



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA**

**UTILIZACION DEL FENITROTION EN EL CONTROL
DE INSECTOS-PLAGA DE GRANOS
ALMACENADOS**

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 :

ELIASITH MOISES MENDOZA MENDOZA

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEXICO

1988



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.

ESTE TRABAJO SE REALIZO EN EL LABORATORIO DE
ENTOMOLOGIA DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGA-
CION, CERTIFICACION Y CAPACITACION DE ALMACE-
NES NACIONALES DE DEPOSITO, S A. (CENICCANSA)

A G R A D E C I M I E N T O S :

AL M en C. JUAN MANUEL MARTINEZ GALINDO

POR SU CONFIANZA Y APOYO BRINDADOS

PARA HACER POSIBLE ESTA TESIS.

AL JURADO DICTAMINADOR:

M en C. JORGE PADILLA RAMIREZ

M en C. PILAR VILLEDA CALLEJAS

I C . JOSE PANTOJA MAGAÑA

BIOL. MA. DE LOS ANGELES SANABRIA E.

M en C. JUAN MANUEL MARTINEZ GALINDO

POR LA REVISION Y APROBACION DE LA TESIS.

A TODOS AQUELLOS QUE DE UNA U OTRA FORMA HICIERON REALIDAD ESTA TESIS.

DEDICATORIAS:

A LETY, YOGA Y CHAYO ...

CON TODO MI AMOR.

A MIS PADRES:

MOISES Y EUFEMIA

HERMANOS:

ADAN

JAVIER

SARA (f)

WILFRIDO

EFRAIN

LUCILA

ROGELIO

TAIS

EDAENA

Y DEMAS FAMILIARES ...

CON RESPETO Y CARIÑO POR SU APOYO,
EJEMPLO Y COMPRENSION DE SIEMPRE.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS ...

POR SU AMISTAD Y ESTIMULO.

C O N T E N I D O

I. RESUMEN	
II. INTRODUCCION	1
PROBLEMATICA DE LOS GRANOS ALMACENADOS	1
PRODUCCION	
ALMACENAMIENTO	
CONSERVACION	
INSECTOS-PLAGA DE GRANOS ALMACENADOS	11
ORIGEN DE LA INFESTACION	
DAÑOS OCASIONADOS	
CLASIFICACION SEGUN EL DAÑO FISICO OCASIONADO	
FACTORES QUE INFLUYEN EN SU DESARROLLO EN EL ALMACEN	
ESPECIES MAS COMUNES	
COMBATE DE INSECTOS	19
CONTROL QUIMICO	
TIPOS DE INSECTICIDAS	
MEDIDAS PREVENTIVAS	
CORDON SANITARIO	
TRATAMIENTO DE GRANOS Y SEMILLAS	
MEDIDAS CORRECTIVAS	
FUMIGACION CON FOSFINA	
FUMIGACION CON BROMURO DE METILO	
III. OBJETIVOS	36
IV. ANTECEDENTES	37
INSECTICIDAS ORGANICO-FOSFORADOS	38
MALATION	
FENITROTION	
V. MATERIALES Y METODOS	44
INSECTICIDAS EN ESTUDIO	
INSECTOS PRUEBA	
BIODENSAYOS	
RESIDUALIDAD	
TRATAMIENTO DE SUPERFICIES	
TRATAMIENTO DE GRAND	
VI. RESULTADOS	50
VII. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	57
VIII. CONCLUSIONES	74
IX. LITERATURA CONSULTADA	76

I. RESUMEN.

La conservación de granos y otros alimentos que se almacenan comprende dos tipos de medidas: 1) preventivas, tendientes a limitar la ocurrencia de las plagas haciéndoles desfavorable el medio ambiente para su establecimiento y desarrollo y 2) correctivas, para erradicar las infestaciones existentes.

Así es común la utilización de insecticidas de contacto y fumigantes, empleando los primeros con fines preventivos (cordones sanitarios) y los otros propiamente como correctivos (fumigación).

De los insecticidas de contacto los compuestos orgánico-fosforados se han constituido en un excelente recurso para controlar los insectos-plaga de almacén por su efectividad y baja toxicidad, siendo malatión el más ampliamente utilizado en todo el mundo; sin embargo, en los últimos años se ha reportado que no controla algunas especies y, más aún, que han desarrollado resistencia, de aquí la necesidad de ----- ampliar la gama de productos insecticidas, para lo cual habrá que establecer los niveles de susceptibilidad de los insectos a los nuevos compuestos y así emplear las nuevas alternativas lo más acertada y -- convenientemente posible, para obtener los máximos beneficios.

Tal es el caso del fenitrotión /O,O-dimetil-O-(3-metil-4-nitrofenil)-tiofosfato/ que es objeto de una exhaustiva investigación en relación a su posible uso para combatir a los insectos en los almacenes, considerando su baja toxicidad para mamíferos.

Con tal fin se realizó este trabajo a nivel laboratorio, pretendiendo considerar las posibilidades del fenitrotión en concentrado emulsionable y polvo, para controlar Sitophilus oryzae/zeamais, Prostephanus truncatus (Horn) y Iribolium castaneum (Herbst) en los almacenes, estableciendo su efectividad, dosis de aplicación y aplicabilidad para las modalidades de tratamiento de superficies y mezcla directa con -- grano comparativamente con malatión, mediante bioensayos consistentes en la exposición de poblaciones de los insectos-prueba a los materiales tratados, evaluando la mortalidad ocurrida con base al criterio de derribo (Knockdown) al inicio de los tratamientos y a los -- tres y seis meses posteriores, manteniéndolos bajo condiciones controladas (30 ± 2 °C y 60 ± 5 % HR) durante toda la experimentación.

Los resultados obtenidos mostraron que las formulaciones de fenitrotión tienen mayor efectividad sobre las especies-prueba, mejor poder residual y mayor persistencia que las de malatión, pudiendo emplearse el concentrado emulsionable para establecer cordones sanitarios con -- dosis desde 200 mg IA/m² y controlar efectivamente las tres especies, espaciando los tratamientos cada seis meses; el concentrado emulsionable de malatión con 800 mg IA/m² protege por tres meses. Para mezcla directa con grano el fenitrotión en polvo resulta más efectivo con -- 7.5 ppm y protege por tres meses contra las tres especies-prueba; los preparados de malatión grado técnico y en polvo son útiles para controlar Sitophilus spp. y P. truncatus por tres meses a dosis de 10 -- ppm, pero con T. castaneum se requieren 20 ppm.

II. INTRODUCCION.

Actualmente dos terceras partes de la humanidad sufren hambre y desnutrición e inclusive mueren miles de personas por el deficit de alimentos, crisis que tiende a agravarse, ya que se prevén para los años - futuros necesidades de alimento superiores a la producción.

Tal situación pudiera pensarse que se soluciona atendiendo a la producción de alimentos, fundamentalmente granos, pero no es tan simple, ya que existen varias causas más como el explosivo incremento de la - población, la limitación de superficies de cultivo, las condiciones - climatológicas adversas, las pérdidas de alimentos a nivel pre y post cosecha, la falta de tecnología e infraestructura adecuada.

Por otro lado, ante la imposibilidad de consumir de inmediato lo producido, nos vemos obligados a almacenar para hacerlo posteriormente - según las necesidades, de aquí que se tenga que buscar nuevos medios para conservar los granos, protegiéndolos de los competidores (plaga) y disminuyendo las pérdidas y/o alteraciones de sus características físicas y nutricionales.

Por lo tanto, para que se tenga una disponibilidad adecuada y oportuna de alimentos, no basta con incrementar su producción, sino que - además deberá atenderse prioritaria y simultáneamente a su conservación, antes y después de la cosecha (8, 42, 46).

PROBLEMATICA DE LOS GRANOS ALMACENADOS

PRODUCCION

En los últimos años, el mejoramiento de la agricultura se ha reflejado en incrementos notables del rendimiento de las cosechas de granos

básicos por unidad de superficie, esto debido al desarrollo de investigaciones encaminadas a mejorar el aprovechamiento del agua, al mejoramiento de las semillas, así como a la utilización de agroquímicos, entre otras (2).

Lo anterior generó la necesidad de almacenar y conservar mayores volúmenes de granos producidos, independientemente del uso a que se destinan (alimento para el hombre, forraje de los animales, semillas que aseguren cosechas futuras mejores, o como materia prima para la industria); almacenamiento que debe hacerse en forma ventajosa y por períodos variables, para utilizar los granos de acuerdo con las necesidades de consumo. Aún cuando este sea un proceso costoso y complejo, es una prioridad imprescindible y decisiva (42, 43).

ALMACENAMIENTO

El almacén es el lugar que determina la seguridad con que podrán conservarse los granos; debe protegerlos de los factores físicos ambientales (humedad y temperatura), de factores bióticos (insectos, microorganismos, roedores, aves) y brindar facilidades para su manejo e inspección durante el almacenaje, así como accesible a las prácticas de conservación al detectar una anomalía.

En la actualidad en el país y otras partes del mundo, se carece de buenos almacenes que den facilidades para un óptimo almacenamiento, factor muy deseable que resolvería en gran parte el problema de una efectiva conservación y que permitiría disminuir las pérdidas y disponer de mayores volúmenes alimenticios para las necesidades de la población, máxime si agregamos medidas complementarias como la limpieza, manejo adecuado, control de plagas y la vigilancia sanitaria (41, 42). Aparte, su localización es un punto importante ya que de ella depen-

den el abastecimiento, distribución y mercadeo de los productos ahí almacenados.

CONSERVACION

La conservación de los alimentos ha sido, es y será motivo de preocupación, puesto que durante su almacenamiento están sujetos a pérdidas variables adicionales a las naturales, causadas por factores externos que hacen complejo su resguardo.

Según Hall, estos pueden ser científicos o socioeconómicos y agruparse como en el Cuadro 1.

Ahora bien, dentro de los factores principales que determinan y acentúan las pérdidas de los granos y semillas que se almacenan pueden citarse:

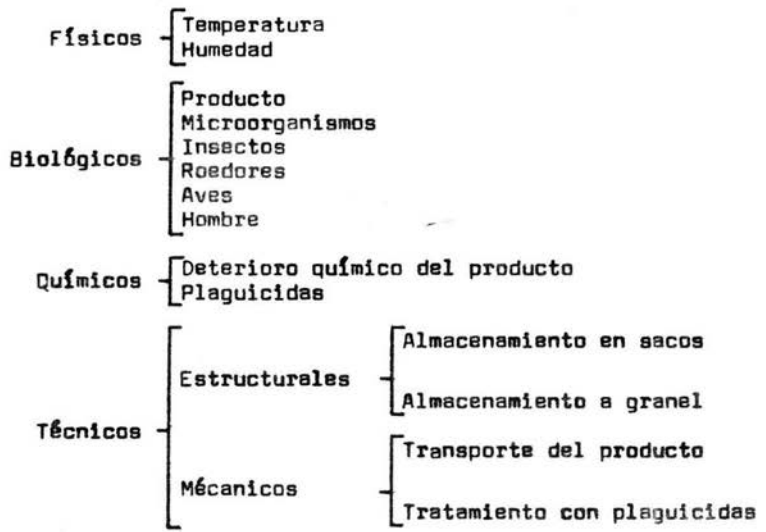
- i) La carencia de locales adecuados, cuya trascendencia fué expuesta antes.
- ii) Nuevamente la localización del almacén cobra importancia en función de las condiciones ecológicas que prevalecen en el área, ya que éstas tienen una influencia decisiva sobre los granos que -- allí se van a depositar, pues éstos, por su naturaleza higroscópica, tenderán a alcanzar un equilibrio de humedad con la humedad relativa del aire y esto deberá considerarse juntamente con el tipo de condiciones del grano, para determinar el contenido máximo de humedad para su almacenamiento seguro (Tabla 1).

