



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

00361
5
2ej

SUSCEPTIBILIDAD A INSECTICIDAS EN POBLACIONES DE *Sitophilus zeamais* Mots. y *Prostephanus truncatus* (Horn), PLAGAS DEL MAIZ Y *Acanthoscelides obtectus* (Say) y *Zabrotes subfasciatus* (Boheman), PLAGAS DEL FRIJOL, EN ALMACEN.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
P R E S E N T A

CONCEPCION

ARENAS

LUNA

México, D. F.

Diciembre 1989

TESIS CON:
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	VII
LISTA DE FIGURAS	VII
RESUMEN	IX
1.- INTRODUCCION	1
2.- OBJETIVOS	3
3.- REVISION DE LITERATURA	4
3.1. IMPORTANCIA DE LAS PLAGAS DE LOS GRANOS ALMACENADOS	5
3.2. INSECTOS QUE ATACAN AL MAIZ Y FRIJOL ALMACENADO	5
3.2.1. <u>Prostephanus truncatus</u> (Horn)	5
3.2.1.1. Distribución geográfica	5
3.2.1.2. Ubicación taxonómica	6
3.2.1.3. Descripción del adulto	6
3.2.1.4. Biología y comportamiento	6
3.2.1.5. Importancia económica y granos que pueden infestar	8
3.2.2. <u>Sitophilus zeamais</u> Mots.	8
3.2.2.1. Distribución geográfica	8
3.2.2.2. Ubicación taxonómica	9
3.2.2.3. Descripción del adulto	9
3.2.2.4. Biología y comportamiento	9
3.2.2.5. Importancia económica	11
3.2.3. <u>Acanthoscelides obtectus</u> (Say)	11
3.2.3.1. Distribución geográfica	11
3.2.3.2. Ubicación taxonómica	12
3.2.3.3. Descripción del adulto	12
3.2.3.4. Biología y comportamiento	12
3.2.4. <u>Zabrotes subfasciatus</u> (Boheman)	14

3.2.4.1 Distribución geográfica	14
3.2.4.2. Ubicación taxonómica	15
3.2.4.3. Descripción del adulto	15
3.2.4.4. Biología y comportamiento	15
3.2.4.5. Importancia económica	17
3.5. MEDIDAS DE CONTROL.	17
Control físico	17
Control biológico	18
Uso de variedades resistentes	18
Uso de insecticidas de origen vegetal	18
Uso de polvo mineral	18
Uso de insecticidas	19
3.6. RESISTENCIA DE LOS INSECTOS A LOS INSECTICIDAS	20
4. MATERIALES Y METODOS	24
4.1. Establecimiento de las crías	24
4.2. Insecticida utilizados	25
4.3. Bioensayo	25
4.4. Análisis estadístico de la información	28
5. RESULTADOS Y DISCUSION	29
5.1. Toxicidad de los insecticidas aplicados a <u>S. zeamais.</u>	29
5.2. Toxicidad de los insecticidas aplicados a <u>P. truncatus.</u>	34
5.3. Toxicidad de los insecticidas aplicados a <u>A. oblectus.</u>	39
5.4. Toxicidad de los insecticidas aplicados a <u>Z. subfasciatus.</u>	44
6. CONCLUSIONES.	49
7. LITERATURA CITADA.	50

CUADROS

Cuadro 1.	Resistencia de <i>Sitophilus zeamais</i> y <i>Zabrotes subfasciatus</i> reportados en diferentes países para los insecticidas más empleados en su control.	23
Cuadro 2.	Nombre común, pureza (%), y grupo toxicológico de los insecticidas utilizados.	26
Cuadro 3.	Toxicidad y ecuación de regresión de nueve insecticidas aplicados tópicamente a <i>Sitophilus zeamais</i> .	30
Cuadro 4.	Toxicidad y ecuación de regresión de diez insecticidas aplicados tópicamente a <i>Prostephanus truncatus</i> .	35
Cuadro 5.	Toxicidad y ecuación de regresión de diez insecticidas aplicados tópicamente a <i>Acanthoscelides obtectus</i> .	40
Cuadro 6.	Toxicidad y ecuación de regresión de diez insecticidas aplicados tópicamente a <i>Zabrotes subfasciatus</i> .	45

FIGURAS

A	<u>Prostephanus truncatus</u> , adulto	7
B	<u>Sitophilus zeamais</u> , adulto	10
C	<u>Acanthoscelides obtectus</u> , adulto	13
D	<u>Zabrotes subfasciatus</u> , adulto	16
1	Líneas de respuesta dosis mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de <u>S. zeamais</u> .	31
2	Líneas de respuesta dosis mortalidad a dos insecticidas en adultos de <u>S. zeamais</u>	32
3	Líneas de respuesta dosis mortalidad a tres insecticidas en adultos de <u>S. zeamais</u>	33
4	Líneas de respuesta dosis mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de <u>P. truncatus</u>	36
5	Líneas de respuesta dosis mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de <u>P. truncatus</u>	37

6	Líneas de respuesta dosis mortalidad a dos insecticidas en adultos de <u>P. truncatus</u>	33
7	Líneas de respuesta dosis mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de <u>A. obiectus</u>	41
8	Líneas de respuesta dosis mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de <u>A. obiectus</u>	42
9	Líneas de respuesta dosis mortalidad a dos insecticidas en adultos de <u>A. obiectus</u>	43
10	Líneas de respuesta dosis mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de <u>Z. subfasciatus</u>	45
11	Líneas de respuesta dosis mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de <u>Z. subfasciatus</u>	47
12	Líneas de respuesta dosis mortalidad a dos insecticidas en adultos de <u>Z. subfasciatus</u>	48

RESUMEN

En México se registran más de 350 especies de insectos que son plagas de granos almacenados, de ellas 25 causan daño al maíz y 28 al frijol.

Las principales plagas del maíz almacenado son Prostephanus truncatus (Horn) barrenador mayor de los granos, Sitophilus zeamais Motschulsky gorgojo del maíz, y Sitotroga cerealella (Oliver) palomilla de los graneros; para el frijol las plagas más importantes son el gorgojo pardo del frijol Acanthoscelides obtectus (Say) y el gorgojo mexicano Zabrotes subfasciatus (Boheman).

Los productos químicos son los más utilizados para el combate de estos insectos, por eso es necesario realizar estudios básicos y aplicados que permitan hacer uso adecuado de estos productos y poder emplearlos por más tiempo, sin generar resistencia en estas plagas.

En esta investigación se determinó la DL_{50} de los siguientes insecticidas: DDT, lindano, permetrina, metomil, carbofuran, malatión, carbaril, dimetoato, monocrotofos, y pirimifos metílico, para las cuatro especies de insectos indicadas.

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo y en el Centro de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados.

La metodología empleada en esta investigación fue la de aplicación tópica. Se trabajo con adultos de las cuatro especies; para A. obtectus y Z. subfasciatus el periodo de emergencia fue de 1 a 3 días, y de 3 a 8 días en P. truncatus y S. zeamais. Los datos de mortalidad se tomaron a las 24 hrs. después de la exposición al insecticida.

Los resultados obtenidos fueron analizados con el método Probit para la obtención de las DL_{50} y DL_{90} , así como las líneas de regresión .

Los valores de las DL_{50} para P. truncatus fueron los siguientes el producto más tóxico fue la permetrina con un valor de 0.00035 $\mu\text{g/insecto}$ le siguen en orden de toxicidad, DDT, lindano, carbofuran, dimetoato, metomil, carbaril, monocrotofos, pirimifos metilico, y malatión con los siguientes valores, 0.00087, 0.0034, 0.0037, 0.013, 0.020, 0.0237, 0.0619, 0.0918, y 0.1072 $\mu\text{g/insecto}$, respectivamente .

Con S. zeamais los valores obtenidos fueron: carbofuran con un valor de 0.0036 $\mu\text{g/insecto}$ siendo éste el de mayor toxicidad; le siguen, malatión, pirimifos metilico, permetrina, metomil, dimetoato, monocrotofos, lindano y DDT con una dosis letal media de 0.0047, 0.015, 0.055, 0.120, 0.172, 0.188, 0.313 y 1.281 $\mu\text{g/insecto}$ respectivamente. El carbaril al 5 % no produjo mortalidad por lo que no se incluyó en el experimento.

En Acanthoscolides obtectus los valores fueron los siguientes: el lindano fue el producto más tóxico con una DL_{50} de 0.0039, $\mu\text{g/insecto}$ en seguida, permetrina, monocrotofos, dimetoato, carbofuran, pirimifos metilico, carbaril, malatión, metomil y DDT, con valores de 0.0040, 0.0066, 0.010, 0.010, 0.011, 0.014, 0.016, 0.023 y 0.337 $\mu\text{g/insecto}$.

Las DL_{50} obtenidas para Zabrotes subfasciatus fueron: 0.0019 $\mu\text{g/insecto}$ para monocrotofos, después el carbofuran, lindano, permetrina, pirimifos metilico, dimetoato, DDT, malatión metomil y carbaril con los siguientes valores: 0.0023, 0.0029, 0.0030, 0.0038, 0.0063, 0.0132, 0.0169, 0.0182, 0.0214 $\mu\text{g/insecto}$.

Debido a que algunos de los insecticidas utilizados en este bioensayo han sido y siguen siendo empleados en el control de plagas de granos

almacenados, es necesario realizar con frecuencia este tipo de trabajos que permitan obtener las variaciones de las dosis letales de las poblaciones a las que se aplicaron los tóxicos, esto facilitará observar el nivel de resistencia que van adquiriendo cada una de las especies.

Se propone que los valores obtenidos en esta investigación se tomen como líneas base para estudios de resistencia a insecticidas utilizados en el control de las cuatro especies.

1 .INTRODUCCION

En México el maíz (Zea mays L.) y el frijol (Phaseolus vulgaris L.) representan la fuente de proteínas y carbohidratos más importante para la población , sobre todo la de escasos recursos económicos, ya que ambos proporcionan entre el 60 y 70 % de carbohidratos de su dieta; el maíz suministra el 8 % de proteínas y el frijol el 20 % , además de aportar una buena cantidad de vitaminas y minerales. (Moreno, 1987).

La producción de maíz y frijol en el país se ve afectada por diferentes factores, como el problema en la tenencia de la tierra, escasez de agua, carencia de asistencia técnica, factores climáticos y biológicos. Dentro de éstos últimos se encuentra el ataque de virus, bacterias, hongos, insectos, roedores y aves, cuando el cultivo esta en pie y después de la cosecha. Durante el almacenamiento los problemas más fuertes son producidos por insectos, roedores y hongos.

Otro factor importante que disminuye la cantidad de maíz y frijol, es el almacenamiento. Los campesinos utilizan entre el 40 y 70 % de la cosecha de granos para autoconsumo, y más del 50 % de ellos mantienen sus cosechas a la intemperie, trojes, cencales, silos o en alguna habitación de su casa (Guarriano, 1980; Hernández, 1985). Estas condiciones, sumadas a las climáticas favorecen la infestación de granos almacenados por diversas plagas.

En México se conocen un poco más de 350 especies de insectos que causen daño a los granos almacenados, entre estos se encuentran 25

especies que atacan al maíz; las más importantes son el gorgojo del maíz Sitophilus zeamais Motschulsky, el barrenador mayor de los granos Prostephanus truncatus (Horn) y la palomilla del maíz Sitotroga cerealella (Olivier).

López (1982) menciona 28 especies de insectos que atacan al frijol en condiciones de almacén, los más importantes son Acanthoscolides oblectus (Say) ó gorgojo pardo del frijol, y Zabrotes subfasciatus (Boheman) ó gorgojo mexicano del frijol, ambos afectan esta leguminosa tanto en estado larvario como adulto.

El método más común para controlar las plagas de granos almacenados es el químico, con sus respectivos riesgos como la contaminación ambiental, intoxicaciones debido al manejo incorrecto de éstos, y al desarrollo de resistencia en los insectos a los productos que se utilizan para su combate. Debido a que en la mayoría de las ocasiones no se usan adecuadamente y racionalmente los agroquímicos, es importante realizar investigaciones que permitan establecer un buen manejo de los insecticidas como armas de control dentro de un sistema de manejo integrado de plagas.

De acuerdo con lo anterior es necesario el monitoreo de las poblaciones de insectos con respecto a su dosis letal media (DL_{50}) que nos permita determinar el nivel de resistencia que las poblaciones adquieren cuando han sido tratadas constantemente con diversos insecticidas o uno en especial.

2 . OBJETIVOS

- 1.- Determinar la toxicidad de diez insecticidas de grupos toxicológicos representativos, en poblaciones de Prostephanus truncatus (Horn), Sitophilus zeamais Motschulsky, Acanthoscelides obtectus (Say) y Zabrotes subfasciatus (Beh.), utilizando el método de aplicación tópica.
- 2.- Establecer los valores para las DL_{50} de los insecticidas probados que sirvan de base para trabajos futuros sobre resistencia.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LAS PLAGAS DE LOS GRANOS ALMACENADOS.

La estimación de las pérdidas causadas a los granos almacenados es un proceso complicado, debido a que éstas son causadas por diferentes factores y además de que no se cuenta con una metodología adecuada para determinar y cuantificar cada caso. Por esto es conveniente distinguir entre daño y pérdida; de acuerdo con el National Research Council (1978), "daño" se refiere a una condición que no se mide objetivamente y la importancia para el consumidor depende del nivel económico y antecedentes culturales; y "pérdida" significa desaparición del alimento, se mide directamente en términos económicos, cuantitativos y nutricionales.

Uno de los factores que mayores perjuicios ocasiona a los granos son los insectos. Se conocen más de 300 especies asociados a ellos, de las cuales 15 son de importancia primaria y de distribución mundial, y 50 de importancia secundaria. (Ramírez, 1966; Jamienson, 1984).

Los daños que causan los insectos a los granos almacenados son de dos tipos: uno, la destrucción y el consumo de granos, además de utilizarlos para la oviposición; también producen contaminación por las excretas de éstos y por los cuerpos de los insectos muertos que ocasionan la elevación de la temperatura favoreciendo la proliferación de hongos y la germinación prematura de las semillas. Ambos daños deterioran la calidad del grano, el poder germinativo y el valor económico de éste. (Ramírez, 1966).

En México las pérdidas causadas en granos almacenados de maíz, trigo y frijol alcanzan de un 30 a 35 % (Ramírez, 1959; Romero y Ramírez, 1985).

3 2. INSECTOS QUE ATACAN AL MAIZ Y FRIJOL ALMACENADOS .

Los insectos que causan mayor daño al maíz en México son:

Sitophilus zeamais Motsch. .- Gorgojo del maíz .

S. oryzae (L.) .- Picudo del arroz .

S. granarius (L.) .- Picudo de los graneros

Prostephanus truncatus (Horn) .- Barrenador mayor de los granos

Sitotroga cerealella (Oliver) .- Palomilla dorada del maíz .

Plectia interpunctella (Hubner) .- Palomilla de la harina .

