

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA



130276/85  
Ej. I

EFICACIA DE CUATRO INSECTICIDAS ( Malation, Actellic, LÍndano  
y Cipermetrina ) EN DOS ESPECIES DE INSECTOS DE GRANOS  
ALMACENADOS (Sitophilus zeamais (Motschulsky) Coleóptera:  
Curculionidae y Prostephanus (=Dinoderus) truncatus (Horn)  
Coleóptera: Bostrichidae )

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A

ROBERTO AGUILAR VIQUEZ

LOS REYES IZTACALA

DICIEMBRE 1985



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

A LA CELULA

YO JAMAS IMAGINE  
QUE TU EXISTIERAS,  
NI SIQUIERA SONE  
LO BELLA QUE ERAS  
Y DESDE QUE TE VI  
CURASTE MIS QUIMERAS.  
POR TU NOMBRE EXCELZO  
AGORERO DE MI VIDA  
ME FUI AL UNIVERSO  
DE TU FAZ ESCONDIDA  
QUE TANTO ILUSIONO  
MI TES DOLIDA,  
ME APASIONO POR TI  
Y MI RAZON MALEVOLA  
SE CONVENCIO, ASI  
HASTA LA MEDULA  
NO TE OLVIDES DE MI  
AMADA CELULA.  
TU QUIMICA IGNORADA  
TU ENERGIA CONSTANTE  
TU VIDA LACERADA  
DE OLVIDO PUNZANTE,  
TUS DEMASIADAS COSAS  
ME HACEN MAS AMARTE

ROBERTO AGUILAR VIQUEZ.

A DIOS PORQUE EL ES, SEÑOR Y REY

A JOSEFINA, POR TODO LO QUE REPRESENTA  
PARA MI, SOBRE TODO POR SU  
AMOR.

A MIS HIJOS; LUIS FELIPE Y CINTHIA BELEN  
FRUTOS POR LOS CUALES LUCHAR  
EN ESTA VIDA

A MI MADRE; COMO HOMENAJE POSTUMO A SU  
SIN IGUAL EJEMPLO, FORTALE-  
ZA Y FE.

A MI PADRE: POR SU RECIEDUMBRE Y VALOR

A MIS HERMANOS: ARMANDO, MARIA ANTONIETA  
RITO, MEYNARDO, DULCE MARIA  
FIDENCIO, FILIBERTO, NOEL  
Y ORESTE PARA SEGUIR UNIDOS

A MIS AMIGOS: A TODOS EN CONJUNTO COMO  
ESTIMULO AL TRIUNFO EN LA  
LUCHA DE LA VIDA.

ESPECIALMENTE A MI DIRECTORA DE TESIS:  
BIOL. PATRICIA Y. CRUZ M.  
POR SU CONSTANTE AYUDA Y  
APOYO PARA LA REALIZACION  
DEL PRESENTE TRABAJO.

AL ING. JOSE LEONIDES SANCHEZ: POR SUS  
COMENTARIOS Y EL PROCESA-  
MIENTO DE LOS DATOS.

I N D I C E	PAGINA
1 RESUMEN	1
2 INTRODUCCION	2
3 ANTECEDENTES	4
4 OBJETIVOS	5
5 REVISION DE LITERATURA	5
5.1 ECOLOGIA DE LOS GRANOS ALMACENADOS	5
5.1.1 TEMPERATURA- HUMEDAD-ALMACENAMIENTO	6
5.2 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS	7
5.2.1 BARRENADOR DE LOS GRANOS ( <u>Prostephanus truncatus</u> Horn)	8
5.2.2 GORGOJO DEL MAIZ ( <u>Sitophilus zeamais</u> Motschulsky)	9
6 MATERIALES Y METODOLOGIA	10
6.1 CRIA DEL BARRENADOR DE LOS GRANOS ( <u>Prostephanus truncatus</u> Horn) Y DEL GORGOJO DEL MAIZ ( <u>Sitophilus zeamais</u> Motschulsky)	11
6.2 METODO PARA MEDIR DL <sub>50</sub> Y DL <sub>99</sub>	11
6.3 APLICACION DE INSECTICIDAS A PAPEL FILTRO	12
6.4 EXPOSICION DE INSECTOS A PAPEL FILTRO	13
6.5 ANALISIS PROBIT	14
7 RESULTADOS	16
8 DISCUSION	30
9 CONCLUSIONES	33
ANEXO 1	38
BIBLIOGRAFIA	44

## 1 RESUMEN

El gorgojo del maíz (Sitophilus zeamais Motschulsky) y el barrenador de los granos (Prostephanus truncatus Horn), plagas de granos almacenados, originarios de la localidad de Melchor Ocampo, Edo. de Méx., fueron tratados a diferentes concentraciones de cuatro insecticidas: malation, actellic, lúndano y cipermetrina. El objetivo era encontrar al insecticida más eficaz para abatir el 50 y el 99% de los insectos, bajo condiciones sugeridas por la FAO (1974).

De una muestra de 100 insectos de cada especie para cada concentración de insecticida, dividida en cinco aplicaciones, mediante el análisis Probit, se encontró en sus líneas de regresión que actellic fué el más eficiente para abatir al gorgojo del maíz en  $DL_{50}$  (0.072%) y  $DL_{99}$  (0.46%), y para el barrenador de los granos en  $DL_{99}$  (4.95%). Cipermetrina tuvo mayor eficacia en el barrenador de los granos para  $DL_{50}$  (0.036%).

Malation presentó la menor efectividad de los cuatro insecticidas en  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$  en el barrenador de los granos y en  $DL_{50}$  en el gorgojo del maíz. Lúndano fué el menos efectivo en  $DL_{99}$  en el gorgojo. Por los resultados obtenidos en  $DL_{99}$  de ambas especies se piensa que pueden presentar resistencia cruzada, a excepción del gorgojo del maíz con actellic.

## 2 INTRODUCCION

La necesidad imperiosa de disponer de alimentos con calidad para el consumo de una población en constante incremento, obliga al hombre a buscar medios idóneos para conservar granos y semillas con un mínimo de pérdida para un mayor tiempo de almacenamiento.

El alimento es un factor limitante para la nutrición del hombre, que presenta una demografía ascendente, lo que reclama mayores volúmenes de granos y cereales (31).

Después del trigo y del arroz, el maíz ocupa el tercer sitio en importancia alimenticia mundial (4). En América es el principal sosten de la dieta (5, 22, 29, 33).

Las estadísticas de población (32), importación y producción de maíz en México (12), con las de otros países del mundo resaltan el problema demografía-alimentación (24, 34).

Analizando la producción de 58 países, se observó que el incremento de la misma no ha sido paralelo al ritmo de crecimiento poblacional, para 19 países fué superior al 4% anual agravando su problema nutricional, que los obliga a importar cereales, fundamentalmente (13). Según la FAO, la demanda de semillas de 1975-80 era de 221.1 millones de toneladas, sin embargo, se produjeron 189.1 millones de toneladas. El balance negativo es de 32 millones de toneladas (10).

Las importaciones de maíz en naciones en desarrollo llegaron a 34 millones de toneladas de 1952-64, de 66 millones de toneladas de 1977-78. Si esta situación persiste, en 1985 las im



portaciones podrían llegar a 90 millones de toneladas. Dentro de diversas causas importantes, en el almacén se presentan diversas plagas de insectos.

26 El combate del hombre contra estas plagas comenzó hace siglos mediante métodos naturales (25), legales (8, 9), físicos y mecánicos (24, 25), que fueron desplazados por el control químico mediante plaguicidas orgánicos después de la post guerra (1, 29).

27 El panorama demográfico, agrícola y los daños causados por las plagas insectiles en el almacén, demuestran la necesidad de preservar a los granos de la acción de agentes que los perjudican, lo cual tiene complejidad. <sup>concl.</sup> Una de las opciones para la resolución de tal problemática, es evaluar la eficacia actual de los insecticidas en las plagas de insectos económicamente importantes como en el presente trabajo.

Estos insecticidas tienen todavía un alto índice de aprovechamiento en contraste con sus deficiencias.

Este trabajo se llevó a cabo para conocer la eficacia de malation, actellic, lindano y cipermetrina sobre el barrenador de los granos y el gorgojo del maíz, plagas primarias de granos almacenados. Se tomó como referencia la dosis letal que abate el 50 y el 99% de los insectos, denominadas DL<sub>50</sub> y DL<sub>99</sub>, para determinar la eficacia de los insecticidas.

## 3 ANTECEDENTES

En un ensayo hecho por el grupo de expertos de la FAO, encontraron que las  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$  en S. zeamais Motschulsky, es aplicando durante 6 hrs malation en porcentaje de .35% y .69% respectivamente (11).

Ramírez menciona que con 9.7 ppm de malation en sorgo se obtuvo el 88.6% de mortalidad en S. zeamais en 24 hrs. En el mismo almacén, después de 72 días se encontró una concentración residual de 3.6% de malation que originó el 10% de mortalidad, el número de insectos vivos encontrados por kg fué de 8

El mismo autor menciona que con 6 ppm de actellic después de 72 días, aplicado en sorgo infestado con S. zeamais, el número de insectos vivos encontrados por kg fué de cero.