Aparte, las temperaturas de las regiones tropicales permiten que la actividad destructora de los insectos se mantenga todo el año y es en estas zonas donde ocurren las mayores pérdidas. Así, la elección del sitio del almacén, su diseño y los materiales utili

C U A D R O 1

CLASIFICACION DE LOS FACTORES QUE AFECTAN A LOS GRANOS ALMACENADOS

CIENTIFICOS



SOCIOECONOMICOS



- Tomado de Hall DW, 1971.

T A B L A 1

CONTENIDO DE HUMEDAD (%) DE ALGUNOS GRANOS Y SEMILLAS EN EQUILIBRIO
CON DIFERENTES HUMEDADES RELATIVAS A UNA TEMPERATURA DE 25-30 °C

HUMEDAD RELATIVA	TRIGO-MAIZ-SORGO	A R R O Z		SOYA
		SIN PULIR	PULIDO	
65	12.5-13.5	12.5	14.0	12.5
70	13.5-14.5	13.5	15.0	13.0
75	14.5-15.5	14.5	15.5	14.0
80	15.5-16.5	15.0	16.5	16.0
85	18.0-18.5	16.5	17.5	18.0

- Tomado de Moreno ME, 1982.

zados en la construcción, determinan en gran medida que ciertos organismos lleguen a convertirse en plagas, pues los requerimientos de la estructura para el almacenamiento variará según sea el clima, tipo de productos a almacenar y organismos problema en el área geográfica (35, 42, 47).

- iii) El contenido de humedad es uno de los factores de mayor trascendencia para la conservación de los granos durante su almacenamien---to, ya que si son almacenados con excesos de humedad se les predispone a un "calentamiento", por el alto rango respiratorio, y consecuentemente a la descomposición y pérdida de este grano - por efecto de los microorganismos e insectos. Por el contrario, - si se almacena grano con bajos contenidos de humedad, la conser---vación será mejor (42).
- iv) Los granos quebrados e impurezas presentes en los volúmenes de - granos almacenados, aparte del aspecto desagradable, representan una seria amenaza para la conservación, ya que crean condiciones favorables para el desarrollo de insectos y microorganismos que dañan y demeritan la calidad de los productos, además de dificultar algunas prácticas como la fumigación al adsorber e impedir - la libre difusión del fumigante.
- v) El manejo deficiente de los granos y semillas es un aspecto nega---tivo que contribuye a las pérdidas sistemáticas, pues es común - que se descuiden detalles como la limpieza y el muestreo periódic---o, por lo cual granos mal conservados y deteriorados se comer---cializan local, nacional y mundialmente, creando una mala imagen o su calidad inferior origina que sean rechazados, siendo un --- riesgo de contaminación para otras partidas sanas si se almace---

nan juntas. Además las deficiencias en la transportación dificul-
tan movilizar adecuada y oportunamente los productos y el hecho
de que no se establezcan estrictas normas de calidad y sanidad -
para su comercialización, propician el desinterés del comercian-
te o introducido para que observe las prácticas adecuadas, ya --
que toda la materia prima de producción nacional o importada tie-
ne que ser utilizada (42).

- vi) Desconocimiento de los principios de conservación: La compleji-
dad del manejo y cuidado de los granos y semillas almacenados ha
ce imperiosa la necesidad de contar con ayuda técnica planifica-
da, así como disponer de información cuidadosamente elaborada y
accesible a todas las personas relacionadas con las diferentes -
etapas (producción, cosecha, recepción, almacenamiento, conserva
ción, comercialización), complementando con demonstraciones perió
dicas, todo lo cual contribuiría al conocimiento, comprensión y
efectividad de la conservación de los productos.
- vii) La presencia de plagas, que son la causa principal de las pérdi
das cuantitativas y cualitativas de los granos y semillas y ----
otros productos que se almacenan.

MICROORGANISMOS - En este grupo se incluyen los hongos, virus y
bacterias, de los cuales los primeros suelen tomar mayor aten---
ción puesto que se presentan tanto en el campo como en el alma--
cén y durante su desarrollo causan diferentes tipos de daño en--
tre los que destacan: la pérdida de la viabilidad; ennegrecimien
to, manchado o muerte del embrión; enmohecimiento; compactación;
pérdida de volumen; cambios bioquímicos (pérdida del valor nutri
tivo); olores desagradables e incluso la total destrucción del -

material. Además producen toxinas, entre las que destaca la de Aspergillus flavus (aflatoxinas), la cual es considerada como el carcinógeno más potente que se conoce.

A los hongos que invaden las semillas durante su formación en la plántula o cuando estas han madurado y permanecen en el campo en espera de ser cosechadas, se les ha llamado "hongos de campo" y a los que invaden después de la cosecha se les ha denominado --- "hongos de almacén". Los primeros requieren contenidos de humedad de los granos entre 25-30 %, por lo que detienen su desarrollo cuando estos alcanzan su madurez fisiológica y pierden humedad, favoreciéndose entonces el desarrollo de los otros hongos; ejemplos comunes son los géneros Alternaria, Fusarium, Cladosporium y Helminthosporium, aunque la variedad es enorme; algunos --- como los carbonos de los cereales causan severas enfermedades a las plantas (Ustilago tritici, "carbón del trigo o cebada"), --- otros producen toxinas (micotoxinas) que se alojan en el grano --- afectando su calidad sanitaria (ej. Fusarium roseum, produce metabolitos causantes del síndrome estrogénico en cerdos).

Los hongos de almacén crecen bajo condiciones de poca humedad -- (menos del 16 %), siendo la fuente de contaminación el mismo almacén donde sus esporas permanecen viables de ciclo a ciclo de --- almacenamiento y posiblemente por períodos de varios años. Los --- géneros más comunes son Aspergillus y Penicillium; el primero -- comprende una serie de grupos de especies, siendo los más fre--- cuentes A. restrictus, A. glaucus, A. candidus, A. versicolor, --- A. ochraceus y A. flavus, de los cuales el que más frecuentemen--- te se encuentre relacionado con el deterioro de productos almace

nados es el A. glaucus, debido a que las especies que lo forman (A. amstelodami, A. ruber, A. chevalieri y otros) pueden crecer a contenidos de humedad comunes en los granos (12,5-13 % en oleaginosas, 14-15 % en granos ricos en almidón). Del género Penicillium se han registrado más de 60 especies aisladas en granos y sus derivados (37), las cuales son difíciles de identificar. --- Otros géneros de hongos menos frecuentes en el almacén son Sporonema, Spicaria y Scopulariopsis.

ROEDORES - Las ratas y ratones representan un grave problema durante el manejo y conservación de los granos y semillas, máxime si los locales carecen de protección contra ellos, ya que destruyen cantidades de producto mucho mayores a sus necesidades de alimento; aparte contaminan los granos con sus excrementos, orina, pelos y ectoparásitos, representando un serio peligro para la salud del hombre y sus animales domésticos al transmitirles enfermedades. Además roen los envases causando derrames o derrumbes de las estibas y dañan las instalaciones al construir sus guaridas.

Tres son las especies de mayor importancia : Rattus norvegicus - (rata gris, parda, de alcantarilla, migratoria o noruega), R. rattus (rata negra o de los tejados) y Mus musculus (ratón casero), las cuales se reproducen de 6 a 10 veces al año con un promedio de 8 crías por parto, las que a su vez alcanzan la capacidad de reproducción a los 3 meses de edad (26, 32, 42, 45).

AVES - A este grupo de organismos no se les ha dado la importancia real que como plaga tienen, pero consumen grandes cantidades de granos y además los contaminan con sus excrementos y plumas.

Aparte, dañan con sus picos los envases de las mercancías, causando derrames o "desbancamientos" de las estibas que pueden representar serias pérdidas respecto al peso inicial (23).

ACAROS - En los granos almacenados se han encontrado diferentes tipos de ácaros, los hay primarios que se alimentan directamente del embrión del grano quebrado o del polvo de este; existen ácaros secundarios, depredadores de los primarios, y también los hay saprófagos y fungívoros (acaros terciarios), que se presentan cuando ocurre una infestación heterogénea (insectos, hongos, psócidos), que genera las condiciones para su establecimiento. Algunas especies pueden ser introducidas a las mercancías almacenadas por roedores, aves e insectos.

Los ácaros primarios están representados por especies de las familias Acaridae y Glyciphagidae; los ácaros secundarios corresponden a las familias Ascidae, Cheyletidae, Tydeidae y Pyemotidae; los ácaros terciarios se encuentran dentro de las familias Uropodidae y Oribatidae (14).

INSECTOS - El efecto de los insectos sobre los productos que se almacenan se manifiesta en forma directa o indirecta al destruir y consumir el material o contaminarlo con sus excreciones y cuerpos, lo que demerita considerablemente su calidad como alimento o para la industrialización, su valor económico y el poder germinativo de las semillas. También pueden provocar serios problemas en la salud de la población al ser portadores de virus y bacterias patógenas. Además, sus actividades crean condiciones favorables para el desarrollo de hongos al incrementar el contenido de humedad de los productos.

INSECTOS-PLAGA DE GRANOS ALMACENADOS

Desde los inicios de nuestra civilización hasta el presente se ha entablado una competencia con los insectos principalmente por el alimento y, frecuentemente, éstos logran obtener la mayor parte, pues al tener que guardarlos creamos un hábitat favorable para el desarrollo de algunas especies que se constituyen como plagas, causando daños y pérdidas severas.

Los insectos son el grupo de organismos terrestres más abundantes, -- calculándose que existen aproximadamente 10 millones de especies, las cuales se ven enormemente favorecidas por su gran poder de adaptación, capacidad reproductiva, así como por sus características propias de tamaño y estructura corporal.

Se les encuentra ampliamente distribuidos en todo el mundo y se presentan en todos los medios ambientes, excepto en el mar, preferente-- mente en las regiones tropicales y siendo escasos en las regiones --- frías.

Los que aquí nos interesan se desarrollan y alimentan de los cultivos agrícolas, de los granos, semillas y otros productos que se almacenan, pudiendo llevar a cabo todas sus funciones biológicas dentro y fuera de ellos, lo que muestra una enorme capacidad fisiológica y adaptati-- va para mantener sus necesidades de agua, alimentación y reproducción generalmente alta, hasta convertirse en lo que solemos denominar como plaga (44).