Tribolium castaneum (Herbst) . Gorgojo castaño de las harinas .

(DGSV-SARH, 1980; MacGregor, 1983; Rodríguez, 1983).

En el frijol los más importantes son:

Acanthoscelides obtectus (Say) .- Gorgojo pardo del frijol.

Zabrotes subfasciatus (Ebn) .- Gorgojo mexicano o pinto del frijol.

(Sifuentes, 1977; Navarro, 1983; MacGregor, 1983).

3.2.1 P. truncatus: Barrenador mayor de los granos .

3.2.1.1 Distribución geográfica:

Hasta el año de 1980 se encontraba distribuido desde el Sur de E.U., México, Centro América y en América del Sur hasta el Brasil, a partir de ese año se estableció en la región de Tanzania, Africa, trasladado a este país en productos alimenticios entre ellos el maíz, y de aquí se extendió a Kenia, Uganda, Burundi en Africa del Este y en el Togo Africa del Oeste (Valeri, 1986).

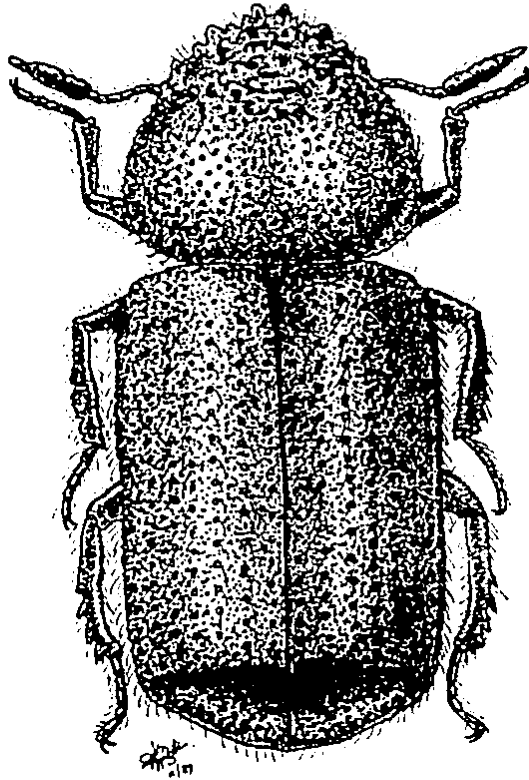


FIG. A. Adulto de Prostephanus truncatus (Horn)

3.2.1.2. Ubicación taxonómica:

Orden Coleoptera; Suborden Polyphaga; Familia Bostrichidae;

Subfamilia Denoderine; Género Prostephanus; especie P. truncatus (Horn).

3.2.1.3. Descripción del adulto:

Los adultos miden de 3-4 mm, son de forma cilíndrica y de color café castaño oscuro, el tórax tiene filas de dientes dispuestos en su región frontal superior y la cabeza generalmente esta inclinada debajo del tórax, lo que impide verla desde arriba. En esta especie los extremos de los élitros son aplanados y fuertemente inclinados, esta zona tiene dos aristas en los bordes que permiten distinguir a esta especie de otros coleopteros encontrados en los granos almacenados (GASGA, 1987).

3.2.1.4. Biología y comportamiento:

Este insecto ataca al maíz en el campo y durante su almacenamiento, los adultos perforan los granos, haciendo túneles en donde la hembra oviposita una masa de huevecillos (aproximadamente 20), al emerger las larvas viven dentro del grano o entre el polizo. El número promedio de huevecillos por hembra es de 50.5 y la oviposición se realiza durante 20 días, después se reduce. La duración del ciclo biológico varía de 4 a 6 semanas. (Giles, 1975; Golob y Hodges, 1982, citados por Hodges, 1986; Ramayo, 1983).

Shires (1980) realizó un estudio en óptimas condiciones de temperatura y humedad, observó que la duración de los períodos de huevo, larva, y pupa son de 4.3, 25.4, y 5.1 días, respectivamente, es decir el ciclo es

de 35 días, con una longevidad para los machos de 41.7 días y para las hembras de 61.1 días.

3.2.1.5. Importancia económica y granos que puede infestar.

Esta plaga se distribuye en zonas templadas y la Mesa Central en México, donde se reportan daños que fluctúan entre 2 y 4 % en el momento de la cosecha, y con esta infestación relativamente baja es suficiente para que en cuatro o seis meses y sin tratamiento químico haya una infestación total. (Sánchez, et al., 1985).

Se le puede encontrar infestando maíz, trigo, arroz, frijol y café. Se ha encontrado también en madera y yuca. (Shires, 1977; Ramayo, 1983; GASCA, 1987).

3.2.2. Sitophilus zeamais: gorgojo del maíz .

3.2.2.1 Distribución geográfica:

Se ha considerado que este insecto es originario de la India y que de ahí fue diseminada a otras regiones a causa del comercio de granos. (Metcalf y Flint, 1982).

Actualmente se le puede encontrar en cualquier sitio del mundo donde se cultive maíz (Champ y Dyte, 1976). Se le halla desde el sur de Estados Unidos de Norte América, México, Centro América, Argentina, Brasil, Asia Oriental, Indias Orientales, y Norte de Australia, aunque se han reportado infestaciones en otras partes del mundo sin ser muy severo su ataque; en México se encuentra en todas las zonas productoras de maíz.

3.2.2.2. Ubicación taxonómica .

Orden Coleoptera; Suborden Polyphaga; Familia Curculionidae;
Subfamilia Rhynchophorinae; Género Sitophilus; especie S. zeamais
Motschulsky.

3.2.2.3. Descripción del adulto .

El adulto mide de 2.1 a 2.3 mm, de color café oscuro, con el cuerpo cilíndrico y la cabeza prolongada en un pico o proboscis delgada y curvada, las antenas son acodadas y de 8 segmentos. El tórax se encuentra densamente marcado con puntos redondos y los élitros tienen en sus ángulos exteriores cuatro manchas de color rojo anaranjado. El abdomen está formado por ocho segmentos incluyendo los genitales que son poco desarrollados (Kranz, 1978).

3.2.2.4. Biología y comportamiento .

Los adultos pueden vivir de 4 a 5 meses. Las hembras están en condiciones de ovipositar casi después de la emergencia, y alcanzan su máxima capacidad de oviposición a la 5ª. semana, producen de 300 a 400 huevecillos en total. Las hembras hacen una perforación en el grano dentro del cual depositan los huevecillos y los cubre con una sustancia que produce y se endurece al contacto con el aire; al emerger la larva permanece dentro del grano alimentándose del endospermo; pasa por cuatro instares, construye la celda pupal dentro del grano y ahí pupa, el adulto emerge y permanece de 3 a 5 días dentro del grano antes de salir. (Hill, 1977; Kranz, 1978; Cotton, 1979; Arias, 1981; Longstaff, 1981; Ramirez, 1932).

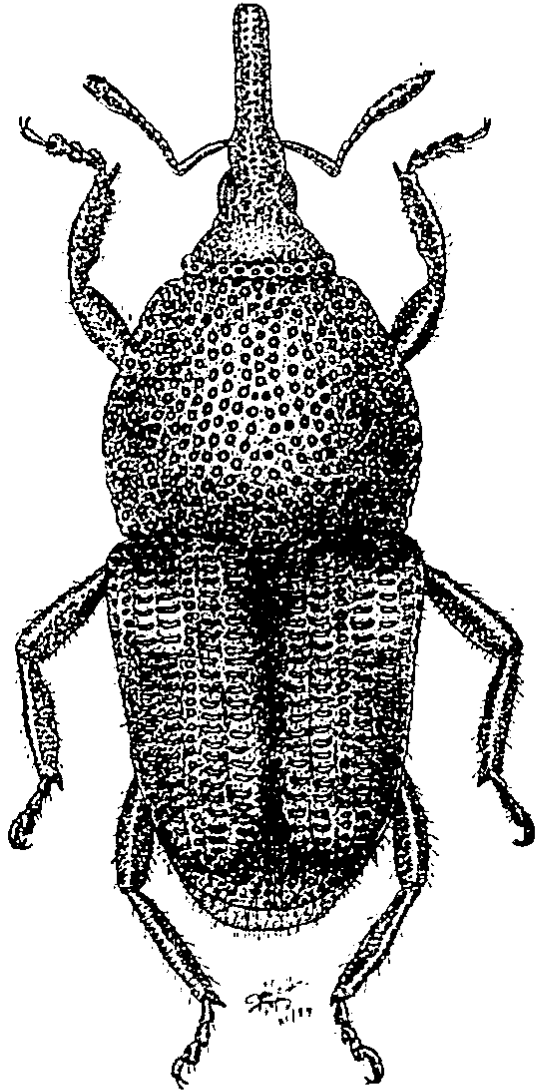


FIG. B. Adulto de Sitophilus zeamais Mots.

Los adultos pueden volar de los almacenes hasta el campo infestando al maíz antes de realizar la cosecha y se pueden reconocer todas las etapas de desarrollo durante el periodo en que el cultivo esta en pie, es importante mencionar que la migración de este insecto se hace más notoria cuando los granos del maíz tienen un aspecto masoso (50-60 % de humedad) hasta el momento de la cosecha (Williams y Floyd, 1970).

Sharifi y Mills (1971) mencionan que la duración del ciclo de vida de este insecto es de 36.5 días con una temperatura de 27 °C y 70 % HR, aunque otros autores indican que las condiciones favorables para el desarrollo del ciclo son 30 °C ± 2 °C de temperatura y 70 % de humedad relativa (HR). (Okelana y Osuji, 1985).

3.2.2.5. Importancia Económica .

No existe mucha información sobre los daños que en particular causa esta especie, y en la literatura solo se indican las pérdidas que las plagas producen en su conjunto.

En países tropicales esta especie con un promedio de dos insectos por grano, causa pérdidas del 18.3 % en 48 días. (Adams, 1976).

3.2.3. Acanthoscelides obtectus: gorgojo pardo del frijol.

3.2.3.1. Distribución geográfica.

Se creía que este insecto era originario de Louisiana (E.U.A) pero después de varios estudios se sabe que es nativo de Centro América y de aquí se distribuyó a otras regiones del mundo a través del comercio de semillas (Essing, 1929; Larson y Fisher, 1933; Southgate, 1979).

Se han reportado daños por este insecto en América, Asia y Europa.

Decelle (1981), menciona que esta plaga se encuentra diseminada en varios países de Africa como Uganda, Zaire, Burundi, Kenia, Tanzania, Sur Africa y Madagascar donde el ataque es severo.

En nuestro país se encuentra en zonas templadas principalmente en el Centro donde se reporta como plaga importante del frijol almacenado junto con Zabrotes subfasciatus (Flores, 1977).

3.2.3.2. Ubicación taxonómica.

Orden Coleoptera; Suborden Polyphaga; Familia Bruchidae; Subfamilia Mylabrinae; Género Acanthoscellides; especie A. obtectus (Say).

3.2.3.3. Descripción del adulto .

Los adultos presentan los élitros estriados y con varias manchas definidas, no cubren totalmente el abdomen. Las patas son engrosadas, el fémur posterior es dilatado y con tres dientes en el extremo apical, los dos más cercanos a la articulación son de menor tamaño que el 3^o. Hembras y machos son semejantes en color, forma y tamaño, y las hembras próximas a la oviposición son más grandes que los machos, el pigidio es más pequeño y de forma normal; la sutura que separa al pigidio del último segmento abdominal del macho hace una pronunciada curvatura hacia la región anterior. (Ralph y Bushul, 1940; Dell' Orto, 1977).

3.2.3.4. Biología y comportamiento .

La oviposición ocurre en el campo, en las vainas más duras o secas, entre las grietas y hendiduras de éstas; si las vainas son inmaduras la hembra hace una abertura con las mandíbulas y oviposita. En condiciones

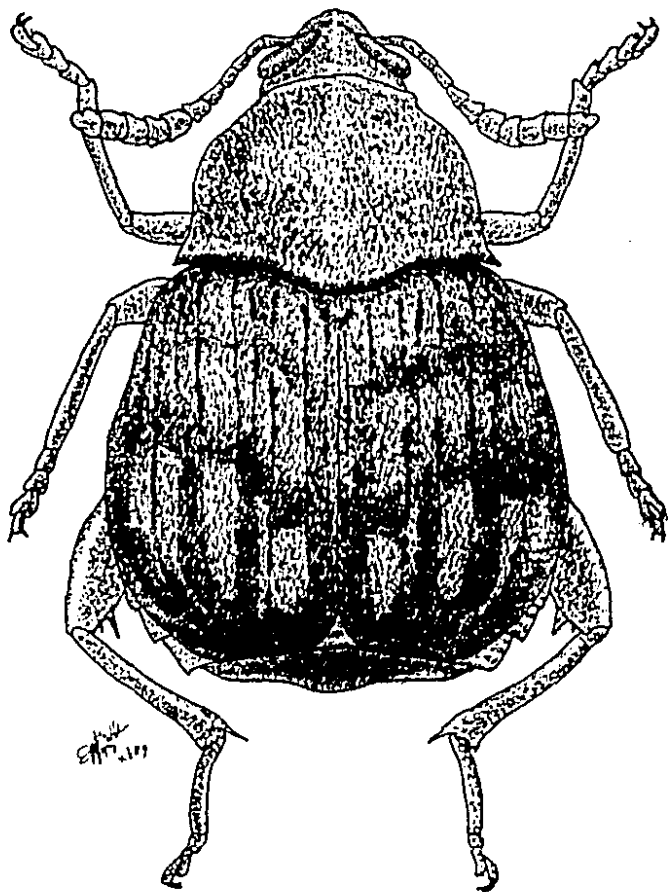


FIG. C. Adulto de Acanthoscelides obtectus (Say)

de almacén las hembras ponen los huevecillos entre los granos en número de 3-30 aproximadamente . (Larson y Fisher, 1938; Schwartz y Galvéz, 1980).

Después de la eclosión de los huevos, las larvas penetran las semillas donde pasan por cuatro instares antes de pupar. Al final de la tercera semana la larva hace una celda pupal en la cual muda por cuarta vez, este estado puede durar hasta 25 días. (Larson y Fisher, 1938). Al emerger los adultos permanecen en las celdas durante varios días antes de la emigración . Se sabe que las hembras pueden ovipositar un día después de la emergencia, pero ésta se realiza con más frecuencia al 2^{do} ó 3^{er} día (Paddock y Runhard, 1920).

En condiciones óptimas de 30 °C y 70 % HR la duración del ciclo es de 27.5 días . (Howe y Currie, 1964).

Estudios realizados por Prasad (1986) indican que el ciclo se lleva acabo en 40.5 días con una temperatura de 27 °C y 66 ± 2 % de HR.

3.2.4. Zabrotes subfasciatus: gorgojo mexicano o pinto del frijol.

3.2.4.1. Distribución geográfica .

Esta especie es de origen Centroamericano, y de aquí se ha distribuido a todo el Continente Americano, a Europa, Asia y Africa, en este último se estableció aproximadamente hace 20-25 años, en Angola, Zaire, Africa Oriental, Kenia, Uganda, Tanzania, Etiopia y Madagascar. Este insecto se establece en zonas tropicales y subtropicales. (Ramos, 1976; Decelle, 1981; Kilua y Karel, 1985; Pimbert, 1985).