El efecto de nebulización de actellic durante 24 hrs de exposición de S. zeamais causó el 95.71% de mortalidad en jaulas a 0 mts de altura, el 94.28% en jaulas a 3 mts de altura y el 97.14% en jaulas a 5 mts de altura (29).

Ortiz citado por Goon (16) concluyó que Sitophilus spp ofreció menor resistencia a la acción de malation y actellic comparado con Tribolium spp en tratamiento directo al grano.

En un método provisional hecho por la FAO sobre gorgojos se descubrió que S. zeamais, después de una exposición de 24 hrs en lúndano, presentó  $DL_{50}$  con .05% y  $DL_{99}$  con .13% de insecticida (11).

Se sumergieron bolsas de manta para almacenar grano, en la meseta central de México, con lúndano emulsionado al .5% el cual protegió contra P. truncatus, en grano limpio entero y se

co por tres meses con una infestación menor del 7% por saco. (23).

En un análisis hecho por Torreblanca y colaboradores (33) concluyó que en tres meses, en condiciones de laboratorio produce 29% de polvillo, 37% de grano en cascarilla y una pérdida del 11% del nitrógeno del grano de maíz, que son los daños producidos por P. truncatus.

La Hue (29), en un estudio con actellic como protector de grano de maíz contra insectos de productos almacenados, concluyó que los residuos de éste fueron degradados gradualmente en períodos prolongados de almacenamiento, excepto para aplicaciones de 20 ppm.

#### 4 OBJETIVOS

1.- Determinación de la efectividad de malation, actellic, lindano y cipermetrina en Sitophilus zeamais Motschulsky gorgojo del maíz y de Prostephanus truncatus Horn, barrenador de los granos.

2.- Determinación de  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$  de malation, actellic, lindano y cipermetrina en el barrenador de los granos y en el gorgojo del maíz.

#### 5 REVISION DE LITERATURA

##### 5.1 ECOLOGIA DE LOS GRANOS ALMACENADOS

Un adecuado manejo en el almacén de los granos y semillas, depende del control de la humedad, temperatura, tipo de

construcción, insectos, hongos, roedores y algunos microorganismos. Todos ellos ocasionan cambios en el grano mientras se encuentra en los silos, así también, están íntimamente relacionados entre sí.

#### 5.1.1 TEMPERATURA-HUMEDAD-ALMACENAMIENTO

En los países con clima tropical como el nuestro, surgen problemas en el transporte y almacenamiento de los granos, pues impera alta temperatura y gran humedad, sin embargo el estado de los granos almacenados está regido por el microclima presente en las bodegas. Las condiciones del microclima pueden estar modificadas por factores como el envasado y la forma de construcción del almacén, esta temperatura interna determina la abundancia de los insectos y hongos, aunque el efecto limitante de la humedad es tan grande, que hace que ambos factores se consideren conjuntamente para cualquier interpretación (22)

Con alimento ilimitado y humedad favorable para el crecimiento y desarrollo de los insectos, la temperatura determina la actividad en cuanto a su multiplicación (7).

La humedad pasa a ser factor limitante, cuando la temperatura es el factor favorable y hay alimento ilimitado, en el desarrollo de las poblaciones de insectos presentes.

Los insectos obtienen la humedad necesaria para sus actividades fisiológicas del grano del grano y por sí mismos por su metabolismo, produciendo cierta cantidad de agua (7, 29).

Se debe almacenar grano limpio que haya sido secado a ni

veles seguros para su almacenamiento, los granos rotos o los pedazos de grano o basura incrementan los problemas de almacenamiento. Las practicas de cosecha, desgrane, limpieza y secado del grano son importantes para conservar los cereales (25).

Almacenar grano húmedo sin que el aire pase a través de él, provoca el aumento de temperatura dentro del grano, además su respiración aumenta, esto produce un ascenso en la temperatura y humedad del aire, en este contexto los hongos e insectos se desarrollan con más celeridad (25).

Entre las causas de pérdidas debidas a factores ábioticos podemos citar a:

1.- Que los almacenes son inadecuados por no conservar la debida humedad y secado de los granos.

2.- El desconocimiento de los métodos de manejo, tiempo de almacenamiento, control inadecuado de calidad y uso de plaguicidas. Todo lo anterior sobre los granos.

Los insectos, roedores, hongos, microorganismos y algunas aves, son factores bioticos que producen pérdidas en el almacén.

Los insectos ocasionan la contaminación del grano por medio de sus heces, por la presencia de sus exoesqueletos y por el daño directo sobre el grano. El grano almacenado les proporciona el lugar apropiado para que vivan y se multipliquen, ya que contiene el alimento, aire, humedad y temperatura que necesitan (7).

## 5.2 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

### 5.2.1 BARRENADOR DE LOS GRANOS (Prostephanus truncatus Horn).

Es conocido como barrenador de los granos, pertenece al Orden Coleóptera, de la Familia Bostrichidae, al género Prostephanus; aunque anteriormente se le consideraba perteneciente al género Dinoderus, por último pertenece a la especie truncatus por el aspecto truncado de su abdomen. Fué Horn el que clasificó a esta especie (33).

Su coloración varia de café oscuro a castaño, cuerpo cilíndrico. Cabeza ligeramente triagular que también es retráctil dentro del protorax, cuyo aspecto es rugoso debido a pequeñas protuberancias en el frente. La cabeza junto con los élitros están cubiertos de depresiones circulares.

Los ojos son grandes y alargados y presentan vuelo activo.

El proceso de transformación de huevo, larva, pupa y adulto tarda en producirse de 4 a 6 semanas dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura, pueden llegar a reproducirse durante todo el año.

Cada hembra deposita los huevecillos en forma libre, sobre los granos o sobre sus desperdicios, hasta 300 huevecillos (3, 25). Las larvas son pequeñas de color blanco y que presentan poca movilidad. Su desarrollo es dentro de los granos, aunque pueden llegar a vivir fuera del grano.

En estado de pupa vive dentro del grano alimentándose.

De adulto es extraordinariamente voraz, con alta capacidad de destrucción. Ataca a los granos produciendo abundante polvillo. (33).

En México se encuentra en forma abundante en las zonas productoras de maíz, sobre todo en el norte del país.

El barrenador de los granos se alimenta del endospermo y del germen del grano, plaga primaria de los cereales, invade al grano desde la cosecha. En el almacén presenta fragilidad en su manejo.

### 5.2.2 GORGOJO DEL MAÍZ (Sitophilus zeamais Motschulsky)

Llamado gorgojo del maíz, corresponde al Orden Coleóptera, Familia Curculionidae, al género Sitophilus y a la especie zeamais debido a su inclinación hacia el maíz. Fue descubierto por Motschulsky en 1855 (7, 30).

Se le confundía con S. oryzae, pero estas dos especies son diferentes sobre todo en lo que respecta a la genitalia masculina. La genitalia de S. oryzae se encuentra convexa en la superficie anterior del edeago, sin impresiones longitudinales, con microornamentaciones en el protorax, y superficie dorsal de los élitros opaca. En cambio S. zeamais tiene la superficie anterior del edeago aplanada, con dos impresiones longitudinales definidas, las microornamentaciones las presenta en el protorax y en los élitros. La superficie dorsal de éstos últimos es brillante. La punta del adedeago de S. zeamais es más recurvada que en S. oryzae.

Tiene huevecillos opacos que miden alrededor de .7 mm de largo en forma oval o de pera, está ensanchado de la parte media hacia abajo.

La hembra deposita sus huevecillos en las partes del grano que llega a alcanzar con su proboscis y ovipositor, En tiempo cálido llegan a poner de 9 a 25 huevecillos por día.

La larva es apoda, permanece dentro del grano donde se alimenta y finalmente pasa a la fase de pupa, la cual se reconoce por las tres regiones del cuerpo bien definidas, en este estadio sus apéndices son visibles, tiene duración de 3 a 5 días (7).

Cuando llega a adulto sus élitros están adaptados para volar, atacan en el campo a los cereales, puede llegar a vivir cinco meses.

Se considera plaga primaria por que el adulto puede perforar el pericarpio de granos sanos y en todos sus estadios se alimenta del interior del grano, causa el ahuecamiento de los granos. Por último, reduce el grano a polvo y cáscara (3, 22, 30)

## 6 MATERIALES Y METODOLOGIA

Las especies que se estudiaron fueron Sitophilus zeamais Motschulsky, conocido como gorgojo del maíz; Prostephanus truncatus Horn, cuyo nombre común es barrenador de los granos.

Ambas especies fueron colectadas en Melchor Ocampo Edo. de Méx. en silos rusticos, en agosto de 1984. Para identificar a S. zeamais se utilizaron las guías de la FAO (1974), Jaimenson & Jobber (1974), Cruz y Navarrete (1981). En P. truncatus se tomaron en cuenta los informes del FIRA (1981), el manual



de ANDSA (1978) y la guía de principales plagas de granos almacenados de la SARH (1980).