ORIGEN DE LA INFESTACION DE INSECTOS

Según Edwars y Heath (21) existen factores a corto y largo plazo, --- cambios en la resistencia ambiental y presiones evolutivas respectiva

mente, que controlan la transición de las poblaciones de organismos - de un estado inocuo a una condición dañina. Sin embargo, la causa --- principal para que una población cambie es la provisión ilimitada de recursos alimenticios que proporciona el hombre, quien al seleccionar sus plantas de cultivo las ha hecho aún más adecuadas como alimento - para las plagas, pues elimina inconscientemente algunas de las defensas que poseían contra organismos dañinos. Aparte, con el desarrollo de la agricultura y otras actividades ha destruído los hábitats de pa_rásitos y depredadores de las plagas (21).

Por otro lado, los organismos plaga a través del tiempo se han adapta_do a los microclimas y otras condiciones especiales surgidas de los - cultivos y productos que se almacenan, y son a menudo intercambiadas de una región a otra con el transporte mismo y si el clima, factor -- principal que afecta a los organismos es favorable, facilitará su establecimiento (35).

Así, los insectos que constituyen plagas de los granos y semillas almacenados pueden infestar los productos en el campo, en el transporte y en el mismo local almacenador:

Infestación en el campo - Esta ocurre cuando los granos están alcan-- zando su madurez fisiológica. Gran cantidad de huevecillos deposita-- dos por las hembras en los granos, sobreviven a las operaciones pro-- pias de la recolección y al acondicionamiento posterior a la misma, - hasta que los productos son depositados en la bodega y si las condi-- ciones son favorables, se completa el desarrollo de nuevos individuos.

Infestación en el transporte - Cuando se trasladan los granos de un - lugar a otro puede ocurrir que los medios de transporte (furgones, ca_miones, barcos) se encuentren infestados con insectos y estos pasen -

al grano transportado, el cual al ser colocado en los sitios finales queda con una infestación incipiente que se incrementa posteriormente.

Infestación en el almacén - La fuente de infestación la constituyen - la basura y restos de granos infestados no eliminados de los almacenes y al almacenar el grano nuevo, éste es infestado. También es probable que la infestación se origine de los insectos que quedan en las grietas y hendiduras del mismo local o en los envases de grano de la cosecha anterior que pueden estar infestados (35, 42, 44).

DAÑOS OCASIONADOS

La FAO (Food and Agriculture Organization) estima que las pérdidas anuales mundiales durante el almacenamiento oscilan entre un 10-30 % de la totalidad de granos guardados, pero es de suponer que varía la proporción según el país, ciclo agrícola y causa (23).

En el país ocurren pérdidas de un 25 % en promedio del total de la -- producción, fluctuando del 1-10 % en aquellos sitios en que el manejo y conservación de los granos y semillas es realizado en forma más o -- menos adecuada (ANDSA, CONASUPO, BANRURAL; PRONASE), hasta un 30-50 % en el medio rural, donde las condiciones de almacenamiento son muy -- precarias o no existen (35), sin embargo, estos datos son estimativos, pues no se han evaluado en su totalidad el volumen ni el porcentaje -- correspondiente a cada causa.

Ahora bien, los daños que ocasionan los insectos-plaga suelen clasificarse en directos e indirectos:

Daños directos - Consisten en la destrucción o consumo del grano o se -- milla por los insectos en sus estados adulto y larvario con fines ali -- menticios o de reproducción. Algunas especies los destruyen completa-

mente, otras solamente dañan el germen, pero en ambos casos se pierde el alimento trayendo como consecuencia pérdidas de peso, reducción -- del valor nutritivo, disminución de la germinación y otras.

Daños indirectos - Son consecuencia del metabolismo de los insectos - que infestan los granos provocando una elevación de la humedad y ---- temperatura, lo cual propicia el medio adecuado para el desarrollo de microorganismos y subsecuentemente "calentamientos" (el grano es mal conductor del calor), mal olor y la descomposición total del producto. Los insectos portan además las esporas de hongos, transfiriéndolas y diseminándolas de un lugar a otro.

También se ha encontrado que algunos insectos portan en su intestino bacterias patógenas potencialmente dañinas (Salmonella, Streptococcus-hemolitica, Escherichia coli) y algunos virus capaces de infectar al hombre o a sus animales (35, 42, 43).

CLASIFICACION SEGUN EL DAÑO FISICO OCASIONADO

Es común clasificar a los insectos relacionados con los granos y semi llas almacenados desde el punto de vista físico en:

Insectos primarios - Aquellos que son capaces de dañar el grano sano (entero, limpio y no dañado), esto es rompen el pericarpio por sí --- mismos para introducirse y alimentarse o llevar a cabo su oviposición. Este es el grupo de insectos que tiene mayor importancia económica, - pues ocasionan el mayor daño. Ejemplos clásicos son las especies pertenecientes al género Sitophilus (S. oryzae, S. zeamais, S. granarius)

Insectos secundarios - Son los que no pueden dañar a los granos sanos y requieren del ataque previo de una plaga primaria o que hayan sido dañados por el hombre cuando los recolecta o trilla, para así alimentarse u ovipositar en la harinilla, granos rotos o perforados por los

insectos primarios. Dado que este grupo de insectos no son capaces de iniciar su ataque rompiendo el grano sano, son relativamente menos -- importantes que el anterior grupo. Típicos ejemplos son los del género Tribolium (T. castaneum, T. confusum).

Insectos terciarios - Los que se desarrollan en los granos y semillas que han sido invadidos por microorganismos o se encuentran en avanzado estado de deterioro, pues se alimentan principalmente de detritus, micelio de hongos e insectos muertos. Así, tienen una importancia económica relativamente mínima, en cuanto a daños causados, pero como indicadores biológicos su importancia es enorme, ya que su presencia es indicio de deficiencias en el almacenamiento (alto contenido de humedad, gran cantidad de impurezas, desarrollo de hongos, infestación -- grave de insectos).

Como se anotó antes el grupo de insectos primarios es el que mayores daños ocasiona a los granos y semillas almacenados y es el de más --- importancia, ya que sus actividades destructivas propician el establecimiento de los otros grupos (3, 35, 42, 43).

Es importante aclarar que las definiciones para cada grupo se dan en base a granos y/o semillas sanas, pero deben manejarse en función de la mercancía almacenada, ya que plagas primarias para granos, pueden ser secundarias para los productos procesados o ser ajenas a algún -- producto en particular; y, por otra parte, un insecto secundario para granos puede ser primario para harinas, o bien, un terciario de gra-- nos puede ser primario para algún producto en especial.

FACTORES QUE INFLUYEN EN SU DESARROLLO EN EL ALMACEN

Para que la infestación de insectos en los productos almacenados pros

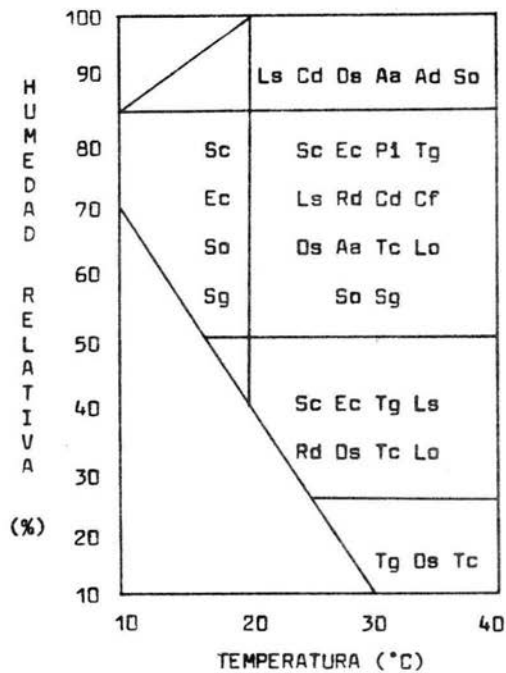
pere, se requieren ciertas condiciones favorables para su crecimiento, desarrollo y reproducción, entre las que se destacan principalmente - la humedad, temperatura y tipo de alimento. Cada especie tiene su propio intervalo de requerimientos de condiciones físicas para un óptimo desarrollo (Fig. 1) y a medida que varía este, el tiempo para desarrollarse de huevo a adulto se prolonga o disminuye el número de huevos puestos (26).

Temperatura - Uno de los factores más importantes que afecta a los insectos en el almacén es la temperatura, ya que éstos tienen un rango más limitado para sobrevivir respecto a los microorganismos, pues en origen se consideran tropicales o subtropicales y no son capaces de resistir las temperaturas bajas, excepto unos cuantos.

Las temperaturas más convenientes para los insectos oscilan entre 25-32 °C; por arriba de este rango se ven afectados desfavorablemente y a menos de 15 °C sus actividades cesan. Así, debe considerarse que en aquellos lugares donde existan temperaturas bajas, éstas pueden utilizarse para proteger los productos, ya sea implementando almacenes con refrigeración mecánica o aprovechándolas para enfriar las mercancías y evitar problemas de infestación de insectos y hongos (35). En los almacenes de las zonas tropicales y subtropicales no son raras las temperaturas de 30-32 °C, por lo que será mejor almacenar productos con bajo contenido de humedad por períodos cortos de tiempo.

Humedad - Aún cuando los insectos prefieren una humedad en el ambiente dentro del intervalo de 60-80 %, no son muy exigentes, pues su actividad no se ve inhibida por una humedad relativa tan baja como del 40 % (26).

Por otra parte, la gran mayoría de las especies se desarrollan y re--



<u>Sitotroga cerealella</u>	Sc	<u>Cryptolestes ferrugineus</u>	Cf
<u>Ephestia cautella</u>	Ec	<u>Dryzaephilus surinamensis</u>	Os
<u>Plodia interpunctella</u>	Pi	<u>Ahasverus advena</u>	Aa
<u>Trogoderma granarium</u>	Tg	<u>Tribolium castaneum</u>	Tc
<u>Lasioderma serricorne</u>	Ls	<u>Alphitobius diaperinus</u>	Ad
<u>Rhyzopertha dominica</u>	Rd	<u>Latheticus oryzae</u>	Lo
<u>Carpophilus dimidiatus</u>	Cd	<u>Sitophilus oryzae</u>	So
	<u>Sitophilus granarius</u>	Sg	

Fig. 1. Condiciones de temperatura y humedad relativa a las - que diversas especies de insectos pueden tener importancia -- respecto a productos almacenados (Tomado de Jamieson M y ---- Jobber P, 1975: Vol. 1).

producen exitosamente en productos almacenados con contenidos de humedad entre 12-14 %, algunas requieren un alto porcentaje (16 %) y sólo unas cuantas son capaces de completar su ciclo de vida en productos - conteniendo un 5 % de humedad.

Es importante resaltar que el contenido de humedad del producto es un factor con una influencia trascendente que puede aprovecharse contra los insectos, ya que la mayoría de las especies encuentran incompatibles las condiciones secas de los productos, aún cuando la temperatura sea óptima, por lo que será factible combatir las regulándolo. En los lugares con alta precipitación el producto absorberá humedad del aire, de modo que no será conveniente almacenarlo por un tiempo prolongado, pues se favorecerá la actividad biológica de insectos y hongos, convirtiéndose en un grave problema.