3.2.4.2. Ubicación taxonomica .

Orden Coleoptera; Suborden Polyphaga; Familia Bruchidae; Subfamilia Amblycerinae; Género Zabrotes ; especie Z. subfasciatus (Foheman).

3.2.4.3. Descripción del adulto .

Los adultos miden de 2 a 3 mm. de longitud. La hembra es de color negro , con cuatro manchas de color café en los élitros, el macho es de color gris uniforme y un poco más pequeño que la hembra . (CIAT, 1986)

3.2.4.4. Biología y comportamiento.

La oviposición de esta especie se ve afectada por la temperatura, la inseminación de la hembra, la presencia del número de semillas, por una marcada inclinación de este insecto por las variedades de frijol que presentan semillas grandes . (Howe y Currie, 1964; González et al., 1984).

La hembra oviposita entre 40 y 60 huevecillos, los adhiere a la semilla. El periodo de oviposición dura de 3 a 4 días y oviposita el mayor número de huevecillos al tercer día, después 17 cada 24 hrs. en promedio, (Davies, 1972).

El período de incubación dura de 4 a 5 días en condiciones de temperatura de $32 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y 70 % de HR. Al emerger del huevecillo la larva de primer instar perfora la testa y la atraviesa, y se alimenta del cotiledón, hace una galería donde después de algún tiempo forma la celda pupal, pasa después por una etapa de preadulto y tarda un día en emerger de la semilla, empujando la testa y sale del grano; (Tapia, 1983). El periodo máximo de longevidad en las hembras es de 51 días y 55 para los machos. (Davies, 1972).

Colob y Kilminstr (1982), mencionan que el ciclo de vida puede durar

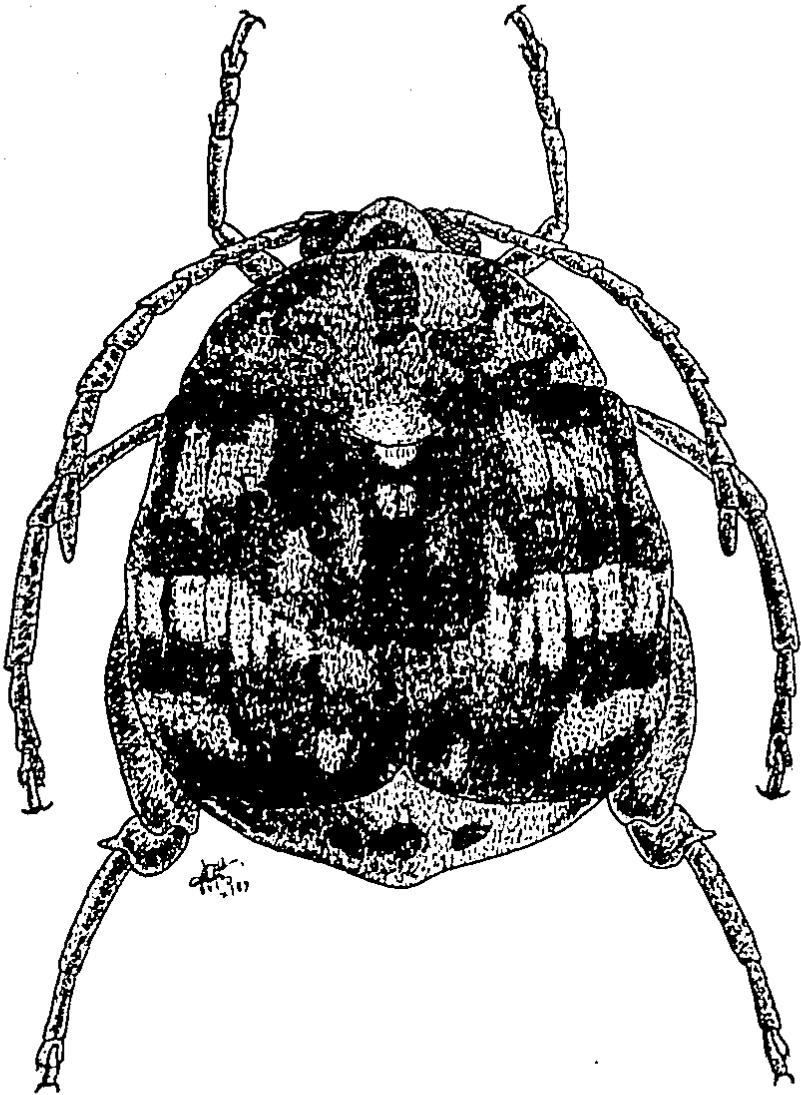


FIG. D. Adulto de Zabrotes Subfasciatus
(Boheman).

36 días desde huevo hasta adulto; en condiciones de temperatura de 32 °C y 70 % de HR, el tiempo de oviposición a la emergencia del adulto es de 24.5 días.

3.2.4.5. Importancia económica

Para Acanthoscelides oblectus y Zabrotes subfasciatus se menciona que las pérdidas pueden alcanzar hasta un 35 % (CIAT, 1986), pero el daño más importante que generan estas dos especies son pérdida de peso en el grano, afectan la calidad nutricional de la semilla, así como el potencial germinativo de ésta. Se menciona que si el embrión de la semilla no fue afectado, las plantúlas resultantes son muy débiles debido a la disminución del alimento que proporciona el endospermo, que es consumido por el insecto, además de que las semillas perforadas por los gorgojos, son fácilmente afectadas por patógenos (Cartín, 1979; Sifuentes, 1985).

3.5. MEDIDAS DE CONTROL

Para poder determinar que metodología es la más adecuada para controlar las plagas de granos almacenados, es necesario tener conocimiento de cuales factores, físicos, bióticos o de otra índole favorecen el desarrollo y establecimiento de las plagas.

Contra las plagas de almacén se han implementado varios métodos de control tales como: combate físico, cribado y tamizado de semillas, los procesos de ventilación, aireación y secado, así como el uso de temperaturas altas y bajas, radiación solar. Y medidas preventivas como la de desgranar el maíz antes de ser almacenado, esta medida reduce el

ataque de insectos y facilita mezclarlo con el producto técnico. (Ramírez, 1982, CIAT, 1986; De Dios, 1987; Gutiérrez y Rodríguez, 1987; GASGA, 1987; Leda, 1988).

El control biológico: consiste en utilizar especies de parasitoides que atacan a las plagas de almacén. (Pérez y Bonet, 1984 a; 1984 b).

Uso de variedades resistentes: utilizando semillas que presenten cierta dureza en la testa y el pericarpio así como el empleo de variedades que tienen sustancias que las hacen resistentes al ataque de insectos. (Thiery, 1984; Aguilera, 1985; Tipping, et al., 1986; Gatehouse, et al., 1987; Tena, 1988; Osborn, et al., 1988).

El empleo de insecticidas de origen vegetal: se conocen plantas que poseen sustancias con propiedades insecticidas. Entre los productos naturales de mayor trascendencia se encuentran los nicotenoides, piretrina, rotenona, ryania, y sabadilla. Varios de los productos son extraídos directamente de vegetales mediante procesos químicos o sus moléculas se han tomado de modelos para la síntesis de plaguicidas modernos. (Jacobson, 1953; Crawly, 1982; Rodríguez, 1982; Arenas, 1984; Lagunes, 1984, Pérez, 1987; Ortega, 1987; Rodríguez, 1987).

Uso de polvos minerales: La práctica de aplicar polvos minerales para proteger granos almacenados es muy común en países donde los recursos económicos no les permite a los agricultores tener a su alcance insecticidas y fumigantes como agentes de control. (Swamiappan, et al., 1976; Gelob, et al., 1981; González y Lagunes, 1986; CIAT, 1986; Sánchez, 1987).

Sin embargo el método más utilizado y que a dado resultados

satisfactorios a corto plazo es la aplicación de insecticidas y fumigantes para proteger los granos del ataque de insectos.

En México se han utilizado lindano, malatión y recientemente permetrina, pirimifos metílico y fenitrotión. (Ruppel, *et al.*, 1982; Ramírez, 1982; CIAT, 1986).

Se ha recomendado también el empleo de fumigantes como bromuro de metilo, fosforo de aluminio y disulfuro de carbono, debido a que son de fácil manejo y no se necesita equipo especial para su aplicación, aunque son altamente peligrosos. (Ramírez, 1982; Arias, 1983; Araujo, *et al.*, 1985; CIAT, 1986).

El uso reciente de fenitrotión ha demostrado ser muy efectivo para proteger al maíz del ataque de *P. truncatus* y de *S. zeamais*, a una concentración de 7.5 ppm mezclado con el grano. (Mendoza, 1985).

En Africa Oriental y Occidental se tienen programas de control con insecticidas piretroides como permetrina, deltametrina, cipermetrina, y decametrina para controlar a *P. truncatus*. (Ramírez, 1981; Bitrán *et al.*, 1982; Hussein y Abbel-Aal, 1982; GASGA, 1987).

El pirimifos metílico se recomienda para controlar plagas de almacén, por su baja toxicidad para mamíferos además de que resulta más resistente a la degradación por efecto de los cambios del medio, y de la humedad del grano. Se ha empleado contra *Tribolium castaneum*, *Orizaephilus surinamensis*, *S. zeamais*, resistentes a malatión. (Prevett, 1970; Wearing, 1982; Ortiz, 1983; Georghliou y Lagunes, 1988).

Gómez (1985), indica que el malatión, permetrina pirimifos metílico se recomiendan para controlar *Tribolium castaneum*, aunque el pirimifos metílico a dosis de 6 ppm registró mayor porcentaje de mortalidad que los otros dos productos, durante el mismo tiempo de almacenamiento. Este

mismo insecticida a una concentración de 16 ml/ton presentó mayor porcentaje de residualidad (Estrada, 1985).

Golob (1983), menciona que el pirimifos metílico en dosis de 12 ppm protege al maíz almacenado durante 6 meses.

Se recomienda aplicar malatión y pirimifos metílico a dosis de 12 ppm para proteger al maíz almacenado (Giles, 1974, citado por Golob, 1983).

Cambell y Penner (1982), aplicaron malatión, paratión y diazinón combinado con bentazón, para proteger frijol almacenado; siendo el malatión más bentazón la mezcla más efectiva.

En Lima, Perú se realizó una investigación para evaluar la actividad de diflubenzuron, fexim y malatión para proteger frijol almacenado, indicando que el malatión fue más efectivo para proteger al grano durante 120 días (Zorogastua, 1981).

Se ha utilizado deltametrina en dosis de 0.1 y 0.2 ppm; permetrina a 2.5 y 5.0 ppm, malatión a 20.0 y 40.0 ppm para proteger frijol almacenado durante cuatro meses (Barreto, et al., 1983).

Sifuentes (1985), recomienda el uso de malatión al 4 % a dosis 1-2 kg/ton y pirimifos metílico al 2 % aplicando 2 gr/kg de grano para proteger frijol almacenado.

3.6. RESISTENCIA DE LOS INSECTOS A LOS AGROQUIMICOS:

Un problema serio que ha ocasionado el uso excesivo e inadecuado de los insecticidas ha sido el generar resistencia a estos productos en algunas especies importantes que atacan a los granos en almacén (Prevett, 1970; Champ y Dyle, 1976).

Resistencia es un término usado comunmente para señalar la capacidad de un organismo para sobrevivir a la aplicación de un tóxico, la cual sería letal para la mayoría de los organismos de una población normal (Georghiou, 1965).

Los insecticidas que comunmente se emplean en los trópicos para proteger a los granos almacenados del ataque de insectos son lindano, malatión y permetrina. La FAO realizó una encuesta para determinar la presencia de resistencia de insectos que son plagas importantes de los granos almacenados a los productos antes mencionados. El estudio indicó que se presenta resistencia al lindano en todas las especies estudiadas: (Sitophilus oryzae, S. zeamais, S. granarius, Rhyzopertha dominica, Tribolium castaneum, T. confusum, Oryzaephilus surinamensis y O. mercator), en 87 países de los estudiados; se presentó resistencia a malatión en casi todas las especies en 78 países, con excepción de S. zeamais.

En este estudio también se mencionó la aparición de resistencia a fumigantes como bromuro de metilo y fosfina (Pevett, 1970; FAO, 1973).

Georghiou y Lagunes (1988), hicieron una revisión mundial del número de insectos y ácaros que presentan resistencia a uno ó más insecticidas; mencionan 504 especies hasta 1988, de las cuales el 59 % son de importancia agrícola, 38 % de interés médico veterinario y el 3 % son parásitos y depredadores.

La resistencia es un proceso de selección genética y no de alteración dentro del insecto. (Oppenoort y Welling, 1976).

Se habla de resistencia cruzada cuando una población de insectos o ácaros expuestos a la selección de un insecticida, desarrolla resistencia a éste y a otros insecticidas que no han sido seleccionados, pero que al

menos comparten un mecanismo de resistencia. La resistencia cruzada negativa se presenta, cuando la resistencia que una población desarrolla a un tóxico ocasiona susceptibilidad a otros productos no aplicados en ese momento (Georghiou y Lagunes, 1984).

Resistencia múltiple es cuando una población desarrolla resistencia a uno o varios insecticidas que han sido aplicados, y al mismo tiempo desarrolla resistencia a otros grupos toxicológicos semejantes o diferentes que aún no han sido utilizados. Si se presenta esto la población posee varios mecanismos de resistencia. Georghiou y Lagunes reportan presencia de resistencia de Zabrotes subfasciatus a lindano en México, Uganda y Colombia; y S. zeamais a, malatión, lindano y carbaril (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resistencia de *Stenophilus zeamais* y *Zobrotus subfasciatus* reportados en diferentes países para los insecticidas más empleados en su control (Georghiu y Lagunes, 1988).

ESPECIE	INSECTICIDA	PAIS	AUTOR
<i>S. zeamais</i>	DDT	Filipinas	Morallo-Rejesus - 1974
	lindano	Kenya Louisiana Malasia Filipinas Trinidad Tobago Uganda	Wheatley - 1965 Graves - 1974 Lim - 1974 Morallo-Rejeus - 1974 Parkin - 1965 Evans - 1985
	malatión	Australia China, El Salvador, Guatemala y Reino Unido	Champ-Dyte - 1976
	carbaryl	Filipinas	Morallo-Rejesus - 1974
<i>Z. subfasciatus</i>	lindano	Uganda	Evans - 1985
	lindano/BHC	Colombia México	Tyler-Evans - 1985

4. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Entomología del Area de Biología de la Preparatoria Agrícola de la UACH y en el Centro de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados (CP), Chapingo, México.

Se trabajó con adultos de P. truncatus (Horn), S. zeamais Mostchulsky, principales plagas del maíz almacenado, Acanthoscelides obtectus (Say) y Zabrotes subfasciatus (Boh.), plagas del frijol en almacén.