6.1 CRIA DEL BARRENADOR DE LOS GRANOS (Prostephanus truncatus Horn) Y DEL GORGOJO DEL MAIZ (Sitophilus zeamais Motschulsky).

De las muestras obtenidas de los silos rusticos, se separaron los adultos de S. zeamais y de P. truncatus colocandose por separado, en medios de cría de 100% de maíz cacahuazintle, a 25° C y 70% de humedad relativa.

De estos pies de cría se obtuvieron los insectos de prueba, colocando 200 individuos adultos por especie en frascos de 2 lit de capacidad de boca ancha, conteniendo 500 grs de medio de cría, donde se dejaron de 8 a 15 dias para oviposición.

Transcurrido este período los adultos fueron retirados y en un promedio de 30 dias emergieron nuevas generaciones de adultos, los cuales fueron destinados para los bioensayos se utilizaron 3500 insectos por especie para los bioensayos con cuatro insecticidas.

6.2 METODO PARA MEDIR DL<sub>50</sub> Y DL<sub>99</sub>

Este método es el recomendado por la FAO (1974), en el que se exponen los insectos emergidos después de 15 a 30 dias en un papel filtro impregnado con diferentes concentraciones de insecticida a probar, por un tiempo determinado (de 6, 12, y 24 hrs dependiendo del insecticida) con el proposito de obtener los valores de abatimiento o dosis letal DL<sub>50</sub> y DL<sub>99</sub>, cal-

culados por análisis Probit.

### 6.3 APLICACION DE INSECTICIDAS A PAPEL FILTRO

Previamente se prepararon las diluciones de los insecticidas, disolviendolos en aceite Ricella 17, donde se empleó un factor de 0.5% entre cada una de las soluciones con una micropipeta. La selección de diluciones de prueba para las especies y la de los insecticidas, se hizo en base a las sugeridas por la FAO (11).

En la aplicación de las soluciones a papeles filtro se tomaron 4 ml (para 4 repeticiones) de cada una de las concentraciones iniciales de insecticida y se diluyeron en 12 ml (4 veces su volumen) de una mezcla de disolventes volátiles formada por éter de petróleo y acetona en proporción de 3:1. En el caso del testigo consistió de aceite Ricella 17, más la mezcla de disolventes, las diluciones se mantuvieron en una charola con hielo.

De estas soluciones se tomó .5 ml y se aplicó con una pipeta de 1 ml graduada, con un movimiento en espiral progresivamente decreciente, asperjado sobre cada papel filtro (marca Whatman núm 1) suspendido sobre tres alfileres, lo que evitó pérdida de insecticida por contacto con el sustrato durante su aplicación.

Después de la aplicación del insecticida se dejaron secar los papeles filtro durante 1 min y luego se trasladaron a una caja de petri, donde se dejaron en reposo durante la noche, con el objeto de ser utilizados para los insectos. Los papeles no utilizados durante el día se desecharon y se repusieron al día siguiente.

## 6.4 EXPOSICION DE INSECTOS A PAPEL FILTRO

En este experimento se utilizaron adultos de 3 a 4 semanas de emergidos, así como 4 repeticiones de cada una de las concentraciones consideradas (de 6 a 9 dependiendo del insecticida), más cuatro repeticiones del testigo (20 adultos por repetición).

Los insectos se sacaron del medio de cultivo en número de 5 y se colocaron en frascos pequeños. Operación que se repitió 4 veces hasta que en cada frasco se obtuvo 20 adultos.

Lo anterior se hizo con el propósito de reducir la variación de los lotes. En estas condiciones los insectos se dejaron 1 hr simultáneamente a 25° C y 70% de humedad relativa. Los lotes se distribuyeron de modo aleatorio en los papeles tratados con una noche de reposo, sobre los que se habían colocado previamente anillos de cobre de 5 cm de diámetro y 2.5 cm de altura, con una película de flúor (politetrafluoretileno) en la pared interior del anillo, lo que impedía que los insectos subieran sobre las paredes, asegurando el contacto de los insectos con el insecticida del papel filtro.

Después de 6 hrs (para S. zeamais y P. truncatus con malation, cipermetrina y actellic), de 12 hrs (con lindano en P. truncatus), y de 24 hrs (con lindano en S. zeamais) de exposición a 25° C y 70% de humedad relativa, se registró el estado de los insectos para cada concentración, con el cual se calculó  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$ .

El criterio que se consideró para clasificar a los insectos como dañados fué la caída de éstos, definida como la incapacidad para sostenerse y caminar. Después del tiempo determinado por insecticida para aplicarse a los insectos, se tocaba a cada insecto, si este no presentaba movilidad se le movía con las agujas o con las pinzas, de manera que si podía sostenerse pero no podía caminar se le consideraba como dañado, otros insectos podía caminar pero al poco tiempo caían por lo que también se les consideró dañados.

#### 6.5 ANALISIS PROBIT

En el análisis de regresión Probit se manejan la pendiente de la línea, la dosis de insecticida y la respuesta, los valores Probit del 1 al 10, estos rubros sirven para conocer aspectos importantes:

Según Bliss (citado por Shepard, 1951) concluyó en 1935, que cuando el mismo agente tóxico es usado contra poblaciones de insectos provenientes de diferentes lugares, la variación en la pendiente de la línea de regresión Probit, es debida a la variación de la susceptibilidad del material biológico estudiado.

En 1976 Alava (citando a Metcalf, 1958, (1)) señaló que los datos sobre la acción letal en bioensayos se deben analizar por medio de la gráfica dosis de insecticida vs respuesta al estímulo de las poblaciones de insectos.

En este trabajo los valores de abatimiento se manejaron

con el criterio de Shepard (31), quien menciona que los valores Probit son unidades de probabilidad arreglados en escala del 1 al 10. Así tenemos que el número 5 representa el 50% ( $DL_{50}$ ) y el 7.33 representa el 99% ( $DL_{99}$ ) de mortalidad al estímulo analizado.

Se realizaron 8 análisis de regresión para obtener los valores  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$  de los cuatro insecticidas sobre las especies estudiadas, se obtuvieron los valores A y B de la ecuación de regresión  $Y = A + Bx$ , donde:

Y = Porcentaje Probit

A = Ordenada al Origen.

B = Pendiente de la Línea de Regresión

X = Logaritmo de la Dosis

Para obtener la dosis necesaria para producir una mortalidad del 50% de la población tratada, se sustituye Y por 5 y se despeja X, para obtener el 99% de mortalidad se sustituye Y por 7.33 y se despeja X.

Luego se calcula el antilogaritmo del valor obtenido, se logra así la dosis letal cincuenta o noventa y nueve por ciento (18). Estas dosis se representan en porcentaje de insecticida en aceite Ricella 17, usado para impregnar un papel filtro de 7 cm de diámetro, y también en microgramos de insecticida por  $cm^2$  ( $\mu g/cm^2$ ).

La pendiente de la línea de regresión (B) es el recíproco de la desviación estándar, o el recíproco de la raíz cuadrada de la varianza.

Esta información indica lo homogénea que es la respuesta de una población con respecto a otra (18).

## 7 RESULTADOS

Para mencionar los resultados de las dos especies del presente estudio; gorgojo del maíz (S. zeamais Motschulsky) y el barrenador de los granos (P. truncatus Horn), me referiré a éstas por separado.

Para el gorgojo del maíz, los resultados se encuentran distribuidos en el cuadros 1, 2, 5 y en la gráfica 1.

En el cuadro 1 se presenta la mortalidad ante diversas dosis de malation, actellic, lindano y cipermetrina, estos big ensayos realizados en el laboratorio, fueron los datos procesados para obtener todo el análisis Probit.

Al observar la mortalidad al 0.1% y 0.3% de cada insecticida, es actellic quien presenta la mayor eficiencia. En cambio cipermetrina, lindano y malation mostraron gradualmente menor valoración.

La obtención de los valores de DL<sub>50</sub> y DL<sub>99</sub> mediante el análisis Probit, los límites de confianza inferior y superior para cada dosis, la ordenada al origen, la pendiente y la varianza que nos indica que los insecticidas actuaron sobre la misma población para todos los insecticidas, pues en la ordenada al origen varía en poca cantidad, por lo que los gorgojos son del mismo lugar.

Debemos considerar que tanto la pendiente como la varian

za fueron calculados a partir de la línea de regresión del análisis Probit de los insecticidas se muestran en el cuadro 2.

De este cuadro, vamos a anotar los valores obtenidos por separado de  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$  para cada insecticida.

En  $DL_{50}$  actellic fué el insecticida con mejor índice de abatimiento con 0.072% (1.859  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ), en orden de abatimiento, al actellic le precedió lindano con 0.161% (4.193  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ) después cipermetrina con 0.165% (4.287  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ), y malation con 0.245% (6.367  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ).