Alimento - Los insectos se alimentan de una gran variedad de productos: cereales, leguminosas, oleaginosas, frutas, productos procesados de origen tanto vegetal como animal, etc., pero cada especie tiene -- preferencia por una fuente de alimento en especial para su óptimo desarrollo, hasta tal punto que algunas sólo se encontrarán en determinados productos y otras en cambio pueden desarrollarse en varios.

Así, el tipo de alimento disponible guarda importante relación con la proporción en que se desarrollan los insectos; por lo cual la naturaleza del sustrato nutricional tiene mayor trascendencia para las especies insectíles que para los hongos.

ESPECIES MAS COMUNES

Del 1' 500 000 de especies de insectos conocidos, hasta 1940 según -- Metcalf AP (44), aproximadamente 300 de ellas se asocian o son responu

sables de los daños a alimentos almacenados en el mundo y de éstas últimas, 15 se consideran de importancia económica primordial, 50 de -- importancia económica secundaria y el resto son importantes sólo ocasionalmente (Cuadros 2 y 3). En nuestro país tenemos más de 25 espe-- cies que atacan a los granos, semillas y otros alimentos almacenados, correspondiendo unas 15 al Orden Coleópteros y 5 al de los Lepidópte-- ros, grupos éstos de insectos que contienen a los "gorgojos" y "palo-- millas" respectivamente, que por su frecuencia y daños causados son - de importancia considerable (Cuadros 4 y 5).

Los insectos de los ordenes citados tienen un desarrollo completo (me-- tamorfosis completa o compleja = Holometábolos) que comprende 4 esta-- dos biológicos: huevo, larva, pupa y adulto (Fig. 2), los cuales difie-- ren considerablemente tanto en forma como en hábitos alimenticios y -- conductuales, resultando el hecho de que el huevecillo y pupa son los estados más difíciles de combatir por ser fases inmóviles, no así las de larva y adulto que son muy activas y las que mayor daño causan --- (46).

COMBATE DE INSECTOS

El combate de insectos implica cualquier acción que dificulte la vida de éstos, que los mate o evite su incremento y haga que sea laboriosa su diseminación por el mundo. Puede realizarse de muchas maneras y se subdivide en:

- i) Medidas naturales de combate, las cuales no dependen del hombre - para su aplicación o éxito y no son influenciadas por él.
- ii) Medidas de combate aplicadas, las que sí dependen del hombre y --

CUADRO 2

INSECTOS-PLAGA DE MAYOR IMPORTANCIA ECONOMICA EN EL MUNDO

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE(S) COMUN(ES)
=====		
ORDEN	COLEOPTEROS :	
Bostríquidos	<u>Prostephanus truncatus</u> (Horn)	Barrenador mayor de los granos
	<u>Rhyzopertha dominica</u> (Fabricius)	Barrenillo de los granos
Cucújidos	<u>Cryptolestes ferrugineus</u> (Stephens)	Gorgojo ferroso de los granos
	<u>C. pusillus</u> (Schoenherr)	Gorgojo plano de los granos
	<u>C. turcicus</u> (Grouvelle)	Gorgojo aplastado de los granos
Curculiónidos	<u>Sitophilus granarius</u> Linnaeus	Picudo del trigo o sin manchas
	<u>S. oryzae</u> (Linnaeus)	Picudo del arroz o manchado
	<u>S. zeamais</u> Motschulsky	Picudo del maíz o manchado
Derméstidos	<u>Trogoderma granarium</u> Everts	Gorgojo kapra
Silvánidos	<u>Oryzaephilus mercator</u> (Fauvel)	Gorgojo mercante de los granos
	<u>O. surinamensis</u> (Linnaeus)	Gorgojo aserrado de los granos
Tenebriónidos	<u>Tribolium castaneum</u> (Herbst)	Gorgojo castaño de las harinas
	<u>T. confusum</u> Jacquelin Duval	Gorgojo confuso de las harinas
Trogosítidos	<u>Tenebroides mauritanicus</u> (Linnaeus)	Cadela o carcoma de los granos
=====		
ORDEN	LEPIDOPTEROS :	
Ficítidos	<u>Anagasta kuehniella</u> (Zeller)	Palomilla harinera mediterránea
	<u>Ephestia cautella</u> Walker	Palomilla de las pasas secas
	<u>E. elutella</u> Hübner	Palomilla del cacao
	<u>Plodia interpunctella</u> (Hübner)	Palomilla india de las harinas
Geléquidos	<u>Sitotroga cerealella</u> (Olivier)	Palomilla dorada de cereales

- Esta lista varía para cada país.

- No se incluyen los ácaros porque no son insectos.

- Basado en Ramirez GM, 1980; Mills BR, 1982; Dagesch, 1977; U. Prod. Alg. de la Rep. Mex., AC., 1963.

CUADRO 3

INSECTOS-PLAGA RELATIVAMENTE MENOS IMPORTANTES ECONOMICAMENTE EN EL MUNDO

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE(S) COMUN(ES)
ORDEN ----- COLEOPTEROS : -----		
Anóbidos	<u>Lasioderma serricorne</u> (Fabricius)	Carcoma del tabaco
	<u>Stegobium paniceum</u> Linnaeus	Gorgojo del pan o farmacos
Antróbidos	<u>Aræcerus fasciculatus</u> (De Geer)	Gorgojo del café
Cléridos	<u>Necrobia rufipes</u> (De Geer)	Patirrojo del jamón
Curculiónidos	<u>Caulophilus oryzae</u> (Gyllenhal)	Gorgojo de pico ancho
Derméstidos	<u>Anthrenus scrophulariae</u> (Linnaeus)	Gorgojo de las alfombras
	<u>Attagenus piceus</u> Olivier	Gorgojo negro de los tapetes
	<u>Dermestes lardarius</u> Linnaeus	Derméstido del tocino
	<u>Trogoderma</u> spp. *	
Erotílidos	<u>Pharaxonotha kirachi</u> Reitter	Gorgojo mexicano de los granos
Mycetofágidos	<u>Thypaea stercorea</u> (Linnaeus)	Gorgojo de hongo velludo
Nitidúlidos	<u>Carpophilus dimidiatus</u> (Fabricius)	Gorgojo de la savia del maíz
	<u>C. hemipterus</u> Linnaeus	Gorgojo de las frutas secas
Ptínidos	<u>Niptus hololeucus</u> (Fald)	Cascarudo amarillo
	<u>Ptinus clavipes</u> (Panzer)	Gorgojo araña café
	<u>P. villiger</u> (Reitter)	Gorgojo araña velludo
Silvánidos	<u>Ahasverus advena</u> Waltl	Gorgojo forastero de los granos
	<u>Cathartus quadricollis</u> (Guerin-Meneville)	Gorgojo cuello cuadrado de granos
Tenebriónidos	<u>Alphitobius diaperinus</u> (Panzer)	Gusano menor de las harinas
	<u>A. laevigatus</u> (Fabricius)	Gorgojo negro de los hongos
	<u>Cynaëus angustus</u> (Le Conte)	Gorgojo negro grande de harinas
	<u>Gnathocerus cornutus</u> (Fabricius)	Gorgojo cuerno ancho de harinas
	<u>G. maxillosus</u> (Fabricius)	Gorgojo araña delgado de harinas
	<u>Latheticus oryzae</u> Waterhouse	Cabecilargo del arroz
	<u>Palorus ratzeburgi</u> (Wissmann)	Gorgojo ojos pequeños de harinas
	<u>P. subdepressus</u> (Wollaston)	Gorgojo deprimido de las harinas
	<u>Tenebrio molitor</u> Linnaeus	Gusano amarillo de las harinas
	<u>T. obscurus</u> Fabricius	Gusano oscuro de las harinas
	<u>Tribolium audax</u> Halstead	Gorgojo americano negro de harinas
ORDEN ----- LEPIDOPTEROS : -----		
Ficítidos	<u>Pyralis farinalis</u> (Linnaeus)	Palomilla de las sémolas
	<u>Corcyra cephalonica</u> (Stainton)	Palomilla del arroz
Tinefidos	<u>Nemapogon granella</u> (Linnaeus)	Palomilla europea de los granos
ORDEN ----- PSOCOPTEROS : -----		
Liposcélidos	<u>Liposcelis</u> sp.	Psócidos, piojos de los libros

* Del género Trogoderma son comunes las especies T. inclusum Le Conte, T. glabrum - (Herbst), T. grassmani Beal, T. ornatum (Say), T. parabile Beal, T. simplex Jayne, las cuales son difíciles de diferenciar de T. granarium .

- Esta lista varía para cada país.

- No se incluyen los ácaros porque no son insectos.

- Basado en Ramirez GM, 1980; Mills BR, 1982; Degesch, 1977; U. Prod. Alg. de la -- Rep. Mex. AC., 1963; complementando los aspectos taxonómicos según Hinton y Corbet, 1972 y USDA, 1980.