Excepto Z. subfasciatus que fue proporcionada por el C.R.E.C.I.D.A.T.H. (Tepetates, Ver.), las demás especies fueron colectadas en los campos experimentales de Chapingo, México.

4.1. Establecimiento de las crías.

La cría de las cuatro especies se realizó en el Centro de Entomología y Acarología del C.P.

Para las colonias de P. truncatus y S. zeamais se utilizaron frascos de dos litros de capacidad y se mantuvieron en una cámara de cría a 27 °C y 70 ± 5 % de humedad relativa, (HR).

Para la cría de P. truncatus se utilizó maíz cacahuazintle que es relativamente blando y permite el desarrollo del insecto; para S. zeamais se empleó el maíz híbrido H-30 de consistencia más dura.

En la cría de A. obtectus y Z. subfasciatus se utilizaron frascos de medio litro, para la primera especie se utilizó frijol canario 107 y para la segunda frijol Negro Puebla. Se mantuvieron en una cámara de cría a 25 °C y 60 ± 5 % de HR.

Se utilizaron los adultos sin sexar de las cuatro especies; de 1 a 3 días de emergencia en el caso de A. obtectus y Z. subfasciatus. Para P. truncatus y S. zeamais se emplearon adultos de 3 a 8 días de emergencia.

4.2 Insecticidas utilizados.

Los insecticidas empleados fueron DDT, lindano, malatión, metomil, monocrotofos, dimetoato, carbaril, carbofurán, pirimifos metílico y permetrina con una pureza del 90 % o más, excepto pirimifos metílico que se usó al 50 % . (Cuadro 2)

Los insecticidas empleados en esta investigación son representantes de los grupos toxicológicos más comunes de acuerdo a la clasificación propuesta por Lagunes, (1982), y fueron proporcionados por el Centro de Entomología del C.P.

4.3. Bioensayo.

Para hacer pruebas de toxicidad de productos químicos en plagas de almacén, se han utilizado varios métodos, como el de polvo impregnado con insecticida y mezclado con el grano; el residual con papel filtro y aplicación tópica.

El método de bioensayo utilizado fue el de aplicación tópica, por ser el medio más preciso y sencillo de dosificación y recomendado por la FAO (citado por Pérez, 1988; FAO, 1969; 1979 b). Este método consiste en depositar una cantidad conocida de insecticida (diluída en acetona), en la superficie dorsal del protórax del insecto, para esto se utilizó un microaplicador manual, que consta de un tornillo micrométrico graduado de tal manera que le permite liberar una cantidad conocida en cada graduación.

Cuadro 2. Nombre común, pureza (%), y grupo toxicológico de los insecticidas utilizados.

INSECTICIDA	PUREZA (%)	GRUPO TOXICOLOGICO
DDT	100	OC-DDT Grupo del DDT-dicofol, metoxicloro
lindano	99	OC-Bc Grupo del benceno-BHC, lindano
monocrotofos	> 90	FA-OM Grupo de los organofosforados alifáticos con enlace P-O dimetil
dimetoato	> 90	FA-SM Grupo de los organofosforados alifáticos con enlace P-O
pirimifos metílico	50	FH-SM Grupo de los organofosforados heterocíclicos enlance P-S.
malatión	97.7	F-Cx Grupo de los organofosforados con uno o dos grupos etilcarboxilos
metomil	100	CA-MM Grupo de los carbamatos alifáticos monometil
carbaril	> 90	CC-MM Grupo de los carbamatos cíclicos monometil
carbofuran	> 90	CH-MM Grupo de los carbamatos heterocíclicos monometil
permetrina	100	PIRT Grupo de los piretroides

Para P. truncatus y S. zeamais se utilizó una microjeringa de 100 μ l. capacidad que permitió la liberación de 0.34 μ l por cada disparo. Para A. sctectus y Z. subfasciatus se empleó una microjeringa con una capacidad de 250 μ l, con lo que en cada disparo del microaplicador se liberaban 0.51 μ l. de acetona.

Los insecticidas se diluyeron en acetona para obtener una solución al 1 % y a partir de ésta se prepararon soluciones de menor concentración. Primero se procedió a determinar el rango de respuesta al tóxico mediante un bioensayo preliminar (ventana biológica), para la cual se aplicaron concentraciones de 0.00001, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1, 1 % para cada insecticida y determinar entre que dosis se encontraba el 0 y el 100 % de mortalidad. Después se prepararon dosis intermedias para realizar el bioensayo definitivo.

Se evaluaron un mínimo de 6 dosis y cuatro repeticiones en diferentes días por cada insecticidas. Por cada dosis se trataron 15 insectos y se incluyó un testigo por cada repetición al que se aplicó acetona. Los insectos tratados se colocaron en frascos de vidrio con una capacidad de 30 ml., y después se llevaron a la cámara de cría.

La mortalidad se registró a las 24 horas después de la aplicación. Cada insecto fue examinado cuidadosamente y se consideró muerto, si permanecía inmóvil, o si presentaba movimientos anormales al ser molestados con la punta de una pinza de disección.

El porcentaje de mortalidad se corrigió mediante la fórmula de Abbott (1925). Los resultados se expresaron en microgramos por insecto (μ g/insecto).

4.4. Análisis estadístico de la información:

Los datos fueron procesados en el Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados y se empleó el programa de Análisis Probit (Finney, 1977; Hubert, 1980).

Se obtuvieron las líneas de respuesta log-dosis mortalidad y los valores de la DL_{50} para cada producto con sus límites de confianza al 95 % de probabilidad, así como los valores de "a" y "b" de la ecuación de regresión: $Y = a + bX$, donde Y corresponde a los valores probit, "a" es la ordenada al origen "b" la pendiente de la línea de regresión y X es el logaritmo de la dosis.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Toxicidad de los insecticidas aplicados a S. zaemalis

En el Cuadro 3 se reportan los valores de la DL_{50} , las ecuaciones de regresión de las líneas log-dosis mortalidad y los límites fiduciales al 95 % de los insecticidas aplicados. El producto más tóxico fue el carbofuran con un valor de la DL_{50} de 0.0036 $\mu\text{g}/\text{insecto}$ seguido por malatión, pirimifor metílico, permetrina, metomil, dimetoato, monocrotofos, lindano y DDT con los siguientes valores en el mismo orden, 0.0047, 0.015, 0.055, 0.120, 0.172, 0.186, 0.313 y 1.281 $\mu\text{g}/\text{insecto}$. Se aplicó carbaril al 5 % y no se obtuvo respuesta, por lo que no pudo establecerse la DL_{50} .

Las líneas de respuesta log-dosis mortalidad se muestran en las figuras 1, 2 y 3. La respuesta más homogénea fue la de del dimetoato con un valor de la pendiente de 3.42 en seguida DDT, metomil, carbofuran, monocrotofos, lindano, pirimifos metílico, permetrina y malatión con los valores de: 3.03, 2.90, 2.57, 2.54, 2.25, 1.69, 1.31 y 1.10 respectivamente. La inclinación de las líneas nos indican una respuesta homogénea o heterogénea del insecto al insecticida, es decir entre mayor es la pendiente o el valor de b, menor será la varianza y la población será muy homogénea en su respuesta; así con este tipo de respuesta al insecticida las dosis entre las que ocurre el 0 y 100 % de mortalidad estarán muy juntas logarítmicamente.

Esta especie presenta resistencia a DDT, lindano y malatión en Guatemala, El Salvador, Australia, China, Filipinas, pero no se dan valores de la DL_{50} que se puedan comparar con los obtenidos en esta

CUADRO 3. TOXICIDAD Y ECUACION DE REGRESION DE NUEVE INSECTICIDAS APLICADOS TOPI-
camente a *Sitophilus zeamais*.

Insecticida	DL ₅₀ ug/insecto Límites de Comianza al 95%	Ecuación de Regresión
carbofuran	0.0036 (0.0022 - 0.0056)	$y = 11.27 + 2.57 X$
malation	0.0047 (0.0013 - 0.01524)	$y = 7.56 + 1.10 X$
pirimifos metilico	0.015 (0.0035 - 0.035)	$y = 8.07 + 1.69 X$
permetrina	0.055 (0.035 - 0.089)	$y = 6.65 + 1.31 X$
metomil	0.120 (0.084 - 0.168)	$y = 7.66 + 2.90 X$
dimetoato	0.172 (0.109 - 0.314)	$y = 7.61 + 3.42 X$
monocrotofos	0.188 (0.124 - 0.299)	$y = 6.84 + 2.54 X$
lindano	0.3130 (0.2242 - 0.4492)	$y = 6.13 + 2.25 X$
DDT	1.281 (1.1711 - 1.4035)	$y = 4.67 + 3.03 X$

320 insectos x gramo.

- | | | |
|-----------------------|---|--------------------|
| 1- Malatión | ● | $Y = 7.56 + 1.10X$ |
| 2- Dimetoato | * | $Y = 7.61 + 3.42X$ |
| 3- Pirimifos metílico | ○ | $Y = 8.07 + 1.69X$ |
| 4- Monocrotofos | □ | $Y = 6.84 + 2.54X$ |

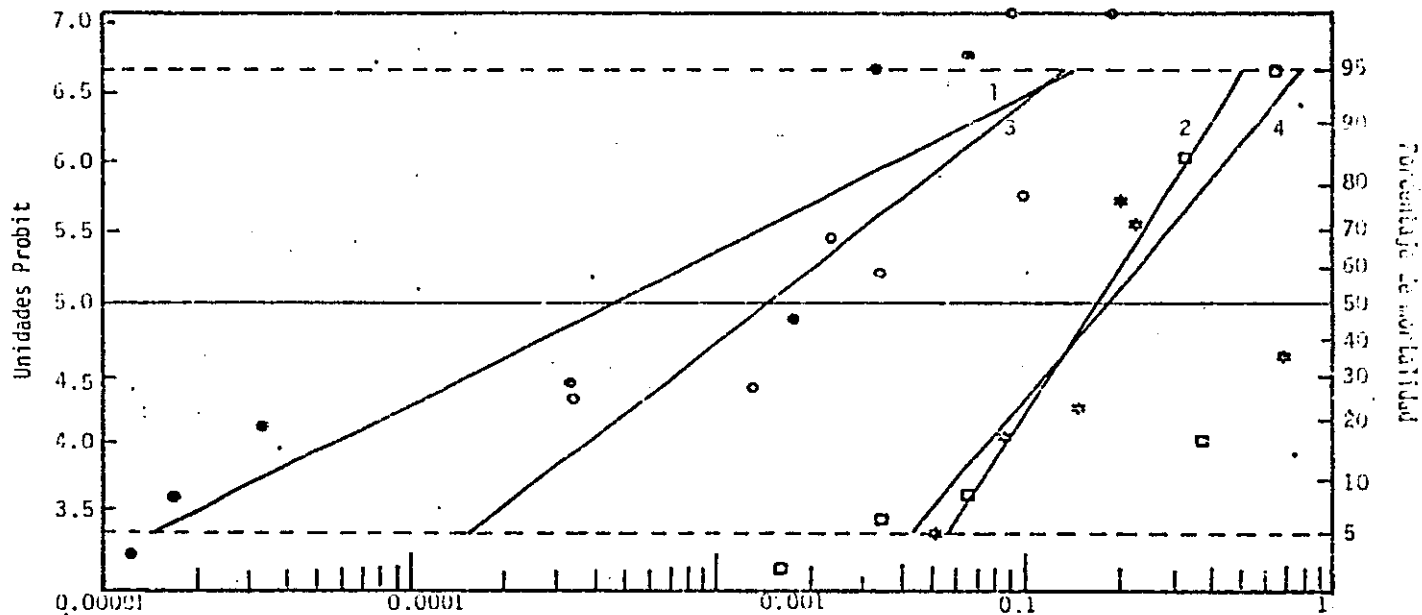


Figura 1 - Líneas de respuesta dosis-mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky

1- Lindano ● $Y = 6.13 + 2.25X$ 1
 2- DDT * $Y = 4.67 + 3.03X$ 2

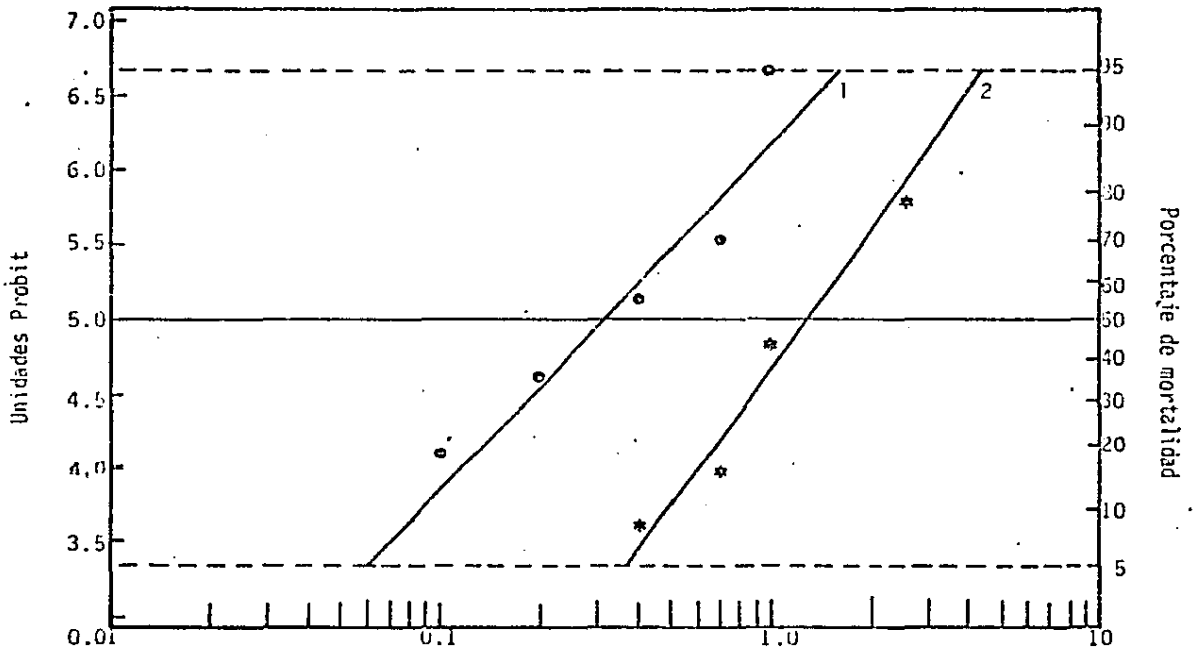


Figura 2. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a dos insecticidas en adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky

- | | | | |
|---------------|---|---------------------|---|
| 1- Carbofuran | ● | $Y = 11.27 + 2.57X$ | 1 |
| 2- Metomil | * | $Y = 7.66 + 2.90X$ | 2 |
| 3- Pemetrina | ○ | $Y = 6.65 + 1.31X$ | 3 |