Para  $DL_{99}$  actellic también ocupó la primera posición en capacidad de abatimiento con 0.460% (11.96  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ), seguido de malation con 3.674% (95.51  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ), cipermetrina con 5.82% (151.54  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ), y por último lindano con 6.279% (163.22  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ).

Por lo que en las dosis al 50 y 99% en el gorgojo del maíz, actellic fué el más eficaz.

En la gráfica 1 se muestra que de los cuatro insecticidas, es la línea de regresión de actellic (porcentaje de la dosis de insecticida presentada en logaritmo base 10 vs los números Probit de abatimiento presentados por S. zeamais) el que con menor dosis de insecticida al 50 y al 99% actúa con mayor intensidad que los demás insecticidas, así también, relacionan de el cuadro 5 donde se obtuvieron  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$  y los logaritmos en base 10 de los insecticidas para cada dosis, con la gráfica 1 donde estos valores del cuadro 5 se encuentran descritos en una recta, tenemos que:

Con  $DL_{50}$  actellic tiene el primer sitio con el valor probit de 5 cuyo valor en  $\log_{10}$  fué de -1.14545, lándano sigue con -0.79236 para el mismo valor Probit, después cipermetrina con  $\log_{10}$  de -0.78267 (núm. Probit 5), con menor efectividad encontramos a malation con  $\log_{10}$  de -0.61090 para núm Probit 5.

Analizando  $DL_{99}$  actellic ocupó para el valor Probit 7.33, el primer lugar con el  $\log_{10}$  de -0.33706, después malation para el mismo valor Probit con  $\log_{10}$  con 0.56511, seguido por cipermetrina con  $\log_{10}$  para núm. Probit de 7.33 de 0.76556 y lándano, núm. Probit 7.33 y  $\log_{10}$  de la dosis de 0.79780.

Para el barrenador de los granos, los valores resultantes están en los cuadros 3, 4, en la gráfica 2 y en el cuadro 5 que en comparativo con el gorgojo del maíz.

Los resultados concentrados en el cuadro 3 muestran que malation, actellic, lándano y cipermetrina ante dosis de 0.1% y 0.01% de cada insecticida, tienen una efectividad en cuanto a abatimiento en el siguiente orden: cipermetrina primero, actellic segundo, lándano tercero, malation cuarto. En este cuadro, como en el cuadro 1 para el gorgojo del maíz, no se tomó en cuenta el análisis Probit, ya que es la respuesta directa de los insectos ante la acción de los insecticidas en bioensayos realizados en el laboratorio.

Examinando el cuadro 4 encontramos en él los valores que definen  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$ , también sus límites de confianza inferior y superior respectivos, ordenada al origen, pendiente y varian



za, que como en el caso del gorgojo del maíz, tienen una mínima variación, por lo que las poblaciones tratadas son del mismo lugar. Estos valores de la ecuación de regresión fueron calculados a partir de la línea de regresión del análisis Probit de los cuatro insecticidas.

La seguridad con que actuaron los insecticidas en el barrenador de los granos midiéndolos con las líneas de regresión del análisis Probit en  $DL_{50}$  quedaron de la siguiente manera:

Cipermetrina fué el más eficaz a esta dosis con 0.0052% (0.135  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ), después lindano con 0.0268% (0.696  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ), luego actellic con un valor de 0.036% (0.936  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ) y malation presento la menor efectividad con valores de porcentaje y microgramos/ $\text{cm}^2$  de superficie aplicada con 0.0661% (1.718  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ).

De la dosis letal al 99% la eficacia de los insecticidas quedó ordenada de la siguiente manera:

El mejor índice para abatir al barrenador de los granos lo ofreció actellic con 4.95% (128.7  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ), el segundo en eficacia lo obtuvo cipermetrina con 6.83% (177.81  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ); tercer lugar lindano con 9.92% (257.92  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ ). Con menor efectividad de los cuatro insecticidas lo fué malation, valor de 18.96% (492.96  $\mu\text{gr}/\text{cm}^2$ )

En el análisis de la gráfica 2 se muestra el logaritmo de la dosis de insecticida en base 10, contra los números Probit, lo cual describe la respuesta de los insectos ante el estímulo.

En la gráfica 2, para  $DL_{50}$  el mejor insecticida fué cipermetrina con valor Probit de 5 y logaritmo de la dosis de -2.28149.

Seguido de lúndano que para el mismo valor Probit su log base 10 de la dosis fué de -1.57041.

Actellic sigue a cipermetrina y a lúndano con un valor Probit de 5 para un logaritmo de la dosis de este insecticida de -1.44297.

Por último en eficacia lo fué malation con un  $\log_{10}$  de la dosis de -1.17921 para el valor Probit 5.

El insecticida con mejor eficiencia para valor Probit de 7.33 correspondiente a  $DL_{99}$  en el barrenador de los granos, fué actellic con  $\log_{10}$  de 0.69497, seguido por cipermetrina con valor Probit de 7.33 y  $\log_{10}$  de 0.83457, en tercer sitio lúndano núm. Probit 7.33 y  $\log_{10}$  de 0.99691. El menos efectivo en  $DL_{99}$  para el barrenador de los granos es malation con  $\log_{10}$  con 1.27785.

En el gorgojo del maíz encontramos que los insecticidas para la dosis de abatimiento al 50% fueron usadas unos más que otros de la siguiente manera:

Malation fué aplicado 3.4 veces más que actellic. 2.3 veces más fué aplicado cipermetrina que actellic, 2.2 veces más fué aplicado lúndano que actellic para lograr los mismos resultados. Del mismo analisis, en  $DL_{99}$ , lúndano fué aplicado 13.7 veces más que actellic. Cipermetrina se aplicó 12.7 veces más que actellic y malation 8 veces más que actellic, ya que

este último fué el más efectivo.

En el examen de los insecticidas que actuaron sobre el barrenador de los granos, en  $DL_{50}$ , se empleó 13.3 veces más malation que cipermetrina; 7.2 veces más actellic que cipermetrina y 5.2 veces más lindano que cipermetrina, por ser el segundo de ellos el más eficiente para esta dosis.

En cuanto a  $DL_{99}$ , se utilizó 4 veces más malation que actellic; 2 veces más lindano que actellic, por último, 1.4 veces más cipermetrina que actellic. Actellic presentó mayor efectividad en el abatimiento de los insectos para esta dosis en el barrenador de los granos.

## CUADRO 1

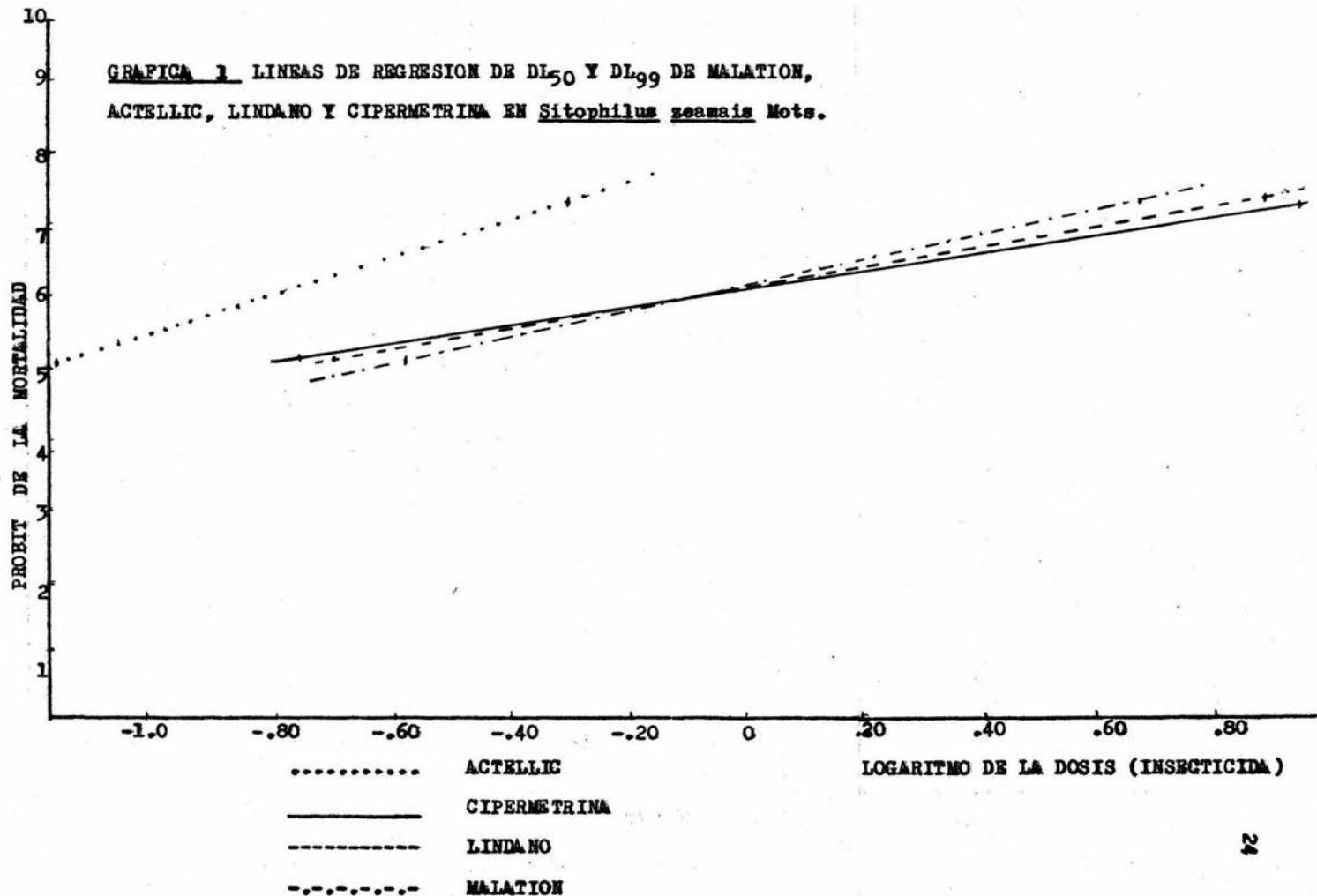
MORTALIDAD DE Sitophilus zeamais, EN BIOENSAYOS  
 TRATADOS CON DIFERENTES DOSIS DE MALATION, ACTE  
 LLIC, LINDANO Y CIPERMETRINA.