CUADRO 4

PRINCIPALES INSECTOS-PLAGA QUE DAÑAN GRANOS Y OTROS PRODUCTOS ALMACENADOS EN MEXICO

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE(S) COMUN(ES)
ORDEN ----- COLEOPTEROS :		
Anóbidos	<u>Lasioderma serricorne</u> (Fabricius)	Carcoma del tabaco
	<u>Stegobium paniceum</u> Linnaeus	Gorgojo del pan o farmacos
Bostríquidos	<u>Prostephanus truncatus</u> (Horn)	Barrenador mayor de los granos
	<u>Rhyzopertha dominica</u> (Fabricius)	Barrenillo de los granos
Brúquidos	<u>Acanthoscelides obtectus</u> (Say)	Gorgojo pardo del frijol
	<u>Zabrotes subfasciatus</u> (Boheman)	Gorgojo pinto del frijol
Cucújidos	<u>Cryptolestes ferrugineus</u> (Stephens)	Gorgojo ferroso de los granos
	<u>C. pusillus</u> (Schoenherr)	Gorgojo plano de los granos
Curculiónidos	<u>Caulophilus oryzae</u> (Gyllenhal)	Gorgojo de pico ancho
	<u>Sitophilus granarius</u> Linnaeus	Picudo del trigo o sin manchas
	<u>S. oryzae</u> (Linnaeus)	Picudo del arroz o manchado
	<u>S. zeamais</u> Motschulsky	Picudo del maíz o con manchas
Derméstidos	<u>Anthrenus verbasci</u> Linnaeus	Gorgojo de las alfombras
	<u>Dermestes frischii</u> Kugelann	Gorgojo derméstido
	<u>Trogoderma</u> sp.	
Erotilidos	<u>Pharaxonotha kirschi</u> Reitter	Gorgojo mexicano de los granos
Mycetofágidos	<u>Thyphaea stercorea</u> (Linnaeus)	Gorgojo velludo de los hongos
Nitidúlidos	<u>Carpophilus dimidiatus</u> (Fabricius)	Gorgojo de la savia del maíz
	<u>C. hemipterus</u> Linnaeus	Gorgojo de las frutas secas
Ptínidos	<u>Niptus hololeucus</u> (Fald)	Cascarudo amarillo
Silvánidos	<u>Ahasverus advena</u> Waltl	Gorgojo forastero de los granos
	<u>Oryzaephilus mercator</u> (Fauvel)	Gorgojo mercante de los granos
	<u>O. surinamensis</u> (Linnaeus)	Gorgojo serrado de los granos
Tenebriónidos	<u>Alphitobius diaperinus</u> (Panzer)	Gusano menor de las harinas
	<u>A. laevigatus</u> (Fabricius)	Gorgojo negro de los hongos
	<u>Gnathocerus cornutus</u> (Fabricius)	Gorgojo cuerno ancho de harinas
	<u>Tenebrio molitor</u> Linnaeus	Gusano amarillo de las harinas
	<u>T. obscurus</u> Fabricius	Gusano oscuro de las harinas
	<u>Tribolium castaneum</u> (Herbst)	Gorgojo castaño de las harinas
	<u>T. confusum</u> Jacquelin Duval	Gorgojo confuso de las harinas
Trogosítidos	<u>Tenebroides mauritanicus</u> (Linnaeus)	Cadela o carcoma de los granos
ORDEN ----- LEPIDOPTEROS :		
Ficítidos	<u>Anagasta kuehniella</u> (Zeller)	Palomilla harinera mediterránea
	<u>Corcyra cephalonica</u> (Stainton)	Palomilla del arroz
	<u>Ephestlia cautella</u> Walker	Palomilla de las pasas secas
	<u>E. elutella</u> Hübner	Palomilla del cacao
	<u>Plodia interpunctella</u> (Hübner)	Palomilla india de las harinas
Geléquidos	<u>Sitotroga cerealella</u> (Olivier)	Palomilla dorada de cereales
ORDEN ----- PSOCOPTEROS :		
Liposcélidos	<u>Liposcelis</u> sp.	Psócidos o piojos de los libros

- No se incluyen los ácaros porque no son insectos, pero especies de las familias Acaridae, Glyciphagidae, Ascidae, Cheyletidae, Tydeidae y Uropodidae son de --- enorme importancia económica (Estebanés GML, 1980).

Basado en Ramirez MM, 1984; McGregor LR, 1982; complementando los aspectos taxo- nómicos según Hinton y Corbet, 1972 y USDA, 1980.

CUADRO 5

INSECTOS-PLAGA DE GRANOS Y OTROS PRODUCTOS ALMACENADOS RELATIVAMENTE
MENOS IMPORTANTES EN MEXICO

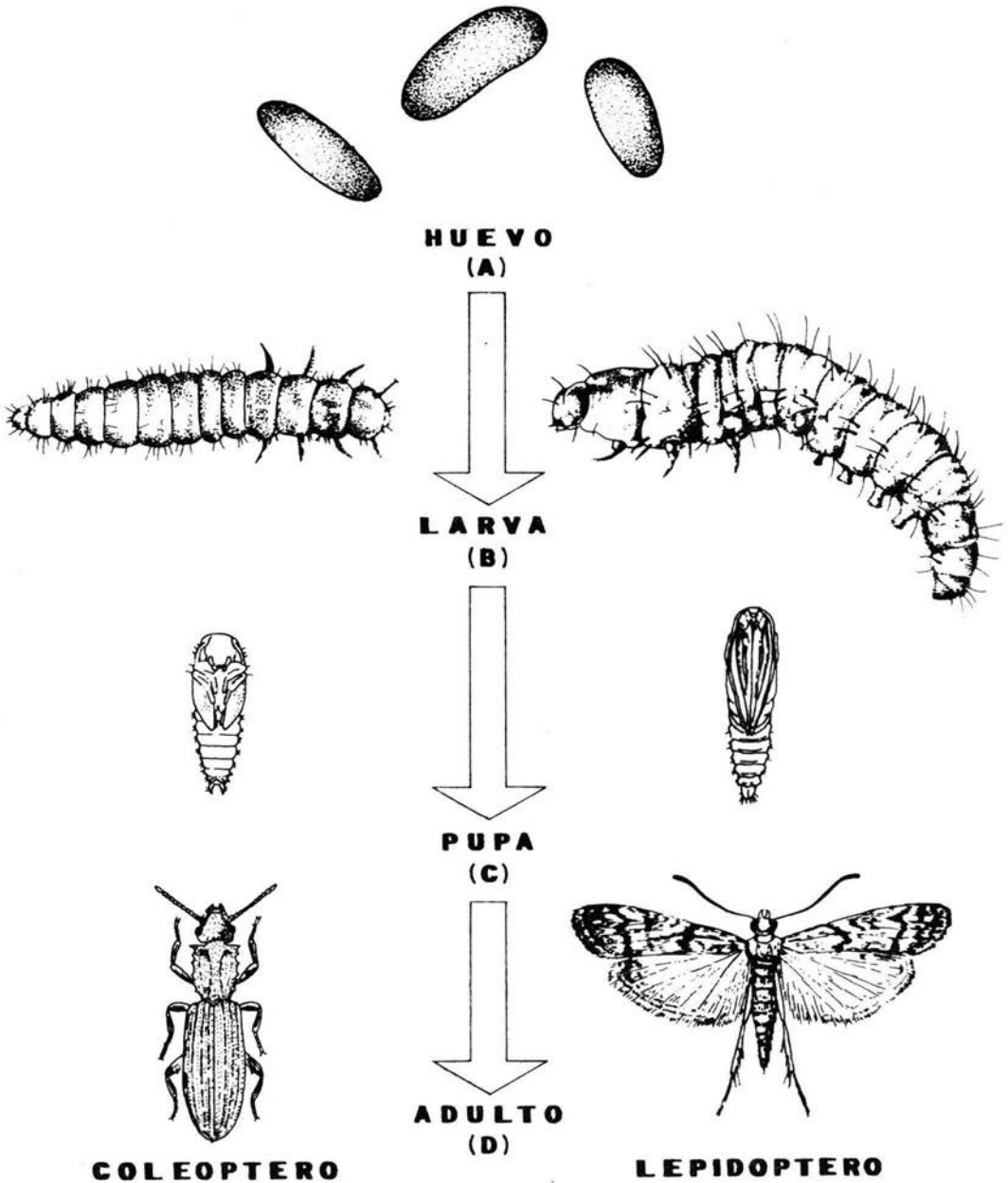
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE(S) COMUN(ES)
ORDEN COLEOPTEROS:		
Brúquidos	<u>Callosobruchus chinensis</u> (Linnaeus) <u>C. maculatus</u> (Fabricius) <u>Caryedon serratus</u> (Olivier)	Gorgojo chino de los granos Gorgojo manchado de los granos Gorgojo del tamarindo o del ca- cahuate
Cléridos	<u>Necrobia rufipes</u> (De Geer)	Patirrojo del jamón o gorgojo - de la copra
Curculiónidos	<u>Euophryum confine</u> Broun	Gorgojo pico de pato
Derméstidos	<u>Attagenus pelli</u> Linnaeus	Gorgojo peludo manchas blancas
Ptínidos	<u>Ptinus tectus</u> Boieldieu	Gorgojo araña australiano
Silvénidos	<u>Cathartus quadricollis</u> (Guerin- Meneville)	Gorgojo cuello cuadrado de los granos
Tenebriónidos	<u>Latheticus oryzae</u> Waterhouse <u>Gnathocerus maxillosus</u> (Fabricius)	Gorgojo cabezón de las harinas, cabecilargo del arroz Gorgojo cuerno delgado de las - harinas
ORDEN LEPIDOPTEROS:		
Ficítidos	<u>Ephestia figulilella</u> Gregson <u>Pyralis farinalis</u> (Linnaeus)	Palomilla de las pastas Palomilla de las sémolas
Tineídeos	<u>Nemapogon granella</u> (Linnaeus)	Palomilla europea del trigo

- No se incluyen los ácaros.

- Basado en Ramirez MM, 1984; McGregor LR, 1982. Los aspectos taxonómicos se ----
complementan según Hinton y Corbet, 1972 y USDA, 1980.

**CICLO DE VIDA DE LOS INSECTOS QUE ATACAN PRODUCTOS
ALMACENADOS (metamorfosis completa)**

FIG. 2



puede influirlas hasta un grado considerable (36)

Combate natural - Incluye el combate de los insectos mediante:

- . Factores climáticos (lluvia, luz solar, frío, calor, viento).
- . Carácter físico de la zona geográfica (cuerpos de agua, cordilleras montañosas, tipo de suelo).
- . Presencia natural y abundancia de depredadores y parásitos (aves, peces, reptiles, mamíferos).
- . Presencia de enfermedades que afectan a los insectos y condiciones favorables para la diseminación de éstas.

Puesto que los anteriores factores no pueden ser influenciados parecería que su conocimiento no sería importante, sin embargo, lo contrario es lo cierto, ya que podríamos hasta cierto grado definir las especies de insectos que serán más comunes en esa región.

Combate aplicado - Implica todos aquellos métodos regulados por el hombre que se utilizan cuando los insectos dañinos no han sido contrarrestados por los factores naturales. Entre ellos tenemos:

- . Control químico, mediante el uso de insecticidas, repelentes, atrayentes y otras sustancias auxiliares.
- . Control físico y mecánico, por medio de máquinas especiales u operaciones manuales y la "manipulación" de los factores físicos ambientales (inundaciones, calentamientos y enfriamientos artificiales, radiaciones).
- . Control cultural, dado por variaciones en las operaciones agrícolas usuales (rotación de cultivos, barbecho, empleo de variedades resistentes).
- . Control biológico, por la introducción y establecimiento de enemigos naturales de los insectos (insectos, protozoarios, hongos, paré

sitos, bacterias, virus).

- . Control legal, por la reglamentación del comercio, prácticas agrícolas y otras actividades humanas que afectan la prevalencia y distribución de los insectos nocivos, el éxito de las operaciones de su combate o la salud del hombre.

CONTROL QUIMICO

Dado que la erradicación o extinción total de los organismos plaga es muy difícil, el objetivo primordial será disminuir el número de ellos, por lo cual se aplica el término control. Así, el control químico de insectos implicará la utilización de insecticidas, atrayentes, repelentes y otras sustancias para reducir o eliminar (ocasionalmente y - bajo ciertas condiciones) a las especies perjudiciales, o bien, prevenir el daño que causan.

A pesar de que todos los materiales que se emplean son peligrosos para el hombre, se considera básico para el combate de insectos en el almacén; aunque no resuelve todos los problemas, su utilidad es enorme, más aún cuando se complementa con medidas auxiliares (35, 41).