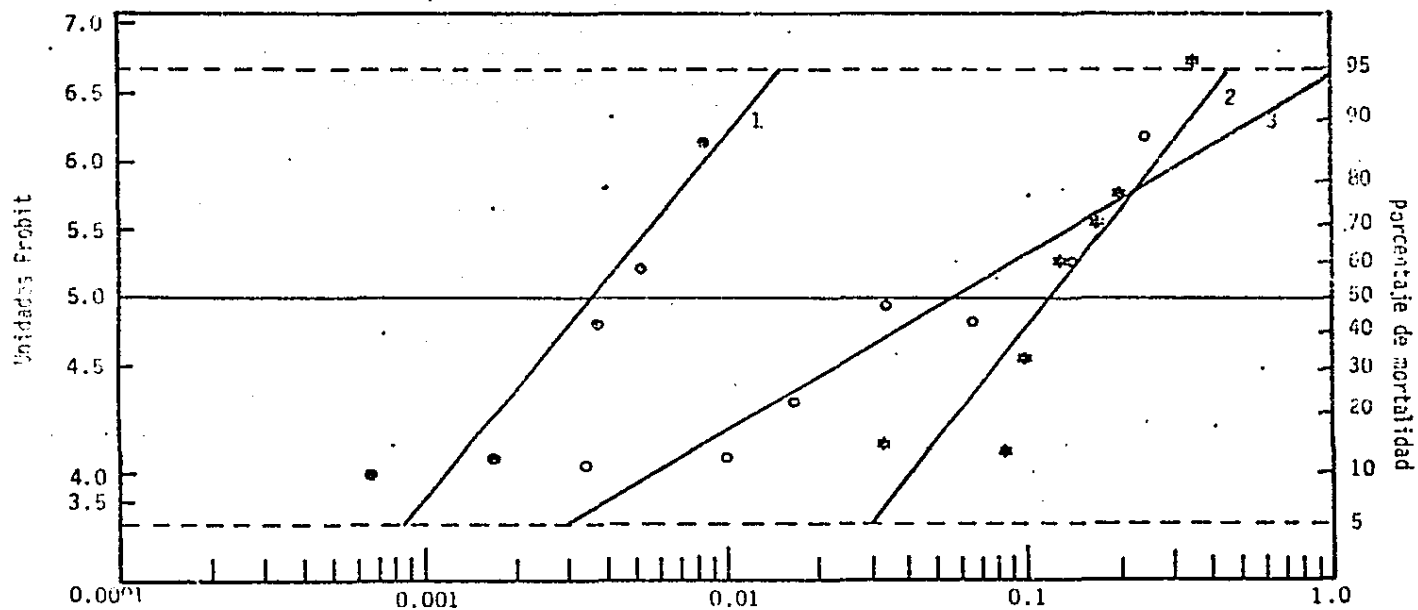


Figura 3. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a tres insecticidas en adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky.

Investigación. (Prevett, 1970; Champ y Dyte, 1976; Morallo y Rejesus, 1974; citados por Georghiou, 1988).

Para saber si las poblaciones de una especie son resistentes a un producto se deben comparar los valores de las DL_{50} con las obtenidas en otras poblaciones, siempre y cuando se haya utilizado el mismo método de aplicación y se expresen en las mismas unidades.

Al comparar los resultados obtenidos por Pérez (1988), para malatión en una colonia de Tamaulipas ($DL_{50} = 0.015 \mu\text{g}/\text{mg}$), se obtuvo que fue 10 veces más tolerante que la población de Chapingo ($DL_{50} = 0.0015 \mu\text{g}/\text{mg}$). Estos valores no significan una modificación importante en relación a la tolerancia a este insecticida.

5.2. Toxicidad de los insecticidas aplicados a P. truncatus

En el Cuadro 4 se muestran los valores de la DL_{50} , las ecuaciones de regresión de las líneas log-dosis mortalidad y los límites fiduciales al 95 % de los insecticidas aplicados a P. truncatus. El insecticida más tóxico fue: permetrina con una DL_{50} de $0.00035 \mu\text{g}/\text{insecto}$; le siguen en orden de toxicidad DDT, lindano, carbofuran, dimetoato, metomil, carbaril, monocrotofos, pirimifos metílico y malatión con los siguientes valores: 0.00087, 0.0034, 0.0037, 0.0131, 0.02, 0.0237, 0.0619, 0.0918, 0.1072 $\mu\text{g}/\text{insecto}$ respectivamente.

En las Figs. 4, 5 y 6 se muestran las líneas de regresión; la respuesta más homogénea fue la del dimetoato con un valor de la pendiente de 1.93, seguido por el carbaril, permetrina, carbofuran, metomil, pirimifos metílico, monocrotofos, malatión, lindano y DDT con valores: 1.92, 1.86, 1.83, 1.77, 1.65, 1.45, 1.42, 0.726 y 0.666 respectivamente.

CUADRO 4: TOXICIDAD Y ECUACION DE REGRESION DE DIEZ INSECTICIDAS APLICADOS TOPI-
CAMENTE A *Prostephanus truncatus*.

Insecticida	DL ₅₀ µg/insecto Límites de Confianza al 95%	Ecuación de Regresión
permetrina	0.00035 (0.00027 - 0.00045)	$y = 11.44 + 1.86 X$
DDT	0.00087 (0.0005 - 0.0013)	$y = 7.03 + 0.666 X$
lindano	0.0034 (0.0007 - 0.0149)	$y = 6.79 + 0.726 X$
carbofuran	0.0037 (0.0017 - 0.0073)	$y = 9.46 + 1.83 X$
dimetoato	0.0131 (0.0046 - 0.0398)	$y = 8.64 + 1.93 X$
metomil	0.0200 (0.0157 - 0.0263)	$y = 8.01 + 1.77 X$
carbaril	0.0237 (0.0152 - 0.0466)	$y = 8.13 + 1.92 X$
monocrotofos	0.0619 (0.0465 - 0.0837)	$y = 6.76 + 1.45 X$
pirimifos metílico	0.0918 (0.0675 - 0.1188)	$y = 6.71 + 1.65 X$
malatión	0.1072 (0.0429 - 0.2916)	$y = 6.38 + 1.42 X$

245 insectos x gramo.

- | | | |
|------|---------------------|--------------------|
| 1- ● | Malatión | $Y = 6.39 + 1.42X$ |
| 2- ■ | Monocrotofos | $Y = 6.76 + 1.45X$ |
| 3- ○ | Dimetoato | $Y = 6.64 + 1.93X$ |
| 4- □ | Pirrinifos metílico | $Y = 6.71 + 1.63X$ |

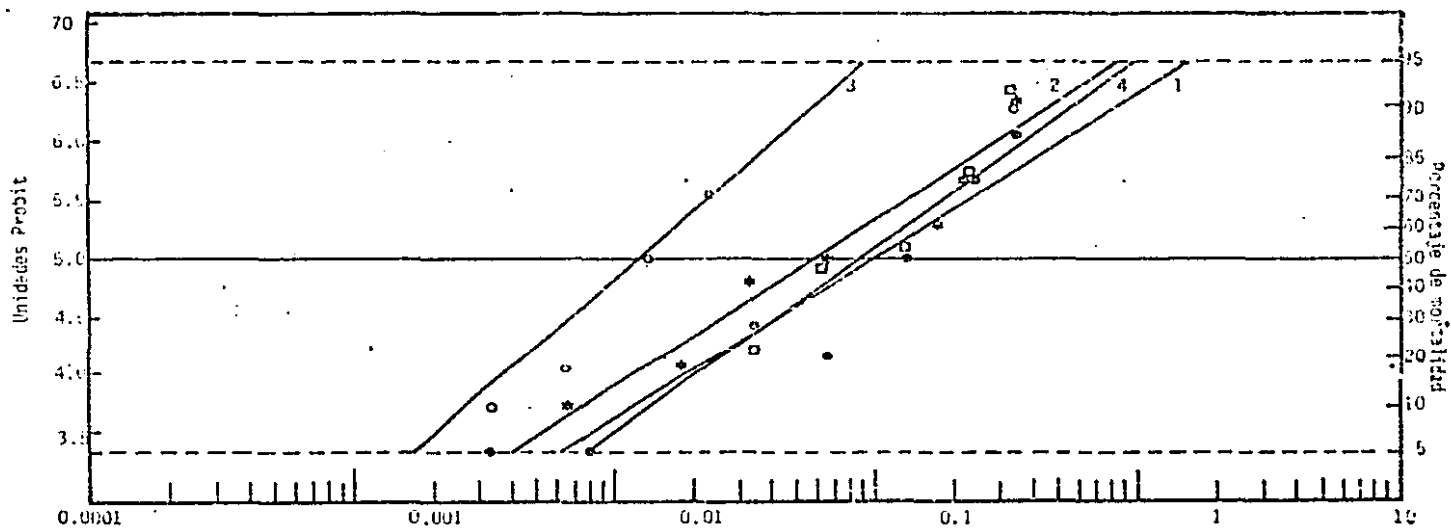


Figura 4. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de *Prostephanus truncatus* (Horn).

- | | | |
|---------------|---|---------------------|
| 1- Permetrina | ◊ | $Y = 11.44 + 1.86X$ |
| 2- Carbaril | * | $Y = 5.13 + 1.92X$ |
| 3- Metonil | ○ | $Y = 8.01 + 1.77X$ |
| 4- Carbofuran | ◻ | $Y = 9.46 + 1.83X$ |

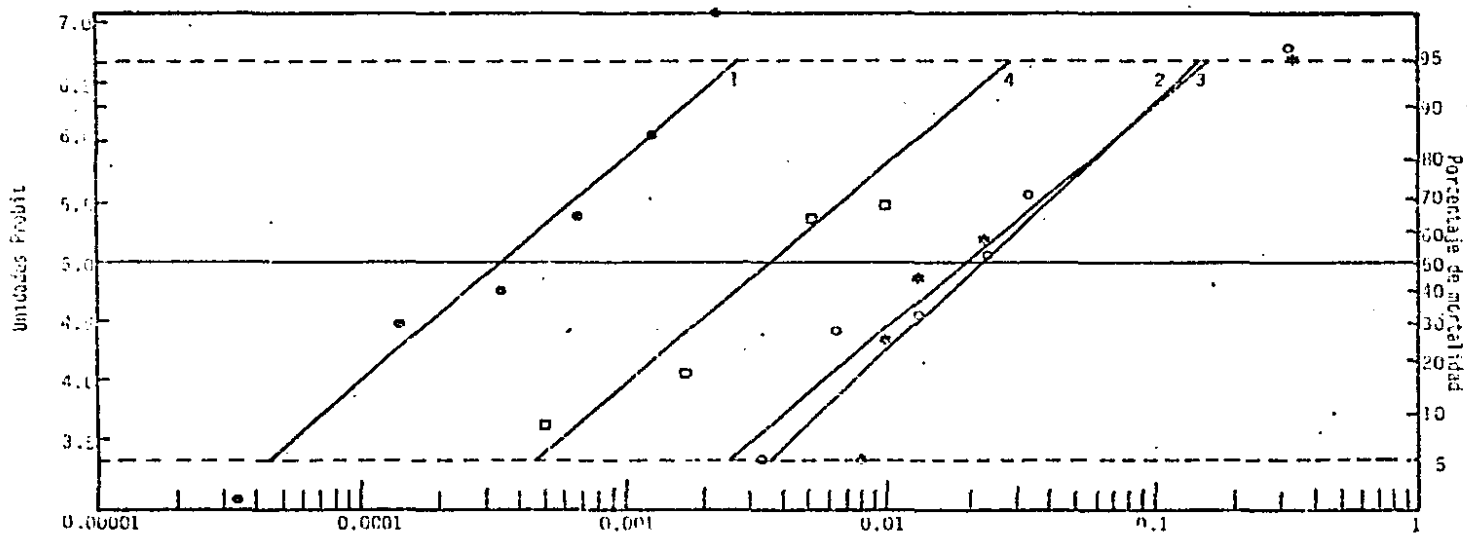


Figura 5 Líneas de respuesta dosis-mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de *Prostephanus truncatus* (Horn).

1- DDT ● $Y = 7.03 + 0.666X$
 2- Lindano * $Y = 6.79 + 0.726X$

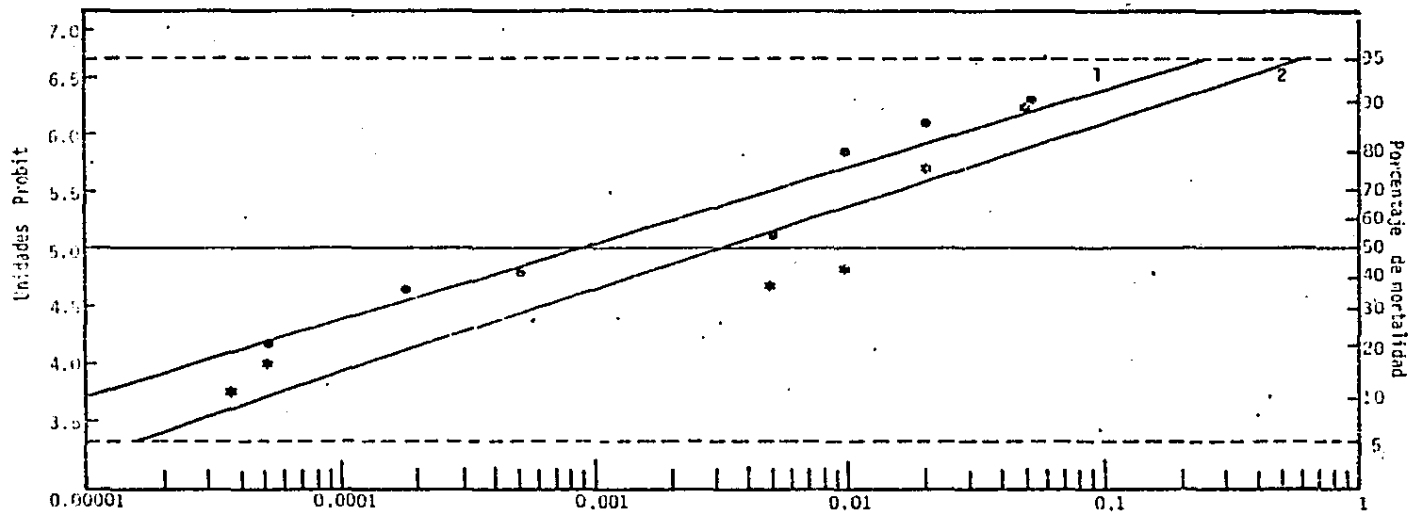


Figura 6: Líneas de respuesta dosis-mortalidad a dos insecticidas en adulto de *Prostephanus truncatus* (Horn).

Las líneas situadas a la izquierda nos indican una toxicidad mayor del producto; la inclinación de las líneas nos indica la homogeneidad o heterogeneidad de las respuesta del insecto al insecticida.