INSECTICIDA	DOSIS %	TRATADOS	MORTALIDAD %
MALATION	.70	100	95
	.55	100	90
	.40	100	55
	.30	100	40
	.10	100	13
	.05	100	8
	ACTELIC	.30	100
	.10	100	81
	.07	100	57
	.05	100	18
	.03	100	6
	.01	100	4
LINDANO	1.00	100	95
	.55	100	80
	.30	100	71
	.10	100	19
	.05	100	12
	.01	100	10
	.005	100	5
CIPERMETRINA	1.00	100	95
	.55	100	78
	.30	100	63
	.10	100	34
	.07	100	22
	.03	100	10
	.01	100	6
	.005	100	4

**CUADRO 2 VALORES DL<sub>50</sub> Y DL<sub>99</sub>, LIMITES DE CONFIANZA, ORDENADA AL ORIGEN, PENDIENTE Y VARIANZA EN Sitophilus zeamais Motschulsky, TRATADOS CON MALATION, LINDANO, ACTELIC Y CIPERMETRINA**

INSECTICIDA	DL - 50		LIM.CONF.95%		DL - 50		LIM.CONF.95%		ORDENADA		
	%	µgr/cm <sup>2</sup>	INFER	SUPER	%	µgr/cm <sup>2</sup>	INFER	SUPER	AL ORIGEN	PENDIENTE	VARIANZA
MALATION	0.245	6.367	0.040	1.178	3.674	95.51	0.914	1x 10 <sup>8</sup>	0.00959	0.00626	0.00029
ACTELIC	0.072	1.859	0.038	0.157	0.460	11.96	0.188	55.62	0.00405	0.00438	0.00007
LINDANO	0.161	4.193	0.070	0.397	6.279	163.22	1.533	353.29	0.00147	0.00097	0.00018
CIPERMETRINA	0.165	4.287	0.115	0.243	5.829	151.54	2.514	23.20	0.00406	0.00281	0.00004

**GRAFICA 1 LINEAS DE REGRESION DE DL<sub>50</sub> Y DL<sub>99</sub> DE MALATION,  
ACTELLIC, LINDANO Y CIPERMETRINA EN Sitophilus zeamais Mots.**



CUADRO 3

MORTALIDAD DE Prostephanus truncatus Horn., EN HOMBRESAYOS  
 TRATADOS CON DIFERENTES DOSIS DE MALATION, ACTELLIC, LIN  
 DANO Y CIPERMETRINA.

INSECTICIDA	DOSIS %	TRATADOS	MORTALIDAD %
MALATION	1.00	100	95
	.70	100	91
	.55	100	88
	.30	100	68
	.10	100	38
	.05	100	28
ACTELLIC	.01	100	27
	.005	100	15
	.30	100	97
	.10	100	83
	.07	100	65
	.05	100	35
LINDANO	.03	100	27
	.010	100	21
	.005	100	18
	.001	100	15
	1.00	100	95
	.55	100	87
CIPERMETRINA	.10	100	72
	.05	100	53
	.010	100	34
	.005	100	27
	.001	100	11
	.55	100	98
CIPERMETRINA	.30	100	87
	.10	100	86
	.07	100	77
	.03	100	69
	.010	100	64
	.005	100	38
CIPERMETRINA	.001	100	35

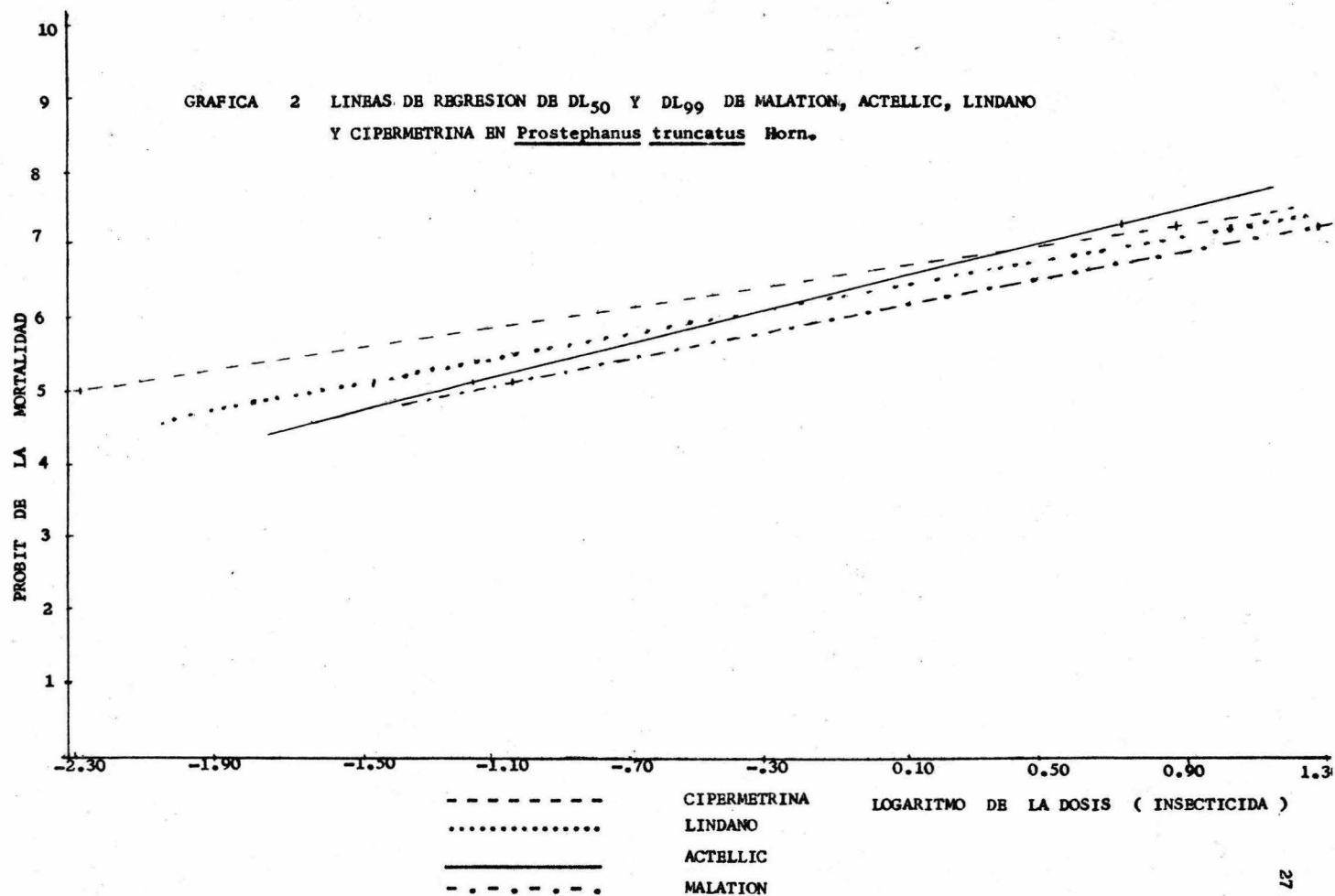
CUADRO 4 VALORES DL<sub>50</sub> Y DL<sub>99</sub> , LIMITES DE CONFIANZA, ORDENADA.