TIPOS DE INSECTICIDAS

Un insecticida es todo aquel material que se emplea para matar insectos y/o sus parientes cercanos (garrapatas, arañas, ácaros). Tradicionalmente se clasifican según su modo de acción en:

- . Venenos estomacales - Los cuales actúan intoxicando al insecto al ser absorbidos a través del intestino, por lo cual deben ser ingeridos junto con el alimento y se aplican en cebos.
- . Insecticidas de contacto - Los que actúan al impregnarse el insecto

alguna parte del cuerpo, atraviesan el exoesqueleto y penetran a -- los tejidos ocasionando una intoxicación; se aplican por rociado a las superficies o en aerosol contra insectos voladores.

- . Fumigantes - Son sustancias químicas volátiles cuyos vapores tóxicos entran al cuerpo del insecto a través de los espiráculos respiratorios causando la muerte; se emplean en las fumigaciones para lograr un control rápido de infestaciones de insectos.
- . Desecantes - Son polvos inertes que actúan físicamente como abrasivos o absorben las grasas y ceras del exoesqueleto, ocasionando a los insectos la pérdida de los fluidos corporales, para que mueran por deshidratación.

De éstos grupos, los insecticidas de contacto y los fumigantes son -- preferidos para controlar la mayoría de insectos-plaga; sin embargo, los otros pueden utilizarse en controles específicos. Aparte debe destacarse que un mismo compuesto puede actuar como veneno estomacal, insecticida de contacto o fumigante, por ejemplo el clordano (3, 52).

También suelen clasificarse los insecticidas en base a su composición química (3, 52) en:

- . Minerales - Se incluyen los polvos inertes (compuestos de sílice, algunas arcillas, tierra de diatomeas) y algunos derivados del petróleo (kerosena, diesel), que proporcionan resultados a largo plazo y no contaminan los productos con residuos nocivos a la salud -- del hombre.
- . Insecticidas de origen vegetal - Son los compuestos derivados de -- plantas como las piretrinas; son efectivos para el combate de insectos e inofensivos para el hombre y pueden aplicarse directamente a los alimentos, pues se descomponen rápidamente.

- . Insecticidas orgánico-clorados - Son insecticidas que se caracterizan por llevar átomos de cloro en su molécula; tienen gran estabilidad química y por tanto una acción residual prolongada que los hace no recomendables para aplicación directa a los alimentos, pero son de gran utilidad en los tratamientos de superficies (cordones sanitarios). Ejemplos son el dicloro difenil tricloroetano (DDT), aldrin, endrin, hexacloruro de benceno, lindano.
- . Insecticidas orgánico-fosforados - Son productos que tienen átomos de fósforo dentro de su molécula; son menos estables que los orgánico-clorados y consecuentemente su vida residual es más corta. Aún cuando dentro del grupo existen algunos muy tóxicos como los parationes, son más seguros y se les ha empleado preferentemente en el combate de insectos-plaga de almacén, siendo incluso aplicados directamente a algunos productos alimenticios. Ejemplos son el dimetil dicloro vinil fosfato (DDVP, diclorvos o vapon), malatión, pirimifos metílico, clorpirifos, diazinón, metil-pirimifos.
- . Carbamatos - Son derivados del ácido carbámico (CO_2NH_3); típicamente contienen nitrógeno y difieren de los orgánico-clorados y orgánico-fosforados por carecer de cloro y fósforo. La mayoría actúan como insecticidas de contacto y unos cuantos tienen un efecto de "no-caut". Ejemplos son el carbaril y el propoxur.
- . Fumigantes - Son agentes químicos que actúan a la temperatura ambiente en estado gaseoso, por lo cual penetran en los espacios libres de los productos, así como en hendiduras y grietas de las superficies del almacén eliminando a los insectos presentes; no ejercen una protección duradera debido a su volatilidad, por lo que más bien se emplean en el control de plagas de insectos como correcti-

vos y no impiden una reinfestación inmediata después de la fumigación.

Aparte en base a su formulación (3, 48, 52) se tiene:

- . Polvos "secos" - Son preparados disponibles para aplicación directa; tienen de 0.1 a 5 % de ingrediente activo y el resto son materiales inertes que sirven como vehículo. Se emplean principalmente para -- mezclarlos con granos, espolvorear superficies de productos envasados o del almacén.
- . Polvos humectables - Son concentrados en polvo que deberán diluirse en agua para su aplicación; generalmente contienen del 20-80 % de ingrediente activo y el resto son estabilizadores que previenen su sedimentación al rociar las superficies del local almacenador, ---- transportes y recipientes.
- . Concentrados emulsionables - Estos son concentrados líquidos que deben ser diluidos en agua antes de aplicarlos; presentan del 20-80 % de ingrediente activo, además de aceites disolventes y agentes emulsificantes que ayudan la mezcla produciendo una emulsión lechosa. _ Se utilizan en el tratamiento de superficies e incluso de granos, - siempre y cuando el insecticida este permitido por las autoridades sanitarias.
- . Concentrados líquidos - Comprende aquellas formulaciones constituidas fundamentalmente por el ingrediente activo disuelto en aceite - mineral, destinadas a ser empleadas en aerosoles o nieblas.

Otro sistema de clasificación esta basado en el estado del insecto -- sobre el cual el insecticida actua, así se tienen:

- . Adulticidas - Los que matan insectos adultos.
- . Larvicidas - Los que matan estados inmaduros (larvas o ninfas).

. **Ovicidas** - Aquellos que eliminan huevecillos.

Además se emplean otros términos más tales como pediculocidas, insecticidas para matar piojos, y aún se tienen repelentes, compuestos que repelen el ataque de los insectos y atrayentes, que como su nombre lo indica atraen a los insectos a las trampas o cebos envenenados (52).

Ahora bien, la protección de productos agrícolas y otros materiales - que se almacenen contempla dos tipos de medidas:

- i) Preventivas, tendientes a limitar la ocurrencia de las plagas haciéndoles desfavorable el medio ambiente para su desarrollo, y
- ii) Correctivas, para erradicar las infestaciones existentes (39, 48).

MEDIDAS PREVENTIVAS

Para prevenir la infestación de insectos en el almacén se adoptarán - medidas tales como (35, 42):

- Almacenar en locales adecuados (a prueba de plagas, factibles de -- hermetizar, etc.).
- Revisar y corregir la condición física del almacén antes de introducir el grano.
- Efectuar una limpieza general, tanto del interior como del exterior del local, eliminando la basura y restos de grano.
- Aplicar un insecticida con poder residual a piso, paredes y techo, principalmente en el interior del almacén.
- Almacenar grano limpio y con bajos contenidos de humedad y temperatura.
- Aplicar insecticida directamente al grano, aunque esto dependerá -- del destino que se le vaya a dar, del período de almacenamiento, el tipo de insecticida, dosis a aplicar y si está autorizado su uso.

- Inspeccionar periódicamente el almacenamiento y, dado el caso, proceder a corregir cualquier anomalía que se presente.

Cordones sanitarios.

Frecuentemente resulta necesario aplicar un rociado de insecticida a las superficies de locales, estibas, transportes y graneles, para eliminar cualquier insecto presente, pero la finalidad más importante es depositar sobre esas superficies una película residual que resulte tóxica para los insectos que se desplacen sobre ella. Esta efectividad residual protectora disminuye con el transcurso del tiempo y dependerá del tipo de insecticida, de las condiciones climáticas, así como del tipo de superficie a tratar, factores éstos que determinan a la vez la frecuencia de los tratamientos (por ejemplo: en los climas tropicales las aplicaciones serán más constantes respecto a los climas fríos en los que son más espaciadas).

Para estas aplicaciones son recomendables las formulaciones en polvos dispersables, aunque también pueden utilizarse los concentrados emulsionables.

Productos empleados para estos fines son el lindano, malatión, metilpirimifos, propoxur y diclorvos, entre otros, de los cuales los dos primeros son más comunes (3).

Tratamiento de granos y semillas

Con el objeto de prevenir la infestación de los granos y semillas a almacenar suele tratarseles con productos químicos que los protegen, pero estos materiales se emplean considerando:

- i) Si se trata de semilla, su poder germinativo deberá conservarse inalterado.
- ii) Si el grano es destinado para su industrialización o como alimen-

to para el hombre o sus animales, no deben dejar residuos tóxicos peligrosos o letales.

En la aplicación de productos químicos a la semilla existe mayor libertad en la variedad de compuestos protectores, ya que pocas son las sustancias que causan daño al poder germinativo en dosis que son letales para los insectos (20, 28).

En el tratamiento de granos las investigaciones toxicológicas han limitado la gama de productos permisibles, pues es imprescindible que ofrezcan seguridad para la salud (15); así sólo pueden utilizarse, a dosis determinadas de ingrediente activo, piretrinas y malatión (28). En el caso de grandes volúmenes se emplean preferentemente concentrados emulsionables, cuidando no aplicar más de 2.5 lt de líquido/tonelada, siendo la mejor forma de aplicación durante su traslado en bandas transportadoras; para el caso de pequeños volúmenes es preferible emplear polvos de baja concentración, aplicándolos por medios mecánicos (espolvoreadoras) o por mezcla manual (3, 10). Debe reiterarse -- que esta práctica es recomendable para las mercancías a almacenar a granel por largo tiempo, principalmente en bodegas mecanizadas o en las que presentan muchas dificultades para su hermetización y consecuente aplicación de fumigantes (28).

MEDIDAS CORRECTIVAS

Cuando se detecte la presencia de alguna plaga de insectos se procederá a combatir su existencia, pero antes de aplicar cualquier medida correctiva deberán considerarse las causas que dieron lugar a la infestación para enmendarlas e identificar la(s) especie(es) de insecto(s) problema, los estados biológicos y el grado de infestación presentes, ya que esto facilitará decidir las medidas de control más ade

cuadas.

Ahora bien, en la conservación de los granos y otros productos que se almacenan, se utiliza propiamente como método correctivo la fumigación, empleando para tal fin los fumigantes.

Un fumigante aparte de ser volátil y tóxico, deberá reunir otras características como no ser residual, no manchar los productos, no ser flamable, no formar mezclas explosivas con el aire, no reaccionar con los productos (poco adsorbible y fácilmente desorbido por aireación), no ser corrosivo y si tener buena penetrabilidad (difusión), de fácil manejo y disponible en el mercado. Así, son pocos los productos que tienen tales características, por lo que los fumigantes más utilizados son la fosfina y el bromuro de metilo (3, 48, 52).

Fumigación con fosfina

La fosfina (PH_3) es un gas tóxico cuyo empleo como fumigante sólo es posible mediante una preparación especial (tabletas, pellets, perdigones) que permiten su aplicación sin liberación inmediata del gas. Este fumigante "sólido" está compuesto por fosfuro de diversos metales (Al, Mg, Zn), carbamato de amonio y parafina; en presencia de humedad estos preparados reaccionan liberando el fosfuro de hidrógeno (fosfina) e hidróxido de aluminio.

La fosfina ofrece mayores ventajas sobre otros fumigantes debido a su facilidad de aplicación, ya que no se requiere equipo especial y los preparados "sólidos" se pueden esparcir sobre las superficies de las estibas o debajo de las parrillas que las soportan, colocándolos sobre papel o charolas; también pueden fumigarse graneles poco profundos, ya que la penetración que tiene puede alcanzar 7 m de la masa de granos. Al irse liberando lentamente el gas, la colocación de lonas -

plásticas en estibas o la hermetización de bodegas puede realizarse - sin mayor peligro, después de colocar los comprimidos, pero esto no - implica omitir el equipo de protección personal.