5.3 Toxicidad de los insecticidas aplicados en A. obtectus

En el Cuadro 5 se observan los resultados de los valores de las DL_{50} , las ecuaciones de regresión de las líneas log-dosis mortalidad y los límites fiduciales al 95 % de los insecticidas empleados. El producto más tóxico fue el lindano con una DL_{50} de 0.0039 $\mu\text{g}/\text{insecto}$, le siguen en orden de toxicidad permetrina, monocrotofos, dimetoato carbofuran, pirimifos metílico, carbaril, metomil y DDT con los siguientes valores: 0.004, 0.0066, 0.010, 0.010, 0.011, 0.014, 0.016, 0.023 y 0.337 respectivamente.

Las líneas de respuesta log-dosis mortalidad, se ilustra en las Figs. 7, 8 y 9. La respuesta más homogénea fue la de pirimifos metílico con una valor de la pendiente de 3.28, le siguen DDT con 3.19; malatión, 2.70; monocrotofos, 2.29; carbofuran, 2.02; metomil, 1.96; permetrina, 1.87; dimetoato, 1.63 y carbaril con 1.08.

CUADRO 5. TOXICIDAD Y ECUACION DE REGRESION DE DIEZ INSECTICIDAS APLICADOS TOPI-
CAMENTE A *Acanthoscelides oblectus*.

Insecticida	DL ₅₀ ug/insecto Limites de Confianza al 95%	Ecuación de Regresión
lindano	0.0039 (0.0023 - 0.0069)	y = 10.41 + 2.25 X
permetrina	0.004 (0.0022 - 0.0059)	y = 9.49 + 1.87 X
monocrotofos	0.0066 (0.0032 - 0.0118)	y = 9.99 + 2.29 X
dimetoato	0.010 (0.0031 - 0.0249)	y = 8.22 + 1.63 X
carbofuran	0.010 (0.0081 - 0.0128)	y = 9.01 + 2.02 X
pirimifos metílico	0.011 (0.0079 - 0.0161)	y = 11.35 + 3.28 X
carbaril	0.014 (0.0062 - 0.030)	y = 7.01 + 1.08 X
malatión	0.016 (0.010 - 0.027)	y = 9.81 + 2.70 X
metomil	0.023 (0.0068 - 0.1159)	y = 8.18 + 1.96 X
DET	0.337 (0.244 - 0.496)	y = 6.50 + 3.19 X

236 insectos x gramo.

- 1- ● Malation $Y = 9.81 + 2.70 X$
- 2- ○ Dimetoato $Y = 8.22 + 1.63 X$
- 3- □ Monocrotofos $Y = 9.99 + 2.29 X$
- 4- * Pirimifos metílico $Y = 11.35 + 3.28 X$

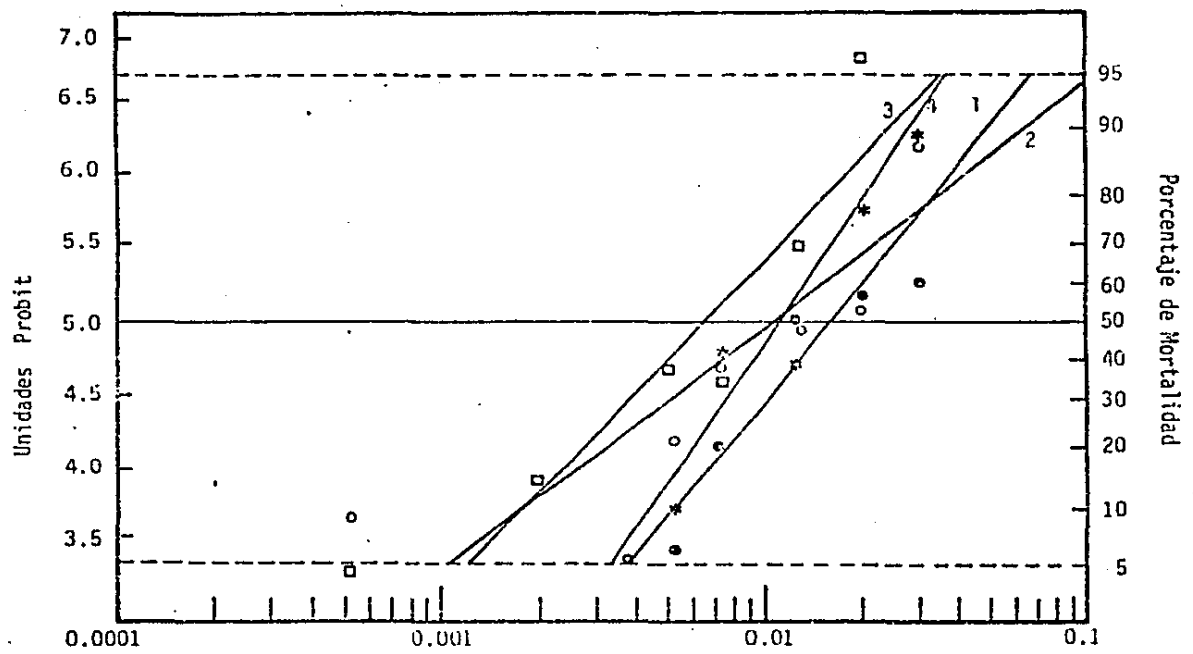


Figura 7. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de *Acanthoscelides tibectus* Say.

- | | | |
|------|------------|---------------------|
| 1- ● | Pemetrina | $Y = 9.49 + 1.87 X$ |
| 2- * | Metonil | $Y = 8.13 + 1.96 X$ |
| 3- ○ | Carbofuran | $Y = 9.01 + 2.02 X$ |
| 4- □ | Carbaril | $Y = 7.01 + 1.08 X$ |

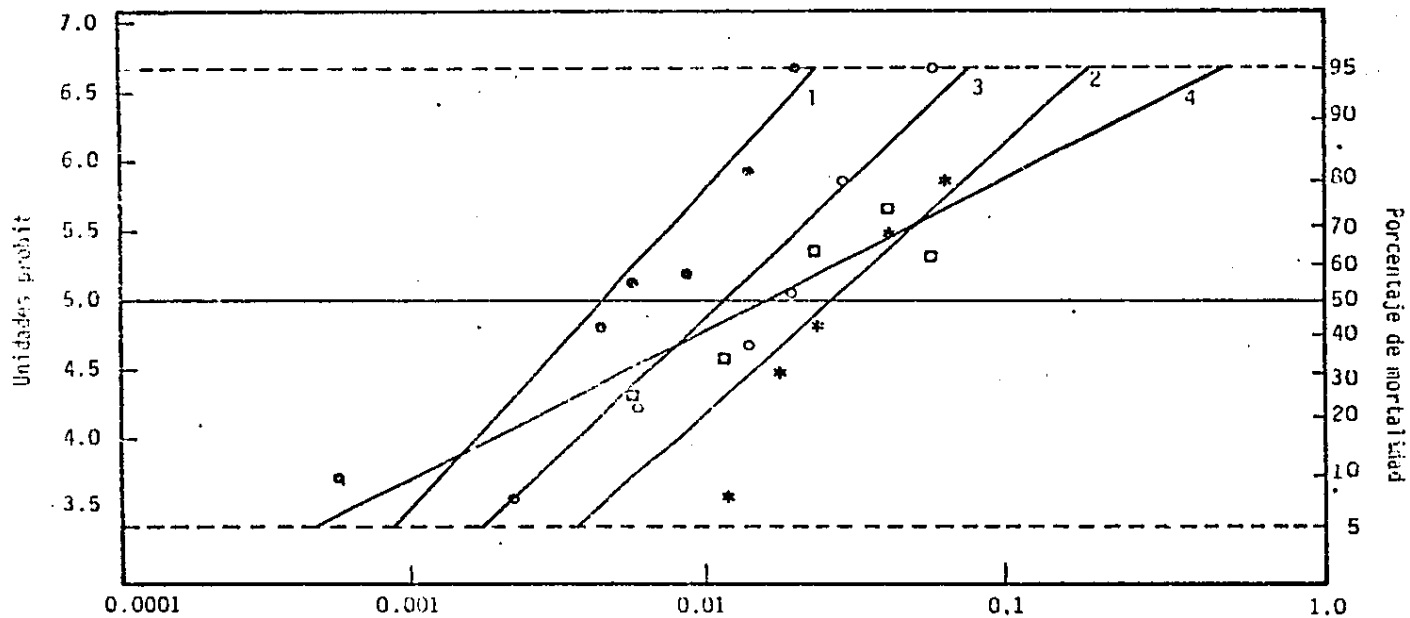


Figura 8. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de *Acanthoscelus brevicornis* (Say).

1-● DDT $Y = 6.50 + 3.19X$
 2-○ Lindano $Y = 10.41 + 2.25 X$

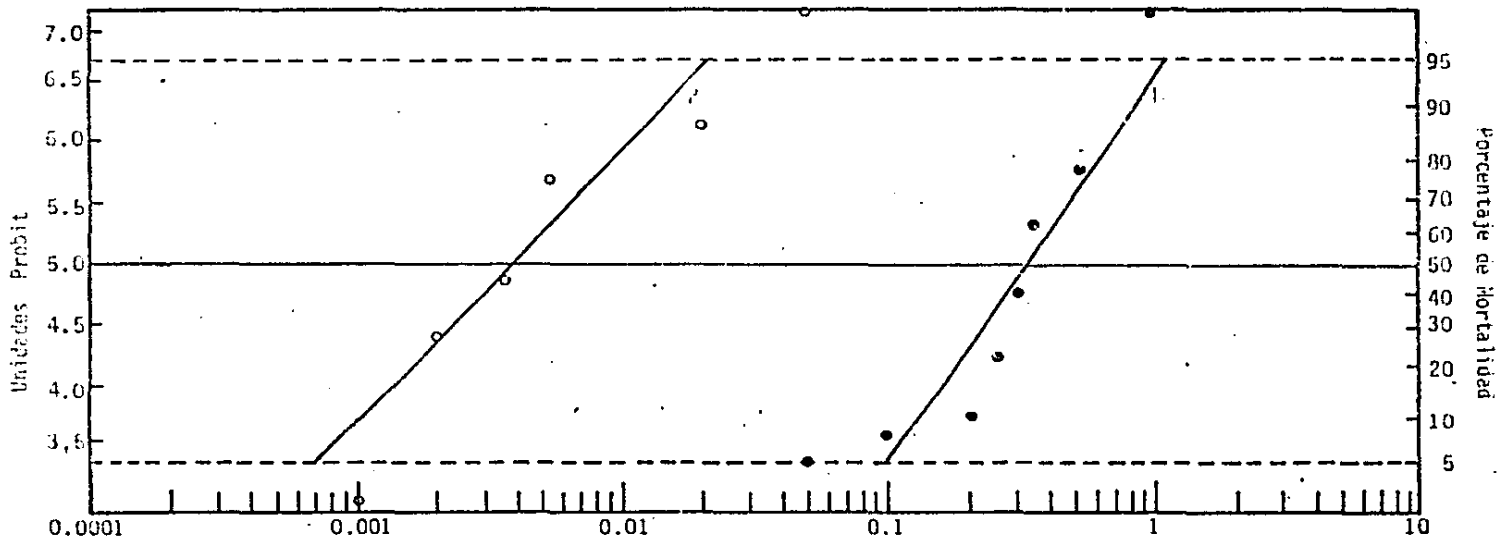


Figura 9. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a dos insecticidas en adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Say).

5.4. Toxicidad de los insecticidas aplicados a Z. subfasciatus

EL insecticida más tóxico fue el monocrotofos seguido por el carbofuran, lindano, permetrina, pirimifos metílico, dimetoato, DDT, malatión, metomil y carbaril, los valores de las DL_{50} fueron 0.0019, 0.0023, 0.0029, 0.0030, 0.0038, 0.0063, 0.0132, 0.0169, 0.0182 y 0.0214 $\mu\text{g}/\text{insecto}$ respectivamente (Cuadro 6).

Las Figuras 10, 11 y 12 muestran las líneas de regresión log-dosis mortalidad. La respuesta más homogénea se observó en el dimetoato con un valor de la pendiente de 3.05, le siguen lindano, metomil, pirimifos metílico, malatión, carbaril, permetrina, monocrotofos, carbofuran y DDT con los siguientes valores: 1.93, 1.87, 1.68, 1.62, 1.42, 1.27, 0.88, 0.78, 0.73 en el mismo orden.

Para esta especie se ha reportado resistencia a lindano en países como México, Uganda, y Colombia, sin embargo no se dan valores de la DL_{50} que nos permitan hacer comparaciones con los obtenidos en esta investigación. (Evans, 1985; Tyler y Evans, 1985; citados por Georghiou y Lagunes, 1988).

CUADRO 6. TOXICIDAD Y ECUACION DE REGRESION DE DIEZ INSECTICIDAS APLICADOS TOPICAMENTE A *Zabrotes subfasciatus*.

Insecticida	DL ₅₀ ug/insecto Límites de Confianza al 95%	Ecuación de Regresión
monocrotofos	0.0019 (0.00063 - 0.0085)	y = 7.40 + 0.88 X
carbefuran	0.0023 (0.0010 - 0.0044)	y = 7.08 + 0.78 X
lindano	0.0029 (0.0018 - 0.0051)	y = 9.80 + 1.90 X
permetrina	0.0030 (0.0016 - 0.0088)	y = 8.08 + 1.27 X
pirimifos metílico	0.0038 (0.0024 - 0.0060)	y = 9.06 + 1.68 X
dimetoato	0.0063 (0.0050 - 0.0075)	y = 11.70 + 3.05 X
DDT	0.0132 (0.0040 - 0.0410)	y = 6.37 + 0.73 X
malatión	0.0169 (0.0127 - 0.0221)	y = 7.86 + 1.62 X
metomil	0.0182 (0.0135 - 0.0240)	y = 8.25 + 1.87 X
carbaril	0.0214 (0.0161 - 0.008)	y = 7.37 + 1.42 X

380 insectos x gramo.