AL ORIGEN, PENDIENTE Y VARIANZA EN Prostephanus truncatus Horn

INSECTICIDA	DL - 50		LIMITES CONF 95%		DL - 99		LIMITES CONF 95%.		ORDENADA		
	%	ugr/cm <sup>2</sup>	INFERIOR	SUPERIOR	%	ugr/cm <sup>2</sup>	INFERIOR	SUPERIOR	ALORIGEN	PENDIENTE	VARIANZA
MALATION	0.066	1.718	0.027	0.149	18.96	492.96	3.605	663.76	0.00037	0.00021	0.00029
ACTELIC	0.036	0.936	0.011	0.146	4.95	128.70	0.580	72641	0.00530	0.00039	0.00059
LINDANO	0.026	0.696	0.020	0.035	9.92	257.92	4.845	24.97	0.00003	0.00001	0.00005
CIPERMETRINA	0.005	0.135	0.002	0.009	6.83	177.81	1.545	110.01	0.00007	0.00003	0.00030



GRAFICA 2 LINEAS DE REGRESION DE DL<sub>50</sub> Y DL<sub>99</sub> DE MALATION, ACTELIC, LINDANO Y CIPERMETRINA EN Prostephanus truncatus Horn.



En el cuadro 5 se encuentran los datos del gorgojo del maíz de  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$  comparados con los del barrenador de los granos, con sus respectivos logaritmos en base 10 que fueron el resultado del análisis Probit en sus líneas de regresión.

En cuanto a la pendiente de obtenida por el análisis Probit de ambas especies de los cuadros 2 y 4, se muestra su valor mínimo de los cuatro insecticidas tanto como en el gorgojo del maíz como en el barrenador de los granos, demuestran que fueron poblaciones de insectos de un mismo origen

## CUADRO 5

COMPARACION DE RESULTADOS DE EL GORGOJO DEL MAIZ  
Sitophilus zeamais Motschulsky Y DEL BARRENADOR  
 DE LOS GRANOS Prostephanus truncatus Horn PARA  
 DL<sub>50</sub> Y DL<sub>99</sub>, CON APLICACIONES DE CUATRO INSECTI-  
 CIDAS.

INSECTICIDA	<u>Sitophilus zeamais</u> o gorgojo del maíz				<u>Prostephanus truncatus</u> o barrenador de los granos			
	DL - 50		DL - 99		DL - 50		DL - 99	
	%	Log 10	%	Log 10	%	Log 10	%	Log 10
ACTELIC	0.072	-1.146	0.460	-0.337	0.036	-1.443	4.954	0.695
CIPERMETRINA	0.165	-0.783	5.829	0.766	0.005	-2.281	6.832	0.835
LINDANO	0.161	-0.792	6.278	0.798	0.027	-1.570	9.931	0.997
MAIATION	0.245	-0.611	3.674	0.565	0.066	-1.179	18.961	1.278

## 8 DISCUSION

El presente trabajo realizado en dos plagas de granos almacenados se llevó a cabo en el maíz debido a que son plagas para la mayoría de los cereales almacenados. Se considera que los resultados son verificables en otros granos con insecticidas conocidos como malation y lindano, y de menor uso pero de mayor eficacia en comparación con los anteriores.

Entre las principales causas de pérdidas de granos en el almacén en México se encuentra el desconocimiento del uso del control químico de manera adecuada y la desinformación de la efectividad de los insecticidas, aunque el aspecto económico para el uso de insecticidas y silos debe ser resuelto de manera profunda.

Al proporcionar los resultados de tres grupos toxicológicos; organofosforados como malation y actellic; organoclorados como el lindano y piretroides como la cipermetrina. Se trató de presentar opciones de dichos grupos para escoger al grupo más idóneo que evite pérdidas en el almacén.

Ante la aparición de especies que pudieran presentar resistencia, es necesario conocer la eficacia de el insecticida a probar, así como las técnicas para descubrir la aparición de las mismas, se logra dicho aspecto conociendo  $DL_{99}$  de manera rápida por el análisis Probit ampliamente utilizado.

S. zeamais no presenta resistencia ante actellic debi-

de tal vez a que no se ha utilizado en la zona geográfica donde se colectaron las especies de este estudio, o bien esta especie no ha desarrollado tal capacidad por el poco tiempo en que actellic se ha utilizado.

En S. zeamais el malation ha creado resistencia en la mayor parte de los lotes tratados, aunque no se puede determinar con los resultados obtenidos el que todos los individuos hayan sido resistentes. Así tenemos que en tres de las cinco aplicaciones con malation la mayor parte de los insectos fueron abatidos antes de aplicaciones de 0.70% de insecticida.

Para determinar en definitiva la resistencia de una plaga es necesario observar y obtener muestreos de 20 a 100 insectos, donde el 80% de los individuos tratados sobrevivan a las aplicaciones de insecticidas (según criterios de la FAO, 1974).

Se consideró adecuado realizar este trabajo en un sitio donde hasta el presente no se tenían estos estudios en sus silos, como contribución para el conocimiento de el manejo de insecticidas para evitar el ataque de plagas en los granos.

Los valores  $DL_{50}$  (0.35 %) y  $DL_{99}$  (0.69 %) obtenidos por la FAO para el control del gorgojo del maíz con malation fueron mayores que los obtenidos en este estudio con actellic con  $DL_{50}$  (0.072 %) y  $DL_{99}$  (0.46%), debido a que la menor toxicidad del insecticida para el hombre y la mayor

efectividad contra el gorgojo del maíz y el barrenador de los granos sí se llevó a cabo. Estos dos insecticidas se comparan por ser del mismo grupo toxicológico por pertenecer a los organofosforados y a que su modo de acción es igual.

Del barrenador de los granos no se conocía el tiempo de prueba para el lindano. Se llegó a conocer que su tiempo de exposición es de 12 hrs debido a que se hicieron pruebas en esta plaga con dos tiempos diferentes con las mismas aplicaciones de prueba. En el primer grupo de prueba se tuvieron los insectos con 12 hrs de exposición, en el segundo grupo de prueba se expusieron a 24 hrs al insecticida.

Se observó que el abatimiento de los insectos en las 24 hrs fué del 100 % y ocurrió en casi todas las dosis, por lo que se tomaron los datos del grupo de prueba expuesto 12 hrs, ya que sus resultados eran parecidos a los de los otros tres insecticidas, los que se expusieron 6 hrs.

## 9 CONCLUSIONES

Con fundamento en los logros alcanzados en el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente.

La metodología utilizada para esta investigación fue la adecuada, pues permitió medir por medio del análisis Probit los resultados. Así mismo se tuvo control sobre el adecuado manejo de los insectos e insecticidas desde la cría de el gorgojo del maíz y del barrenador de los granos hasta la exposición de éstos a malation, actellic, lúndano y cipermetrina.

Los resultados logrados concuerdan para S. zeamais con los proporcionados con la FAO, aunque en la información recopilada no se tuvieron datos precisos de  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$  para Prostephanus truncatus, algunos datos de S. zeamais sirvieron para este propósito.

Se encontraron dosis letales en los dos rangos propuestos en nuestros objetivos para el gorgojo del maíz y para el barrenador de los granos de cada uno de los insecticidas probados debido al análisis Probit.

Para el gorgojo del maíz en  $DL_{99}$  lúndano y malation tienen porcentajes superiores a la dosis discriminativa (1.5 %) marcados por la FAO por lo que se considera que el gorgojo del maíz ante malation (3.6 %) y lúndano (6.3 %) presenta cierta resistencia, por lo que se necesita que en estudios posteriores se midan en estos lotes la resistencia detectada.

da.

Cipermetrina (5.8 %) en el gorgojo del maíz en DL<sub>99</sub> presenta un valor arriba de los marcados en otros insecticidas por la FAO (11) que hace pensar que este insecto presenta cierta resistencia.

En cuanto a actellio, en DL<sub>99</sub> para el gorgojo del maíz ofrece la mayor efectividad y con 0.46 % no presenta resistencia el gorgojo a este insecticida.

Se determino que la DL<sub>50</sub> y DL<sub>99</sub> de malation fué de 0.24% y 3.67% respectivamente para S. zeamais, así como también de 0.06% y 18.96% de dosis letal al 50 y 99% respectivamente para Prostephanus truncatus.

Actellio alcanzó una DL<sub>50</sub> y DL<sub>99</sub> de 0.07% y 0.46% respectivamente en el gorgojo del maíz, en tanto, para el barrenador de los granos tales dosis letales tuvieron 0.03% y 4.95% respectivamente.

Para lúndano, se definió que las observaciones en cuanto a tiempo de exposición del insecticida para el barrenador de los granos fué de 12 hrs en tanto que para el gorgojo del maíz fué de 24 hrs como lo sugirió la FAO.

En lúndano se determinó que su eficiencia en el gorgojo de maíz tiene una DL<sub>50</sub> de 0.16% y de 6.27% para DL<sub>99</sub>. En el barrenador de los granos la DL<sub>50</sub> es de 0.02% y de 9.92% para DL<sub>99</sub>. Este insecticida es más eficaz en el barrenador de los granos que en el gorgojo del maíz en DL<sub>50</sub> y en DL<sub>99</sub>. lúndano es más eficiente en el gorgojo del maíz que en el



barrenador de los granos.

La  $DL_{99}$  encontrada en los cuatro insecticidas que se aplicaron al barrenador de los granos, sirvió para encontrar dosis discriminativas altas por lo que se puede decir que en los cuatro insecticidas el barrenador de los granos presenta resistencia, que además muestra más índice de resistencia a lúndano que el gorgojo del maíz al mismo insecticida.

