas) Tribolium castaneum (Herbst). Tesis de Licenciatura en Biología. Fac. Ciencias. U.N.A.M. México.
19. Lindbland, C. y L. Druben. 1979. Almacenamiento del grano. Ed. Concepto. México.
20. Lloyd, D.R. 1973. The toxicity of pyrethrins and five synthetic pyrethroids, to Tribolium castaneum, and susceptible and pyrethrin resistant Sitophilus granarius (L.). J. stored Prod. Res. Vol. 9 Pergam Press. G.B.

21. McGregor, L.R. 1983. Guía de insectos nocivos a la agricultura. Ed. Alahambra. México.
22. Munro, J.W. 1966. Pests of stored products. Hutchinson & Co. Publ. London.
23. O'Donel, M.J. 1980. The toxicities of four insecticides to Tribolium confusum (DuVal) in two sets of conditions of temperature and humidity. J. Stor. Prod. Res. Vol 16 pp. 71-74. Pergamon Press LTD. G. B.
24. Ortiz C. A. 1977. Utilización del Pirimifós metílico en la conservación de granos almacenados. Memoria del V Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. México.
25. Qasem, S.A. & C.M. Christensen. 1960. Influence of various factors of deterioration of stored corn by fungi. Phytopat. 50:703-709.
26. Ramírez, G.M. 1974. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. CECSA. México.
27. Ross, H.H. 1978. Introducción a la entomología general y aplicada. Omega. Barcelona España.
28. Rowlands, D.G. & J.S. Bramhall. 1977. The uptake and traslocation of malathion by the stored wheat grain. J. Stored Prod. Res. Vol. 13 pp 13-22. Pergamon Press

29. Shepard, H.H. 1951. The chemistry and action of insecticides. Mc. Graw Hill Book Co. N.Y. U.S.A.
30. Sifuentes, S.A. 1979. Plagas de los granos almacenados y su control. I.N.I.A., S.A.R.H. Folleto de divulgación Técnica Nº 68. México.
31. Sinha, R.N. et. al. 1969. Principal component - analysis of interrelations among fungi, mites and insects in grain bulk ecosystems. Ecology 50: 336-547.
32. Sokoloff, A. 1977. The biology of Tribolium. Clarendon Press. Oxford Univ. Press. U.S.A.
33. Storey, C.L. & L.A. Bulla. 1979. Controlling Insect pests in grain. Form. Chemicals Nº 86-90.
34. Vélez, L.E. 1977. Notas del curso de parasitoides agrícolas. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.