- 1- ● Malation $Y = 7.86 + 1.62X$
- 2- * Monocrotofos $Y = 7.40 + 0.83X$
- 3- ○ Pirimifos metílico $Y = 9.06 + 1.03X$
- 4- □ Dimetoato $Y = 11.70 + 3.05X$

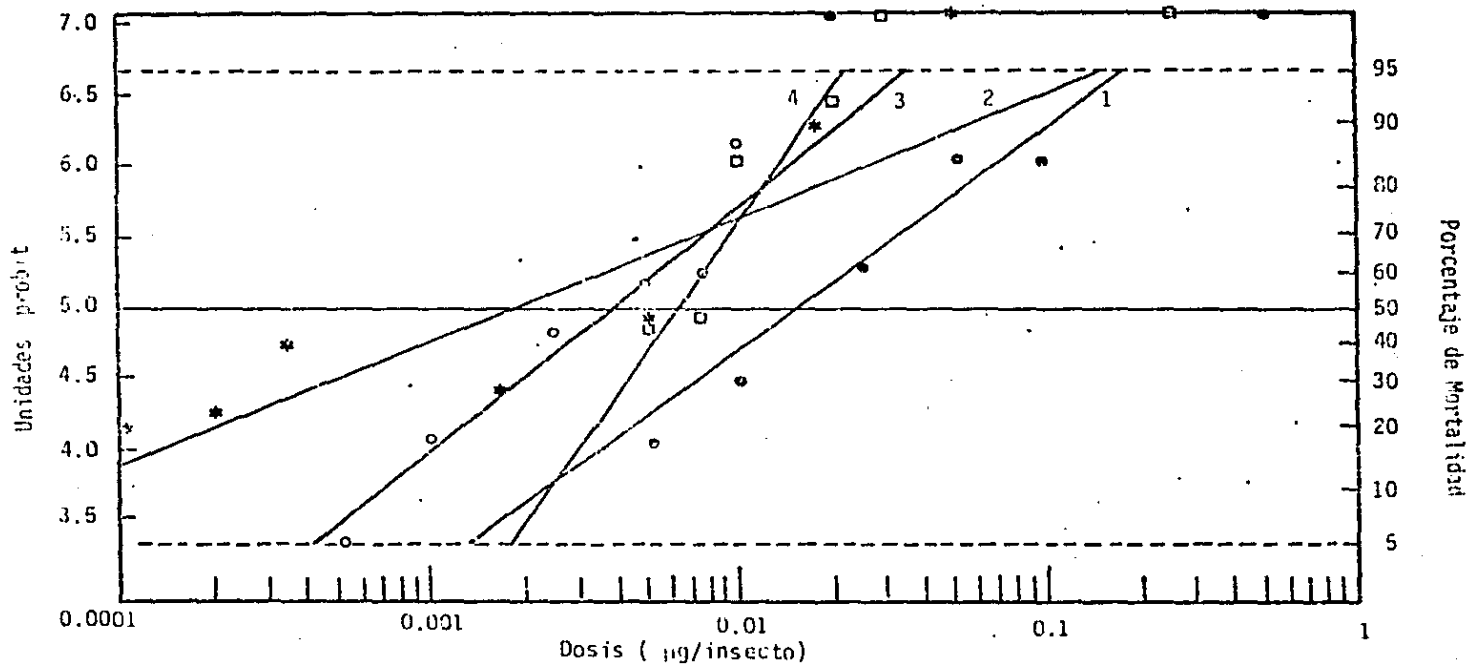


Figura 10. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de *Zabrotes subfasciatus* Boheman.

- | | | |
|------|------------|--------------------|
| 1- ● | Carbaril | $Y = 7.37 + 1.42X$ |
| 2- * | Metomil | $Y = 8.25 + 1.97X$ |
| 3- ○ | Carbofuran | $Y = 7.08 + 0.78X$ |
| 4- □ | Pemetrina | $Y = 8.08 + 1.27X$ |

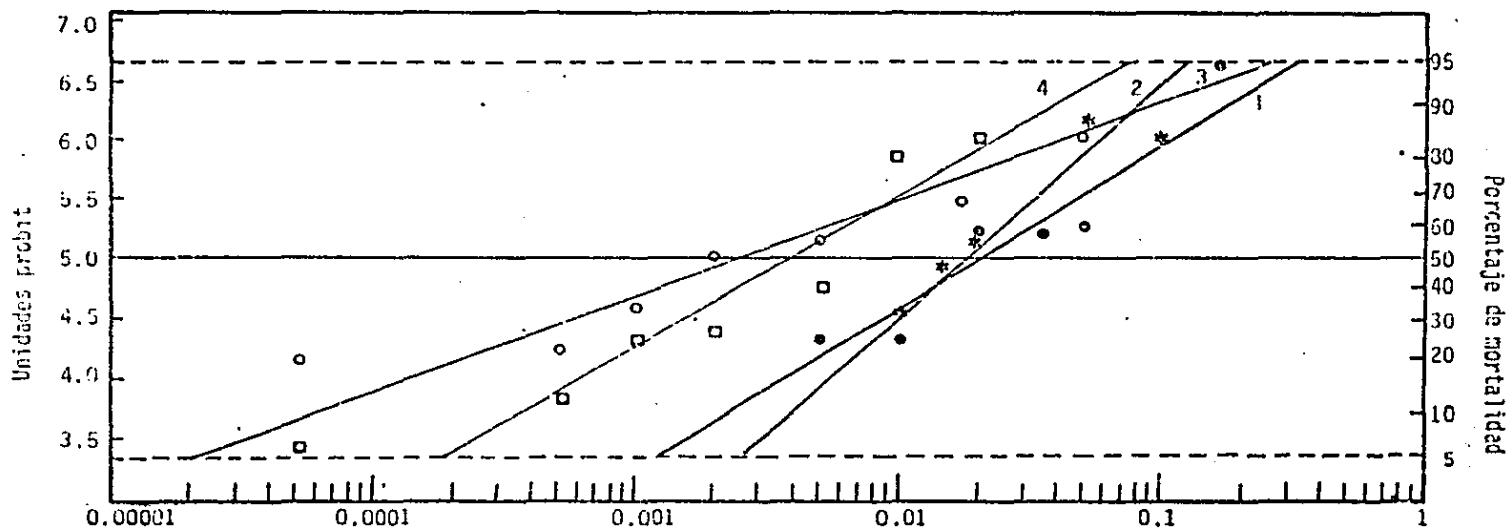


Figura 11. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a cuatro insecticidas en adultos de *Zabrotes subfasciatus* Boheman.

1- * DDT $Y = 6.37 + 0.73X$
 2- • Lindano $Y = 9.80 + 1.90X$

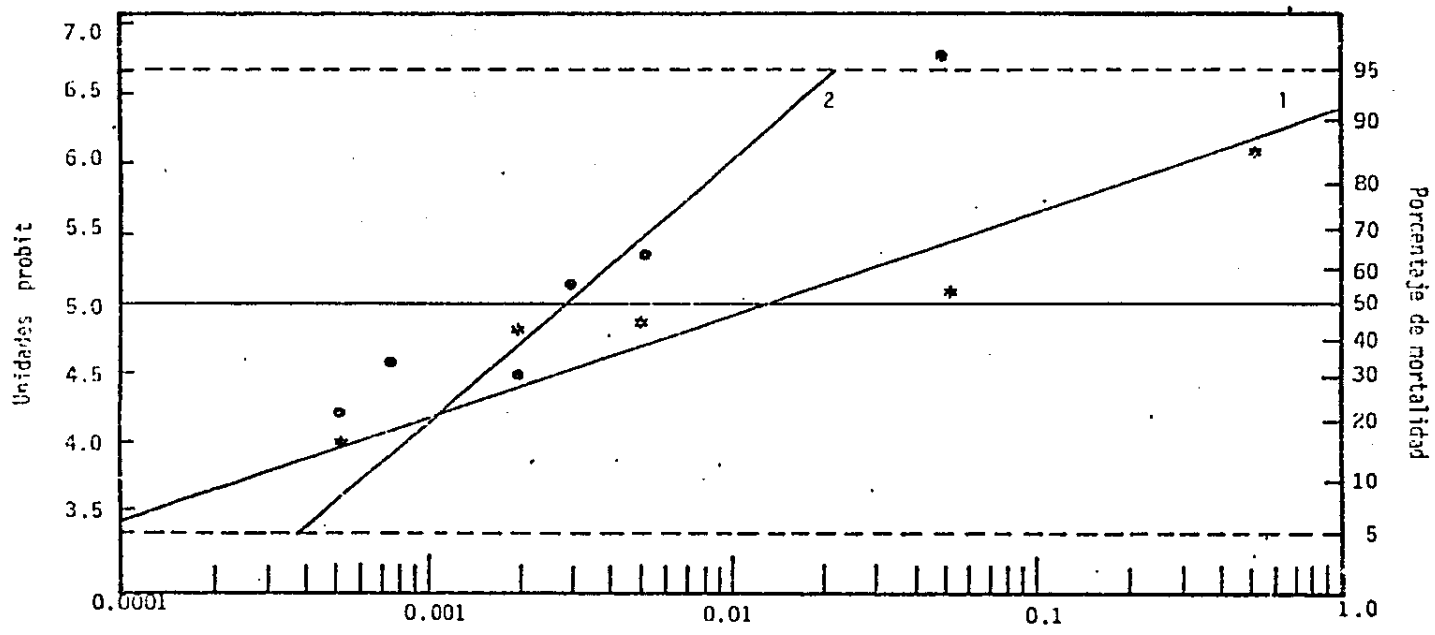


Figura 12. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a dos insecticidas en adultos de *Zabrotes subfasciatus* Boheman.

6. CONCLUSIONES .

1- Para S. zeamais los insecticidas más tóxicos fueron carbofuran y malatión con los valores de DL_{50} de 0.0036 y 0.0047 $\mu\text{g}/\text{insecto}$. El carbaril aplicado al 5 % no produjo mortalidad; por lo que no se pudo establecer la dosis letal media.

2- Los insecticidas con las DL_{50} más altas aplicados a P. truncatus fueron permetrina y DDT con los valores de 0.00035 y 0.00097 $\mu\text{g}/\text{insecto}$ respectivamente.

3- En A. obtectus los insecticidas más tóxicos fueron lindano y DDT con los siguientes valores 0.0036 y 0.0040 $\mu\text{g}/\text{insecto}$ respectivamente.

4- Los productos más tóxicos aplicados a Z. subfasciatus fueron monocrotofos y carbofuran con una dosis letal media de 0.0019 y 0.0023 $\mu\text{g}/\text{insecto}$.

5- Los resultados obtenidos en esta investigación se proponen como líneas base para futuros estudios de resistencia, para las cuatro especies de insectos.

6- La información de este trabajo no implica recomendación alguna de los productos empleados, pues este tipo de investigación se utiliza para estudio sobre manejo de insecticidas.

LITERATURA CONSULTADA

- Abbott, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of the insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Adams, J. M. 1976. Weight loss caused by development of Sitophilus zeamais Motsch. in maize. J. Stored. Prod. Res. 12: 269-272.
- Aguilera P., M. 1985. Factores físicos-químicos que influyen en la resistencia del maíz a Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Resúmenes XX Congreso Nacional de Entomología. 21-24 de abril, Ciudad Victoria Tamps. p. 132-133.
- Araujo E., J; Martins D, D; Ferreira M. L; Silva R. F. 1985. Efecto de los fumigantes e insecticidas de contacto en la germinación y vigor de las semillas de frijol. Ceres 32 (180): 110-119. En: Res. Anals. sobre frijol. Vol 12 No. 1 abril 1987. p. 136.
- Arenas L., C. 1984. Extractos Acuósos y Polvos Vegetales con propiedades insecticidas: una alternativa por explotar. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. México. D.F. 161 p.
- Arias V., C. 1981. Manual de procedimientos para análisis de granos. Departamento de Industrias Agrícolas UACH. Chapingo, México. 207 p.
- Arias V., C. 1983. Almacenamiento y conservación de productos agrícolas en Almacenes Nacionales de Depósito ANDSA. En Memorias del Coloquio Internacional sobre Conservación de Semillas y Granos Almacenados. Moreno M., E y Ramírez M.,M. (Comp.). Ed. Instituto de Biología. UNAM. p. 43-51.
- Barreto B., A; Bertoldo N. G.; y Caetano W. 1983. Efecto de insecticidas, material inerte y aceite comestible en el control del gorgojo del frijol Acanthoscelides obtectus. Porto Alegre Brasil. En: Res. Anals. sobre Frijol. Vol XI No. 1 abril 1986. p. 169.
- Bitran, E. A; Campos D.A; Araujo J., B. 1982. Experimental evaluation of the action of decamethrin on the treatment and conservation of housked corn in form storage. An. Soc. Entomol. Bras. 10 (1): 105-118.

- Cambell, J. R.; Penner, D. 1982. Enhanced phytotoxicity of betazon with organophosphate and carbamate insecticides. Weed Science 30 (3): 324-326. Ingl., Res. Ingl. Res. Anals. del Frijol. Vol. VIII No. 2 Agosto 1983.
- Cartin, L.V.A. 1979. Influencia del cultivar y del tiempo de almacenamiento del (Phaseolus vulgaris L.) sobre el ataque de Acanthoscelides obtectus (Say) y Zabrotes subfasciatus (Boh) (Coleoptera: Bruchidae) Tesis Profesional. Fac. de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 58 p.
- C.I.A.T. 1986. Guía de Estudio. Principales insectos que atacan el frijol almacenado y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali Colombia 32 p.
- Champ, B.R. y C. E. Dyle. 1976. Informe de la prospección mundial de la F.A.O. sobre susceptibilidad a los insecticidas de las plagas de granos almacenados. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia. 336 p.
- Cotton, R.T. 1979. Silos y Granos; plagas y desinfección. Ed. Oikos-tou, S.A. Barcelona, 328 pp.
- Cremlyn, R. 1982. Plagucidas modernos y su acción bioquímica. Ed. Limusa, S.A. México. p. 63-69.
- Davies, J.C. 1972. A note on occurrence of Zabrotes subfasciatus (Boh) (Coleoptera: Bruchidae) on legumes in Uganda. East African Africa Agric. and For. J. 37 (4): 294-299.
- Decelle, J. 1981. Bruchidae relatid to grain legumes in the Afro-tropical area. Resúmenes Analíticos sobre frijol. Vol. IX No. 3. diciembre 1984, p. 47.
- De Dios C., A. 1987. Mermas y Pérdidas en el acopio de granos. En: Rev. Postcosecha 8: 9-12.
- Dell'Orto, T.H. 1977. Differentiation between males y females of the bean bruchidae, Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Agricultura Técnica, 37 (2): 88-90.
- DGSV-SARH, 1980. Principales plagas de los granos almacenados. SARH-DGSV. México. 53 p.
- Essing, E. O. 1929. Origin of the bean weevil Mylabris obtectus (Say). J. Econ. Entomology 22: 858-861.