La determinación de  $DL_{50}$  y  $DL_{99}$  de cipermetrina en el gorgojo del maíz fué de 0.16 % y de 5.82 % respectivamente.

En el barrenador de los granos dichos valores fueron de 0.005 % y de 6.83 % correspondiendo el primer dato a  $DL_{50}$  y el segundo a  $DL_{99}$ .

Actellic presentó en el gorgojo del maíz una  $DL_{99}$  de 0.46%, pero el barrenador de los granos presentó resistencia con 4.95 % al mismo insecticida.

Así también es el insecticida que mostró mejor índice de mortalidad (abatimiento) para el barrenador de los granos en comparación con los otros tres insecticidas probados

Actellic fué superior en abatimiento en  $DL_{50}$ , así también ocupó la mejor eficacia en  $DL_{99}$ , ambos en el gorgojo del maíz, en el barrenador de los granos ocupó el tercer sitio después de cipermetrina en  $DL_{50}$  y de lúndano. Con  $DL_{99}$  actellic también ocupó el primer sitio.

Cipermetrina ocupó el tercer lugar en abatimiento tanto en DL<sub>50</sub> como en DL<sub>99</sub> en el gorgojo del maíz, la acción de este insecticida en el barrenador de los granos fué más efectiva, este insectos mostró mayor susceptibilidad que la mostrada por el gorgojo del maíz para cipermetrina, ya que abatió en DL<sub>50</sub> en mayor grado que malation, actellic y lúndano, en tanto en DL<sub>99</sub> cipermetrina ocupó el segundo lugar en efectividad después de actellic.

Lúndano en el gorgojo del maíz tuvo una efectividad en DL<sub>50</sub> de 0.161% para colocarse detrás de actellic en la misma dosis con 0.072%, y en DL<sub>99</sub> para la misma especie ocupó el último lugar con 6.278% de lúndano.

La acción de lúndano sobre el barrenador de los granos en DL<sub>50</sub> estuvo detrás de cipermetrina 0.027%. En cuanto a DL<sub>99</sub> lúndano tuvo menos efectividad que actellic 4.95% y que cipermetrina 6.832 % .

La acción de cipermetrina sobre el gorgojo y sobre el barrenador de los granos en DL<sub>99</sub> puede considerarse como parecida en cuanto a efectividad. Cipermetrina y lúndano en DL<sub>50</sub> para el gorgojo del maíz tienen valores con diferencia de cuatro milésimas de porcentaje de insecticida. Cipermetrina presenta 0.163% y lúndano ocupó 0.161% para abatir el mismo número de insectos. Aunque en DL<sub>99</sub> para el gorgojo del maíz comparando estos dos insecticidas cipermetrina fué más efectivo que lúndano y con mayor diferencia en cuanto al porcentaje de aplicación de insecticida, Cipermetrina 5.83% y

lindano 6.28%.

El gorgojo del maíz y el barrenador de los granos, en  $DL_{50}$ , fueron abatidas con parecidas dosis de actellic (0.072 %) y malation (0.066 %) donde hay una diferencia de 6 milisimas de porcentajes de insecticida a favor de malation.

En este contexto se piensa que el gorgojo del maíz ofrece menor susceptibilidad que el barrenador de los granos.

Se considera que malation presentó los índices menos seguros de abatimiento debido tal vez a que las dos especies han generado resistencia. El porcentaje más alto de insecticida aplicado fué de malation para el barrenador de los granos con 18.961 % en  $DL_{99}$ .

Es importante considerar que se deben realizar los bio ensayos un día tras otro sin interrupción hasta terminar con todas las pruebas, esto sirve para evitar datos erróneos en cuanto a la proporción de abatimiento que pudieran ser diferentes si se aplicaran el mismo día o sin llegar a ser interrumpidas.

En la cría de los insectos en el laboratorio no deben soslayarse las medidas preventivas contra las enfermedades de los insectos por acaros y hongos, además de que es necesario guardar cumplidamente todas las condiciones higiénicas marcadas por la FAO en 1974 a este respecto.

## ANEXO 1

## INSECTICIDAS EMPLEADOS

- 1.- MALATION
- 2.- ACTELIC
- 3.- LINDANO
- 4.- CIPERMETRINA

## 1.- MALATION.

Entre algunas características fisicoquímicas tenemos que se le conoce comúnmente como : malation, mercaptation, carbofos (19), malaphos, cition y emmatos (25).

En la nomenclatura se le conoce como  $C_{10}H_{19}O_6S_2P$  peso molecular de 330.36, el grado técnico empleado fué de 95% registrado por Química Lucava S.A..

El malation técnico es un líquido oleoso de color ambar a color claro y olor similar al de mercaptanos.

Tiene peso específico de 1.23 a 25° C, punto de fusión 2.85° C. Presión de vapor de 0.00004 mm de Hg a 30° C.

Nombre químico: dietil mercapto succinato S-ester O,O dimetilditiofosfato. Insecticida de origen orgánico con un átomo de fósforo en su molécula, soluble en agua a 145 ppm y miscible en solventes orgánicos, pero limitado en aceites de petróleo (19)

Entre algunas propiedades químicas presenta punto de

ignición arriba de 163° C con copa abierta, estable a temperatura ambiente y en condiciones adecuadas de almacenamiento. Se descompone en medio alcalino (pH mayor de 7) y en medio ácido (pH menor a 5); estable en soluciones acuosas amortiguadas a pH igual a 5.26. Ataca hierro, acero, hojalata, plomo y cobre, a estos dos últimos con mayor intensidad. También es combustible (3, 26)

Insecticida de contacto y estomacal, organofosforado, es menos estable que los organoclorados, su vida residual es más corta ya que tiende a descomponerse. Sin embargo, su acción es tanto segura debido a su menor toxicidad y ha sido empleado ampliamente en plagas de granos de almacén. Puede aplicarse directamente al grano. Inhibe la formación de la enzima colinesterasa producida naturalmente por el organismo del hombre y de los insectos, lo que ocasiona que siga pasando el impulso eléctrico continuamente hasta que muera el insecto (24, 30).

Malation se usa mezclado directamente con el grano, se aplica en polvo antes de almacenar el grano. Se puede aplicar al grano o a las paredes y pisos, su efectividad decrece al aumentar la temperatura y humedad del grano, sin embargo algunas especies se han hecho tolerantes o resistentes.

## 2.- ACTELLIC.

Se aprovechó actellic en grado técnico no menor a 94% de pureza, producido por ICI de México, en la nomenclatura se

Se denomina metil-pirimiphos. Nombre químico Q-2-dimetilamino-6-metilpirimidin-4-yl-OO-dimetilfosforotionato. La fórmula es  $C_{11} H_{20} N_3 O_3 P S$ , el peso molecular es de 305, presión de vapor  $1.1 \times 10^{-4}$  torr a  $30^\circ C$ . Punto de congelación de  $15^\circ C$ , gravedad específica de 1.157 grs/cc a  $30^\circ C$ , con densidad de 1.17 a  $30^\circ C$ , la solubilidad en agua es de 5 ppm a  $30^\circ C$ , soluble en la mayoría de los solventes orgánicos (19).

Al igual que malation, tiene un átomo de fósforo en su molécula, es más seguro que aquel con menor toxicidad, se emplea desde 1975 en granos de almacén. Se aplica directamente al grano. Inhibe la colinesterasa, esterasa que cataliza la hidrólisis de la acetilcolina a una gran velocidad, la colinesterasa rompe un éster por hidrólisis, actúa simulando la estructura de la acetilcolinesterasa, por lo que la enzima actúa sobre ellos quedando bloqueada la degradación de la acetilcolina, muriendo de asfixia el insecto (34).

Se utilizan dosis de 4-8ppm x tonelada de grano, es más persistente que malation y menos afectado por temperaturas y humedades altas, es tóxico hacia especies resistentes a malation, se aplica a paredes, granos y pisos (34). Se usa para el control de áfidos, trips, dípteros, coleópteros, hemípteros y ortópteros. Las dosis recomendadas para su aplicación en pisos es de 400 ml por 500 mts cuadrados. En niebla (nebulizador) es de 50 a 100 ml por 500 mts cúbicos, efecto que dura alrededor de 24 hrs .

### 3.- LINDANO.

Se usó lindano en grado técnico a 95% de pureza, marca registrada por Laboratorios Helios S.A.. En la nomenclatura se define como hexaclorociclohexano. El nombre químico Isomero gamma del 1, 2, 3, 4, 5, 6, hexaclorociclohexano, fórmula  $C_6H_6Cl_6$ . Insecticida comprendido dentro de los derivados del benceno, descubierto en 1925, fueron aprovechadas sus propiedades insecticidas hasta 1940, entre varios de sus isómeros, sólo el isomero teta tiene propiedades insecticidas.