El período de fumigación varía de 3-7 días, después del cual se retiran las lonas o deshermetizan los almacenes para su ventilación (3, - 12, 28).

Fumigación con bromuro de metilo

El bromuro de metilo (CH_3Br) tiene forma de gas solamente por encima de su punto de ebullición, 3.6°C , por lo que se envasa a presión en forma líquida y puesto que a bajas concentraciones es casi inodoro, - generalmente se le mezcla con cloropicrina (agente lacrimógeno) para alertar a los operarios. Este fumigante penetra pronta y fácilmente - por toda la masa de material y se desvanece rápidamente después del - período de fumigación, de modo que el producto puede manejarse segura- mente pasadas unas pocas horas de la deshermetización. No es flamable ni explosivo y no tiene acción corrosiva sobre la mayoría de los meta- les distintos al aluminio, aunque si tiene reacción disolvente o quí- mica con muchos materiales plásticos y orgánicos (28).

Este fumigante es de gran utilidad para fumigar bodegas y almacena- mientos susceptibles de hermetizar, siendo deseable realizar las apli- caciones mediante un sistema de tubos y boquillas (redes de distribu- ción para estibas e inyectores para los graneles) (3).

El tiempo de exposición varía de 24-48 Hr, después del cual se venti- la y aunque el fumigante adsorbido puede eliminarse así, hay una pe- queña proporción que queda irreversiblemente adsorbida en cantidad -- que varía según sea el producto, y en el caso de harinas estos resi- duos de bromuro inorgánico no se eliminan con la molienda ni el hor--

neado e incluso en muchos países, a causa de esto, se han reconsiderado los niveles máximos de tolerancias, así como restringir el uso de este fumigante (28).

Cabe señalar que la efectividad de las fumigaciones dependerá de factores tales como: hermeticidad lograda, características de la mercancía (contenido de humedad, impurezas, tiempo de almacenamiento), fumigante, dosis empleada, técnica de aplicación, tiempo de exposición, estado biológico de los insectos y condiciones microclimáticas. Por ejemplo, en los insectos los fumigantes actúan penetrando a través -- del sistema respiratorio, dependiendo su efectividad del ritmo respiratorio; así, las temperaturas óptimas para la actividad de los insectos en las que el ritmo de respiración es más elevado, ofrecerán las condiciones idóneas para la fumigación; a medida que sea más baja la temperatura, mayor será la dosis necesaria y el período de tiempo requerido; además, los estados biológicos más inactivos respiratoriamente (huevo y pupa) serán más "resistentes" a la acción de los fumigantes.

Debe tomarse en cuenta también que la susceptibilidad de algunas especies de insectos varía con las características de la región donde se hacen las aplicaciones; así un insecticida puede ser apropiado para combatir una plaga a una dosis dada en cierta zona del país, pero el mismo material y la misma dosis no tendrá igual efectividad al emplearse en otras localidades.

Por otro lado, dado que algunos de los compuestos químicos usados para controlar a los insectos en el almacén representan un peligro, en cuanto a su manejo y aplicación continua, aunado a que algunas especies han desarrollado resistencia a otros (53), ha sido necesario in-

investigar nuevos métodos de control (almacenamiento hermético, almacenamiento en atmosferas controladas), así como nuevos productos insecticidas (insecticidas biológicos: Bacillus thuringiensis, reguladores del crecimiento; insecticidas piretroides, orgánico-fosforados y carbámicos) (48).

III. O B J E T I V O S .

La realización del presente trabajo tuvo como objetivo fundamental -- considerar las posibilidades potenciales del control de insectos-plaga de almacén mediante la utilización de fenitrotión, experimentando y comparando sus efectos contra malatión a nivel laboratorio y bajo condiciones controladas.

Así se pretendió:

- Determinar la efectividad de los productos insecticidas bajo prueba.
- Establecer las dosis de aplicación para los tratamientos de superficies y mezcla directa con grano.
- Determinar el efecto residual protectante de los productos en ensayo.
- Establecer la aplicabilidad de las formulaciones insecticidas probadas.

IV. ANTECEDENTES

Los primeros descubrimientos de sustancias protectoras contra los insectos-plaga surgieron por observación y por la aplicación del método de prueba y error, siendo algunos de los compuestos iniciales el azufre, el arsénico, la nicotina, el cloruro de mercurio y el sulfato de cobre; y no fue hasta mediados del siglo XIX que comenzaron a aplicarse sistemáticamente los métodos científicos para su control.

Hacia 1850 se introdujeron dos importantes insecticidas naturales: la rotenona, obtenida de las raíces de la planta derris, y el piretro, - extraído de las cabezuelas de las flores de una especie de crisantemo. A partir de 1892 empezaron a utilizarse materiales inorgánicos como - los arsenitos de cobre (verde París) y de plomo, cuyo uso tan extenso provocó la necesidad de introducir la primera legislación estatal para regular el empleo de éstos insecticidas en los Estados Unidos.

En los comienzos del siglo XX, después de la primera guerra mundial, se desaprobó la aplicación de insecticidas arsenicales por sus residuos venenosos, estimulándose la búsqueda de compuestos menos peligrosos, lo que llevó a la introducción de insecticidas orgánico-sintéticos (disulfuro de carbono, p-diclorobenceno, naftaleno).

En 1939 se descubrieron las propiedades insecticidas del dicloro difenil triclorostano o DDT, aunque se sintetizó desde 1874, el cual se - convirtió en el insecticida más ampliamente utilizado en el mundo por sus enormes beneficios al controlar epidemias.

Después del éxito del DDT varios productos análogos (metoxicloro, aldrin, endrin, dieldrin, heptacloro) fueron descubiertos; sin embargo, su elevada toxicidad y persistencia en la ecosfera, obligó a buscar -

compuestos de efectos menos duraderos y no acumulativos en el medio ambiente.

En 1950 se desarrollaron los compuestos orgánico-fosforados como el paratión y el malatión, descubriéndose además el grupo químico de los insecticidas carbámicos, los cuales no se comercializaron hasta una década más tarde (9).

En los últimos veinte años ha habido un aumento considerable en el número de compuestos insecticidas (piretroides sintéticos, hormonas, feromonas y otros); no obstante, el lapso que transcurre entre el descubrimiento y su comercialización, es de por lo menos 10 años, pues deberán evaluarse su toxicidad, residuos y otros riesgos potenciales para el hombre y su medio ambiente (15).

En el país como consecuencia de la pobre inversión en investigación y desarrollo, se incorporan a la producción nacional algunos productos después de gran tiempo de su aparición en el mercado, o justo cuando la vigencia de las patentes está próxima a caducar o cuando su empleo tiende a disminuir.

Además, el uso intensivo de un reducido número de insecticidas por muchos años, hace obvia la necesidad de que se introduzcan otros productos para combatir las especies resistentes.

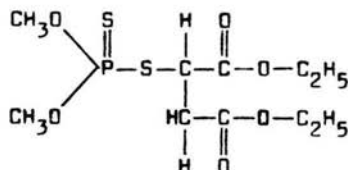
INSECTICIDAS ORGANICO-FOSFORADOS

En los inicios de los 70's los insecticidas orgánico-fosforados jugaron el mismo papel en el control de artrópodos de importancia en la Salud Pública, que los orgánico-clorados de mediados de los 40's hasta mediados de los 60's, al reemplazarlos porque eran efectivos contra las especies resistentes, biodegradables (no contaminan el medio

ambiente por un largo período de tiempo) y menos tóxicos para los organismos que no se desean eliminar.

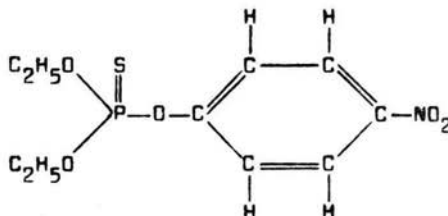
Kenega y Allison (52) dividen los compuestos orgánico-fosforados en tres grupos:

- i) El grupo del malatión o de los "derivados alifáticos de compuestos de fosforo", sin un anillo de benceno.



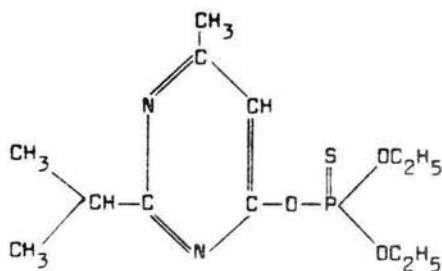
M a l a t i ó n
/0,0-dimetil ditioposfato del dietil mercaptosuccionato/

- ii) El grupo del paratión o de los "derivados aryl (fenil) de ----- compuestos de fosforo", basados sobre el anillo de benceno.



P a r a t i ó n
/0,0-dietil O-p-nitrofenil fosforotioato/

- iii) El grupo del diazinón o de los "derivados heterocíclicos de ---- compuestos de fosforo", en los cuales por lo menos un carbón en el anillo de benceno ha sido reemplazado por un átomo de otro -- elemento tal como oxígeno o nitrógeno.



D i a z i n ó n
/O,O-diethyl O-(2-isopropil-6-metil-4-pirimidinyl) fosforotioato/

Estos compuestos, derivados básicamente del ácido fosfórico (H₃PO₄), se caracterizan por su estructura y modo de acción similar inhibiendo la enzima colinesterasa.

MALATION

El malatión es un insecticida particularmente seguro (Tablas 2 y 3) - que ha sido utilizado profusamente en todo el mundo para la protección de alimentos almacenados, pudiendo aplicarse en situaciones en las que es probable la contaminación de alimentos para el hombre, aunque está sujeto a determinados niveles de tolerancias.

El ingrediente activo actúa principalmente por contacto, es menos estable químicamente que muchos insecticidas, ya que se desdobra con bastante rapidez en condiciones alcalinas (encalado, cemento) o en presencia de enzimas producidas por grano húmedo o enmohecido (9, 10, 28).

El material grado técnico es un fluido amarillo claro que puede ser incorporado en soluciones, concentrados emulsionables, polvos "secos", polvos humectables e incluso en cebos; aún cuando despiden un olor desagradable (sulfuroso), no mancha ni se impregna a los productos alimenticios tratados y normalmente se utilizan calidades refinadas (deodorizadas). Los preparados en polvo, a bajas concentraciones, tienen

T A B L A 2

T O X I C I D A D O R A L E N R A T A S

TOXICIDAD	DL ₅₀ (mg/kg)
Extremadamente tóxico	1
Altamente tóxico	+1 a 50
Moderadamente tóxico	+50 a 500
Ligeramente tóxico	+500 a 5000
Prácticamente no tóxico	+5000 a 15000
Relativamente inofensivo	+15000

- Tomado de Cremlyn R, 1982.