- Estrada, G., F. 1985 Prueba comparativa de los insecticidas Actellic 50 C E y Malatión 4 P sobre la mortalidad de los gorgojos Sitophilus spp en maiz almacenado. Resúmenes del XX Congreso Nacional de Entomología. 21-24 de abril, Cd. Victoria, Tamps.
- F.A.O. 1973. Informe del Noveno período de sesiones del grupo de trabajo de la F.A.O. de expertos en resistencia de las plagas a los plaguicidas. Roma, Italia p. 116-117.
- Finney, D.J. 1977. Probit analysis. Cambridge Univ. Press. 333 p.
- Flores V.; M. 1977. Distribución de los insectos de almacén en México. En: Memorias del V Simposio Nacional de Parasitología Agrícola, México. p. 141-166.
- G.A.S.G.A. 1987. Barrenador mayor de los granos. Boletín Técnico No. 1. Food and Feed Grains Institute, Kansas State University. 8 p..
- Gatehouse, A. M.; Dewey, F; Dove, J ; Fenton, K. y Pesztai. 1984 . Effect of seed lectins from Phaseolus vulgaris on the development of larvae of Callosobruchus maculatus; mechanism of toxicity. J. Sci. Food Agric. 35: 373-380 .
- Gatehouse, A. M. R.; Dobie, P; Hodges, R ; Meik, A ; Pusztai ,A y Boulter , D . 1987. Role of carbohydrates in insect resistance in Phaseolus vulgaris. Journal of Insect Physiology 33 (11) : 843-850. Res. Anals. sobre el frijol Vol. XIII No. 3 .1983. p. 61.
- Georghiou, G.P. 1965. Genetic studies on insecticides resistance. Adv. Fert. Control, Res. 6: 171-230.
- Georghiou, G.P. y Lagunes, T.A. 1988. The occurrence of resistance to agents of chemical control in arthropods. An index of cases reported through 1987. FAO (En Prensa). 296 p.
- Golob, P.; J; Mwambula, V; Ngulube, F. 1981. The use of local available materials as protectans of maize grain against insect infestation during storage, in Malawi.J. Stored Prod. Res. 18 : 67-74 .
- Golob, P. y Kilminster, A. 1982. The biology and control of Zabrotes subfasciatus (Boh) (Coleoptera: Bruchidae) infesting red kidney beans. J. Stored Prod. Res. 8 (3): 95-101.
-
1983. Preliminary field trials to control of Prostephanus truncatus (Horn) in Tanzania. Trop. Stored Prod. Inf. 45: 15-17.

- Gómez O., C. 1985. Control Químico de Sitophilus spp. (Coleoptera: Curculionidae) y Tribolium castaneum (Coleoptera: Tenebrionidae) en grano de trigo. Resúmenes del XX Congreso Nacional de Entomología. 21-24. Cd. Victoria Tamaulipas.
- González G., y A. Lagunes T. 1986. Evaluación de métodos tecnificados y no tecnificados para el combate de Spodoptera frugiperda y Sitophilus zeamais en la Chontalpa, Tabasco, México. Folia Entomológica Mexicana. 70: 65-74.
- González V.; Rocha R; Simanca E. 1984. Capacidad de infestación y emergencia de Zabrotes subfasciatus (Boh) (Coleoptera: Bruchidae) plaga de granos almacenados. Centro Agrícola Cuba. 11 (3): 111-118.
- Guariano R., G. 1980. Aspectos sobre el almacenamiento de granos en el medio rural en México. En: Memorias del Coloquio Internacional sobre Conservación de semillas y granos almacenados. Oaxtepec, Morelos México. Ed. Instituto de Biología de la U.N.A.M. p. 130-145.
- Gutiérrez M., F. y Rodríguez V. A. 1987. Estados de los desarrollos en el tema del secado solar en México. En Rev. Postcosecha 7: 9-11.
- Hernández X., E. 1935. Graneros de maíz en México. En: Xolocotzia Revista de Geografía Agrícola. Tomo I. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 205-230.
- Hill, D. 1977. Agricultural insect pest of the tropic and their control. Cambridge University Press. London. New York, Melbourne p. 360-361.
- Hodges, R.J. 1986. The biology and control of Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) an destructive storage pest with an increasing range. J. Stored Prod. Res. 22 (1) :1-14
- Howe, R. W. and Currie, J. E. 1964. Some laboratory observation on rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. Bull. Entomol. Res. 55 (3): 437-477.
- Hubert, J. J. 1980. Bioassay Department of mathematic and Statistics. University of Guelph. Kendall/Kunt. Publishing Company. Iowa. USA. 164 p.
- Hussain, M. H. y Abdel-Aal, A.I. 1982. Toxicity of some compounds against cowpea seed beetle Callosobruchus maculatus (Coleoptera: Bruchidae) Int. Pest. Control 24 (1): 12-13

- Jacobson, M. 1953. Insecticides from plants. A review of the literature, 1941-1953. Agriculture Handbook No. 154 United States Department of Agriculture.
- _____ 1975. Insecticides from plants. A review of the literature, 1954-1971. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 461. Jamieson, M. y Jobber P. 1984. Manejo de los alimentos. Ed. Pax México. 194 p.
- Kiula, B.A. and Karel, A.K. 1985. Effectiveness of vegetable oils in protecting beans against Mexican bean weevil Zabrotes subfasciatus (Bohemian). Annual Report of the Bean Improvement cooperative. Vol. 28: 3-5 (C I A T).
- Kranz, J. 1978. Diseases pests and weeds in tropical crops. Ed. by J. K. Heinz Schumatterer and Werner Koch, London, Willey. 666 p.
- Lagunes T., A. 1982. Manejo de insecticidas piretroides. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Chapingo México. 29 p.
- Lagunes T., A.; Arenas L., C.; y Rodríguez R., C. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. Colegio de Postgraduados. Chapingo Méx. 204 p.
- Larson, A. C. and Fisher, K. C. 1938. The bean weevil and the southern, cowpea weevil in California. U.S.D.A. Tech. Bll. 593. 70 p.
- Loda, R. D' Antonino Faronil. 1988. Factores que influyen a la calidad de los granos amarellados. Revista Postcosecha 8: 34-41
- López I. 1982. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del frijol. SARH. México. Publicación Especial No. 83.
- Longstaff, B.C. 1981. Biology of the grain pest species of the genus Sitophilus (Coleoptera: Curculionidae): a critical review. Protection Ecology 2: 83-130.
- Mac Gregor R. 1983. Guía de insectos nocivos en México. Instituto de Biología, U.N.A.M. Ed. Alambra. 164 p.
- Mendoza M., E. 1985. Utilización del feritrotión en el control de insectos-plagas de almacén. Centro Nac. de Invest. y Capacitación de ANSA. Resúmenes del XX Congreso de Entomología 21-24 Cd. Victoria Tamaulipas. p. 135-137.
- Metcalf, C. L.; Flint W. P. 1982. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Trad. de la 4a. ed. en inglés. Ed. CECSA, México, D. F. 1208 p.

- Moreno M, E. 1987. El Papel de los Hongos de almacén en la Conservación de granos y semillas. En: Rev. Potoscosecha. 4 (7) 20-25.
- National Research Council. 1978. Commission on International Relation. Postharvest food losses in developing countries National Academy of Sciences. Washington. 206 p.
- Navarro S, F. 1983. Frijol en el Noroeste de México. Tecnología de producción. INIA- CIAPAN- SARH. Sinaloa, Méx. p. 137.
- Okelana, F.A. y Osuji, F. C. 1985. Influence of relative humidity at 30 °C on the oviposition, development and mortality of Sitophilus zeamais Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) in maize kernels. J. Stored Prod. Res. 21 (1): 13-19.
- Oppenoorth, F.J. y Welling W. 1976. Biochemistry and physiology of resistance In: Insecticide Biochemistry and Physiology Ed. C.F. Wilkinson Plenum Press. New York. 507-554.
- Ortega A., L 1987. Evaluación de polvos vegetales y minerales para el combate del gorgojo pardo del frijol A. obiectus (Say) (Coleoptera: Bruchidae) en frijol almacenado. Tesis de Lic. en Biología. Esc. Nac. de Estudios Superiores IZTACALA. UNAM. 74 p.
- Ortiz C, A. 1983. Utilización del metil pirimifos en la conservación de granos almacenados. En: Memorias del Coloquio Internacional sobre conservación de semillas y granos almacenados. Oaxtepec Mor. Méx. Ed. Instituto de Biología UNAM. p. 52-86.
- Osborn, T. C.; Alexander, D. C; Sun, S. S; Cardona, C; Bliss, F. A. 1988. Insecticidal activity and lectin homlogy of arcelin seed protein. Resúmenes Análiticos sobre el frijol. Vol. Xlii No. 3 Dic.1988. p. 63.
- Paddock, F. B. and Reinhard , H. J. 1920. The cowpea weevil. Tex. Agr Expt Sta. Bull. 256. 92 p.
- Páez L., A. 1987. El uso de polvos vegetales e Inertes minerales como una alternativa para el combate del gorgojo del maíz Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado. Tesis de Maestría. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 102 p.
- Pérez M., J. 1988. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones del picudo del maíz Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) de varias localidades de Mexico Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Entomología y Acarología. Colegio Postgraduados. Chapingo, México. 142 p.

- Pérez G., y Bonet A. 1984. Algunas características de Stenocorse bruchivora (Crawford) (Hymenoptera: Braconidae) ectoparasitoide de Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Folia Entomológica Mexicana. 62: 54-74.
-
- 1984 b. Himenopteros parasitoides de Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera: Bruchidae) en Tepozotlán, Morelos. Folia Entomológica Mexicana. 59: 71-78.
- Pimbert, L. M. 1985. A model of host plant change of Zabrotes subfasciatus (Boh) (Coleoptera: Bruchidae) in a tradition bean cropping. System in Costa Rica. Biol. Agric. Hort. 3 (1): 39-54.
- Prasad, S.G. 1986. The origen of maize and beans insect infestation in field crops. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 114 p. No publicado.
- Prevett, P. F. 1970. Plagas de productos almacenados que causan pérdidas a los alimentos en almacen. Boletín Fitosanitario de la FAO. 18 (5): 115-124.
- Ralph, J. , y Bushnell, R. J. 1940. Longevity and eggs production in the common bean weevil Acanthoscelides obtectus (Say). Annals of the Ent. Soc. Ann. 33: 361-369.
- Ramayo R., L. F. 1983. Tecnología de granos almacenados. UACH. Departamento de Industrias Agrícolas. Chapingo, Méx. 216 p.
- Ramírez G., M. 1959. Conservación de granos almacenados en México. En: Rev. Chapingo. 76: 377-389.
- Ramírez G. ,M .1966. Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. Ed. CECSA, Méx. 300 p.
- Ramírez M., M. 1981. Insectos y almacenamiento de granos. En Naturaleza 12 (2) 92:102.
- Ramírez, G. M. 1982. Almacenamiento y Conservación de Granos y semillas. Ed. CECSA, México. 300 p.
- Ramos, R. Y. 1976. Las especies de brúquidos (gorgojos de las leguminosas) de interés agrícola y fitosanitario, (Coleoptera: Bruchidae). II Sistemática y Biología. Boletín del Servicio de Defensa contra plagas e Inspección Fitosanitaria. Madrid. 2 (2): 194-196 p.
- Rodríguez M. , J.C. 1982. División de insecticidas y acaricidas de acuerdo a grupos toxicológicos: Una base para manejo racional. Tesis Profesional. Depto de Parasitología. Agrícola, UACH. Chapingo, Méx. 81 p.

- Rodríguez R., R. 1983. Manejo de la Producción y almacenamiento de los granos y semillas de cultivos básicos Proyecto de granos almacenados. México SARH, INIA, CIAPY. p. 28-31. Sin publicar.
- Rodríguez L., D. A. 1987. Evaluación de polvos vegetales y minerales para el combate del barrenador mayor de los granos, Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) en maíz almacenado. Tesis Profesional Fac. de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Córdoba Ver. 69 p.
- Romero V., C. y Ramírez M. 1985. Insectos que infestan al maíz en los almacenes rurales de San Pedro Pozohuacan, Edo de México. Resúmenes del XX Congreso Nacional de Entomología 21-24 abril. Cd. Victoria Tamp. p. 130.
- Ruppel, R. F.; Russel, H. L.; Love, A. P. 1982. Residual efficacy of grain protectants against the bean weevil. Resúmenes Análíticos sobre frijol. Vol. XII. No. 3 Dic. 1987. p. 128 - 129.
- Sánchez A., H.; González H. H. y Bravo M. H. 1985. Plagas del maíz almacenado que inician la infestación en el campo. Resúmenes del XX Congreso Nacional de Entomología. 21-24 abril. Cd. Victoria Tamps. P. 129-130.
- Sánchez A, H. 1987. Actividad de polvos minerales para el combate de Prostephanus truncatus (Horn). y Sitophilus zeamais Motsch., en maíz almacenado. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 67 p.
- Schwartz, F. H. y Gálvez, E. 1980. Problemas de la producción de frijol: Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de Phaseolus vulgaris. CIAT. Cali, Colombia p. 365-397.
- Sharifi, S. y Mills, R. 1971. Radiographic studies of: Sitophilus zeamais Motsch. in wheat kernels. J. Stored Prod. Res. 7: 195-206.
- Shires, S.W. 1977. Ability of Prostephanus truncatus (Horn)(Coleoptera: Bostrichidae) to damage and breed on several stored food commodities. J. Stored Res. Prod 13: 205-208.
- Shires, S.W. 1980. Life history of Prostephanus truncatus (Horn)(Coleoptera:Bostrichidae) at optimum condition of temperature and humidity. J. Stored. Prod. Res. 16: 147-150.
- Sifuentes, A. J. A. 1977. Plagas de los granos almacenados y su control. Folleto de Divulgación No. 6S. INIA-SARH. 22 p.

1985. Control de Plagas del frijol en México.
Folleto Técnico No. 83 INIA-SARH. 22 p.

- Southgate, B.J. 1979. Biology of the Bruchidae. Ann. Rev. Entomol. 24: 449-473.
- Swamiappan, M; Jayara J, S. ; Chandy, R.C.; Sundaramurthy, V.T.1976. Effect of activated kaolinitic clay on some storage insect. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie 80 (4):385-389.
- Tapia B., H. 1983. Manual de producción de frijol común. Dirección General Técnicas Agropecuarias. Managua Nicaragua. p. 16-19 y 166-169.
- Tona M., C. 1988. Resistencia de 4 variedades de maíz al ataque de Sitotroga cerealella (Oliver) (Lepidoptera:Gelechiidae); Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera:Bostrichidae) y Sitophilus zeamais (Coleoptera:Curculionidae) en condiciones de laboratorio. Resúmenes del XXIII Congreso Nacional de Entomología, 22-25 de mayo 1988. Morelia Mich.
- Thiery, D. 1984. Hardness of some fabaceus seed coat in relation to larval penetration by Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res.20 (4): 177-181.
- Tipping, P .W. Rogriguez J. ; Poneleit, Legg D. E.1986. Feedingactivity of Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae) on resist and susceptible corn geno types. Environ. Entomology. 15: 654-658.
- Valerie, W. 1986. An updated and annotated bibliography of Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae)a pest of stored grain. Food & Feed Grain Institute Report 24. 20 p.
- Wearing, A. J. 1982. Grain protectants for use under tribal storage conditions in Zembadwe (Rhodesia): 3 Evaluation of admiftures with malzo stored in traditional grain bins. Zembabwe J. Agri Res. 19 (2): 205-224.
- Williams, R.N. y Floyd , E.H . 1970. Flight habits of the maize weevil, Sitophilus zeamais. J. Econ. Entomol.63 (5): 1585-1588 .
- Zorogastua, C. P. 1981. Protección del frijol almacenado al ataque de Zabrotes subfasciatus (Boh) (Coleoptera: Bruchidae). Tesis de Ing. Agr. Lima Perú. Universidad Nac. Agraria La MOLINA. 67 P. Res. Anals. sobre el frijol p. 171.