Una de sus desventajas es su mal olor, es un compuesto químico de contacto, conocido como gammexano, isotox, gamma, renesan, oko, BHC. Efectivo para el control de gorgojos y de la palomilla dorada, es inodoro cuando es sintetizado a casi 99% (17, 25, 34)..

Se ha reportado que en raíces y frutos con residuos de lindano no son aptos para el consumo por el mal olor, misma acción presentada en lechuga y col y en algunas ocasiones en la leche, se han utilizado pastillas volátiles pero son dañinas para la salud humana.

El lindano actúa desnaturalizando y precipitando proteínas celulares, por lo que desnaturaliza enzimas y ocasiona la muerte celular. La madera tratada con lindano forma una barrera de células muertas por lo que no pueden penetrar los hongos. Los efectos en mamíferos son semejantes a los producidos por el DDT, por lo que es probable que causen un desbalance Na-K en neuronas, es también un veneno estomacal, cuando se

aplica a granos en polvo tiene una larga vida residual, aplicado a superficies de almacén o de sacos, su poder residual se reduce.

Se aplica al grano que va a ser utilizado como semilla, se tratan 800 kg de maíz para sembrar diez hectáreas, debe almacenarse a temperaturas por debajo de los 21° C y utilizarse antes de 3 meses después del tratamiento.

La dosis no debe exceder 2.4 ppm para maíz en su mazorca, ni 5 ppm en sorgo sin trillar (25). Se aplican 100 g de lindano por cada 100 k de semillas que no afecta la germinación de las semillas.

#### 4.- CIPERMETRINA.

Se usó cipermetrina concentrado emulsificable al 67.5% registrado por ICI de México llamado alfa-ciano-3-fenoxiben--zil cis,trans-3-(2,2-diclorvinil)-2,2-dimetil ciclopropano carboxilato, conocido como ripcord o cymbush, arrivo, politrin, badecitrina. Compuesto lipofílico, insoluble en agua, alta estabilidad a la luz, alta estabilidad térmica, poca movilidad en el suelo fácilmente degradable por microorganismos

Pertenece al grupo de los piretroides sintéticos, descubierto en Inglaterra en la década de los 70 s , formula  $C_{22}H_{19}O_3NCl_2$ , peso molecular 416, es miscible con la mayoría de los solventes orgánicos, aproximadamente 0.2 ppm en agua, tiene efecto mínimo irritante sobre la piel (20, 27)

Posee un alto nivel de actividad contra una gran diversidad de plagas; sobre todo lepidópteros, en efectividad pue-



de llegar a ser 10 veces mayor que la de los productos organofosforados usados comunmente, incide sobre el sistema nervioso de los insectos en dosis bajas.

Actúa irritante levemente el ojo, sensibiliza moderadamente la piel. La dosis letal al 50% oral aguda en ratón es de 4030 mg/kg y de 2400 mg/kg en conejo, y de 10 000 mg/kg en pato.

Se utilizan de 4 a 6 ppm/tonelada de grano, controla una amplia gama de insectos incluyendo especies resistentes a otros organofosforados como Rhyzoperta dominica. Ha tenido un uso comercial limitado debido a su alto costo. Es capaz de controlar complejos de dos o más plagas en forma simultanea.

La cipermetrina es altamente tóxica para los insectos, por otro lado, de baja toxicidad para animales de sangre caliente y para el hombre, es particularmente poco tóxico para aves tanto de corral como silvestres (27).

## BIBLIOGRAFIA.

- 1 Alava, V.D.A. 1976. Resistencia cruzada a varios tipos de insecticidas después de producir resistencia a Paratión Métilico en Spodoptera exigua (Hubner)(Lepidóptera:Noctuidae). Tesis de Maestria en Ciencias. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo. México.
- 2 Amaya, R.R. y Romer, P.F. 1980. Lista de plagas importantes en México. Material de laboratorio. FESC, UNAM. México.
- 3 A.N.D.S.A. 1978. Manual de procedimientos de muestreo y análisis de granos y semillas. Dpto de Almacenes y conservación. México.
- 4 Bitran, R.A. & Mello, E.J.R. 1972. Prejuizos causados pelo gorgulho Sitophilus zeamais (Motschulsky) em milho armazenado. In annais da IX reuniao brasileira do milho. Recife M.A. Brazil.
- 5 \_\_\_\_\_ . 1979. A importancia da fumigacao em ensaios de preservacao do milho armazenado em paiol. Brazil.
- 6 Coronado, P.R. 1964. La entomología y el desarrollo de la Agricultura en México. Revis. Tec. Núm. 6, E.N.A. Chapingo. México.
- 7 Cruz, M.Y.P. y Navarrete, M.R. 1981. Interrelación del gorgojo del maíz Sitophilus zeamais y hongos del grupo Aspergillus en el deterioro del maíz almacenado. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM.

- 8 Diario Oficial. 1980. Reglamento de la Ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos en materia de Sanidad Vegetal. 18 de enero. México.
- 9 \_\_\_\_\_ . 1982. Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraulicos. 13 de septiembre. México.
- 10 F.A.O. 1981. Agricultural Commodities, projections for 1975-1980. Boletín informativo s/n.
- 11 \_\_\_\_\_ . 1974. Métodos recomendados para la detección y medición de la resistencia de plagas agrícolas a los plaguicidas. Método núm 15. Boletín fitosanitario. 20/sd.
- 12 F.I.R.A. y Banco de México. 1981. Cultivos de Maíz y Frijol. Producción. Informe anual.
- 13 \_\_\_\_\_ . 1982. Informe anual.
- 14 Flores, V.M. 1977. Distribución de los insectos de almacén en México. V Simposium Nacional de Parasitología Agrícola. Memoria. México. D.F.
- 15 Golumbic, C. & Hamilton, L. 1976. Cómo proteger nuestros alimentos. Anuario de agricultura. Edit UTHERA, 3a Edición . México.
- 16 Goon, G.L.E. 1984. Evaluación de la residualidad de cuatro productos químicos para el control del gorgojo de la harina, Tribolium castaneum (Herbst) Coleóptera: Tenebrionidae en grano de trigo. Div. de Ciencias Agropecuarias del ITESM, Monterrey N. Leon. México.
- 17 Helios, Laboratorios. 1984. Lúndano (Polvo). Hoja de info

mación. México.

- 18 Hoskins, W.H. 1960. Use of the Dosage-Mortality curve in quantitative estimation of insecticide resistance. Misc. Publ. Ent. Soc. Amer. U.S.A.
- 19 I.C.I. 1981. Actellic. Boletín Técnico de divulgación núm 76. México.
- \*20 \_\_\_\_\_ . 1985. Cymbush, Insecticida Piretroide (Cipermetrina). Boletín informativo s/n. México.
- 21 Infante, G.S. y Calderón. A.L. 1980. Manual de Analisis Probit. Colegio de Postgraduados. C.E.C. Chapingo. Méx.
- 22 Mamieson, M. y Jobber, P. 1974. Manejo de los alimentos, Ecología del almacenamiento. Edit Pax. México.
- 23 Jiménez, A.S. 1982. Evaluación de resistencia a insecticidas (Malation) en insectos de almacén (gorgojo castaño de las harinas, *Tribolium castaneum* (Herbst)). Tesis de Licenciatura en Biología. UNAM. México.
- 24 López, A.G.F. 1985. Control Integral de plagas. XI Simposium Nacional de parasitología agrícola. A.M.I.P.F.A.C. Qro. México.
- 25 Lindblad, C. y Druben, L. 1981. Almacenamiento del grano. Edit. Concepto. 1a Reimpresión. México.
- 26 Lucava, Química. 1984. Lucathion: Grado técnico para malation. Boletín de información s/n.
- \*27 Muñoz, G.R. 1985. Insecticidas piretroides. XI Simposio Nacional de parasitología agrícola. AMIPFSA. QRO. México.
- 28 Prickett, A.J. & Ratcliffe, C.A. 1977. The Behaviour of

Tribolium castaneum (Herbst) and Sitophilus granarius (L.) in the presence of insecticide-treated surfaces.

Pergamon Press J. Stored Products Res. Vol 13. England.

- 29 Ramírez, G.M. 1974. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Edit C.E.C.S.A. 2a Impresión. México.
- 30 S.A.R.H. 1980. Principales Plagas de los granos almacenados. Dir. Gral. de Sanidad Vegetal. México.
- 31 Shepard, H.H. 1951. The Chemistry and Action of Insecticides. Mc Graw Hill Book Co, New York. U.S.A.
- 32 S.P.P. y CONAPO. 1981. Datos preliminares del X Censo Nacional de Población y Vivienda. México.
- 33 Torreblanca, R.A. y Cols. 1981. Pérdidas Producidas por Prostephanus truncatus (Horn) en maíz almacenado bajo condiciones controladas. Primer coloquio internacional de manejo y conservación de semillas y granos almacenados. Oaxtepec. México.
- \*34 Van der Merchs, Ch. 1985. Plaguicidas Utilizados para la protección de productos postcosecha y roedores. XI Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Memoria AMIP FAC, Nivel 1. México.