T A B L A 3

T O X I C I D A D D E A L G U N O S I N S E C T I C I D A S O R G A N I C O - F O S F O R A D O S

TOXICIDAD	INSECTICIDA	DL ₅₀ DERMAL	DL ₅₀ ORAL
Altamente tóxico	Paratión etílico	6.8	3.6
	Paratión metílico	67.0	24.0
Moderadamente tóxico	Diclorvos (DDVP)	75.0	56.0
	Clorpirifos	202.0	82.0
	Diazinón	455.0	286.0
	Fenitrotión	+3000.0	600-800
Ligeramente tóxico	Malatión	4444.0	1000.0

- DL₅₀ en mg/kg para ratas hembras.

- Basado en US Department of Health, Education and Welfare, 1975.

- La DL₅₀ dermal de fenitrotión es según Bayer Pflanzenschutz, 1978.

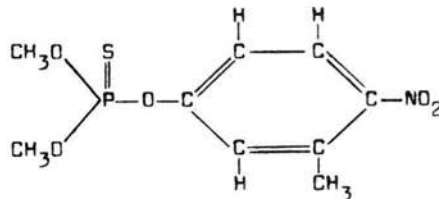
- La DL₅₀ oral de fenitrotión es según World Health Organization, -- (1975).

una vida relativamente corta, siendo los concentrados emulsionables y polvos humectables los que tienen características satisfactorias de -residualidad estimada en 3-5 meses (10).

El malati6n está registrado para controlar más de 100 especies de insectos y en cuanto al control de insectos-plaga de almacén, es eficaz contra la mayoría de las especies, aunque en los últimos años se ha -encontrado que no controla a las fases preadultas de algunas especies de palomillas, más aún, algunos insectos han desarrollado resistencia, particularmente Tribolium castaneum (7, 2, 28, 29, 52)

FENITROTION

Este es un compuesto insecticida /O,O-dimetil-O-(3-metil-4-nitrofenil)-tiofosfato/, conocido anteriormente como Accothion, Metathion, Novathion o Sumithion, que fué objeto de una exhaustiva investigaci6n por parte del grupo de expertos de la FAO sobre resistencia de plagas a -insecticidas, en relaci6n a su posible uso para combatir a las espe--cies de insectos de almacén, tomndosele en cuenta para la mayoría de las aplicaciones en las que se utilizan lindano y malati6n, conside--rando su relativamente baja toxicidad para los mamíferos (Tablas 2 y 3) (9, 28, 54, 56).



El fenitroti6n es de los insecticidas orgánico-fosforados más esta---bles, y por tanto uno de los más persistentes, pero en condiciones al calinas es muy inestable y se degrada más rápidamente conforme aumen-

ta la temperatura (1, 40, 55, 56). Tiene un amplio espectro de acción, pues actúa como insecticida de contacto y veneno estomacal (5, 9, 28), lo cual ha incrementado notablemente los campos de uso, empleándose - contra plagas de la agricultura en tratamientos pre-cosecha y post-co-secha, contra insectos forestales y especies importantes en la Salud Pública (56)

La mayoría de los insectos que atacan los productos almacenados son - susceptibles al fenitrotión, por lo que en países como Australia, Bra-sil, Finlandia, India y Zambia, entre otros, ya se utiliza para tra--tar estructuras almacenadoras de granos y productos envasados (4, 34, 54, 56), porque controla efectivamente tanto larvas como adultos de - Sitotroga cerealella, Tribolium castaneum, Oryzaephilus surinamensis, Sitophilus oryzae y algunas otras especies resistentes a otros insecti-cidas (1, 5, 7, 30), incluso la FAO avala su adición al grano almacena-do en dosis en un rango de 8-10 ppm (5, 6, 17, 18, 19, 56).

V. MATERIALES Y METODOS

INSECTICIDAS EN ESTUDIO

Para efectuar el presente estudio se dispuso del fenitrotión en formulaciones comerciales de concentrado emulsionable (F-1000) y en polvo (F-1 %). Las pruebas experimentales de fenitrotión se evaluaron paralelamente contra formulaciones comerciales de malatión en concentrado emulsionable (L-1000 E), un preparado en polvo (M-4 %) y un patrón estándar grado técnico con 95 % de pureza (LET), para efectos de comparación.

INSECTOS-PRUEBA

Las especies de insectos seleccionadas para esta experimentación fueron Sitophilus oryzae/zeamais, "picudo cuatro manchas"; Frostephanus truncatus (Horn), "barrenador mayor de los granos" y Tribolium castaneum (Herbst), "gorgojo castaño de las harinas", las cuales se identificaron en base a las características descritas por diferentes autores (16, 25, 52).

La elección de estas especies se hizo en función de su amplia distribución en el país, así como por su incidencia y daños que ocasionan al maíz y otros cereales almacenados (33, 42, 43, 44, 49).

Los insectos fueron tomados de los "pies de cría" del Laboratorio de Entomología del CENICCANDSA y se propagaron cultivos de cada especie, empleando maíz como sustrato y desarrollándolos en frascos de vidrio de boca ancha de 5 lt, con tapa de malla de alambre del No. 50, bajo condiciones constantes de humedad y temperatura, 60 ± 5 % y 28 ± 2 °C

respectivamente (31).

BICENSAYOS

Con la finalidad de establecer la efectividad de los productos en experimentación, reflejada por la mortalidad ocasionada en las especies -- prueba, se realizaron bioensayos consistentes en la exposición de poblaciones de insectos a los materiales tratados con los insecticidas, previo período de 1 hr sin alimento, evaluando la mortalidad ocasionada a diferentes intervalos de tiempo y bajo condiciones constantes de humedad relativa y temperatura.

La mortalidad de los insectos-plaga se determinó en base al criterio de "derribamiento" (knockdown), definido como la incapacidad de los insectos para sostenerse y caminar (16, 46), para lo cual se daba un ligero empujón a cada individuo con una aguja de disección para definir su estado.

RESIDUALIDAD

El efecto residual protector de los productos en estudio se determinó reutilizando los materiales iniciales, que se mantuvieron a condiciones constantes de humedad y temperatura durante toda la experimentación, para efectuar nuevos bioensayos a los 3 y 6 meses posteriores a la impregnación de los materiales, siendo las condiciones y tiempo de exposición similares a las de la evaluación inicial (39).

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

Con la finalidad de definir si el producto insecticida bajo prueba re

sulta útil en el establecimiento de cordones sanitarios en los almacenamientos, se procedió a ensayar diferentes dosis de ingrediente activo aplicados por unidad de área.

En tales ensayos se emplearon como superficies-prueba, discos de papel filtro (Whatman No. 1, 7 cm diam.) con un área delimitada con cilindros de cobre de 5.0 cm de diam. y 2.5 cm de altura.

Para impedir que los insectos ascendieran por las paredes de los cilindros y evitaran el contacto con la superficie tratada, aplicamos una película de fluón (politetrafluoroetileno, ICT) de 1 cm de ancho. Puesto que las especies de insectos elegidas para la experimentación eran voladoras, cubrimos la parte superior del cilindro con malla fina de nylon (16).

Impregnación de las superficies-prueba

La aplicación de los concentrados emulsionables y el insecticida grado técnico se hizo preparando soluciones, de las que se empleó 1.0 ml para desplazarlo en cada papel filtro, suspendido sobre alfileres, siguiendo una espiral decreciente mediante una jeringa hipodérmica.

Después de la impregnación las superficies-prueba se dejaron ventilar por 24 hr a condiciones de laboratorio (22 ± 2 °C y 50 ± 5 % HR), antes de exponer los insectos, para eliminar completamente el vehículo (16).

Las formulaciones en polvo se aplicaron directamente, para lo cual sólo fue necesario pesar en una balanza analítica, marca Sauter, el material que contenía la cantidad de ingrediente activo deseada y espolvorear uniformemente sobre el papel filtro.

Esta parte experimental implicó formar 5 lotes, uno por cada formulación insecticida, con su respectivo testigo y serie de dosis (Cuadro 6)

por triplicado.

Exposición de los insectos a las superficies-prueba

En la experimentación se utilizaron poblaciones de 20 insectos de cada especie en estado adulto, de edad homogénea y sin diferenciación de sexo, para cada dosis considerada y testigo de cada lote prueba.

Los insectos fueron tomados aleatoriamente de los cultivos desarrollados y se colocaron en tubos de ensayo de 1 x 10 cm sin alimento, a condiciones de laboratorio, por 1 hr antes de la exposición.

Similarmente en forma aleatoria se distribuyeron en los lotes de papel filtro tratados, para reducir la variabilidad de los mismos (16).

En los bioensayos iniciales registramos la mortalidad ocasionada cada 24 hrs, por un lapso de 96, manteniendo a los insectos a condiciones de humedad y temperatura constantes.

Después de efectuar la primera evaluación retiramos los insectos y guardamos las superficies-prueba bajo condiciones controladas (28 ± 2 °C y 60 ± 5 % HR) para realizar las pruebas posteriores (39).

TRATAMIENTO DE GRANO

Esta fase experimental nos permitió determinar la efectividad de control de los insecticidas en ensayo sobre las especies de insectos seleccionadas, así como establecer las dosis para su aplicación directa al grano.

Con tal fin se utilizaron porciones de 100 gr de maíz amarillo importado, que se colocaron en frascos de vidrio de boca ancha de 1 lt de capacidad con tapa de malla fina de alambre (No. 50), y se impregnaron con alícuotas de 5 ml de cada solución insecticida a ensayar (39).

C U A D R O 6

DOSES DE APLICACION DE LOS INSECTICIDAS PARA EL
TRATAMIENTO DE SUPERFICIES (mg/m²)

L G T	L-1000 E	F-1000	M-4%	F-1%
0	0	0	0	0
200	200	200	200	200
400	400	400	400	400
500	500	500	500	500
600	600	600	600	600
800	800	800	800	800
1000	1000	1000	1000	1000
1500	1500	1500	1500	1500
2000	2000	2000	2000	2000

- Dosis en base a ingrediente activo.

C U A D R O 7

DOSES DE APLICACION DE LOS INSECTICIDAS PARA EL
TRATAMIENTO DE GRAND (ppm)

L G T	L-1000 E	F-1000	M-4%	F-1%
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
20.0	20.0	20.0	20.0	20.0

- Dosis en base a ingrediente activo.

Acondicionamiento del grano

Para el desarrollo de esta parte experimental fué necesario constatar inicialmente que el grano a tratar estuviera libre de plagas biológicas. Así se separaron granos hasta completar 1 kg de cada una de tres partidas diferentes; se homogenizaron y depositaron en frascos de vidrio de boca ancha de 5 lt, con tapa de malla fina de alambre, para infestarlas con 300 insectos e incubarlas por 7 días a condiciones -- ideales. Transcurrido este tiempo, comprobamos la inexistencia de residuos tóxicos por la ausencia de mortalidad en la población expuesta (39). Del grano de la partida donde no hubo mortalidad separamos la cantidad de muestra requerida para la experimentación y la guardamos en una bolsa de plástico.

El posible desarrollo de plaga en el grano seleccionado se evitó incubando la muestra 7 días a 28 ± 2 °C de temperatura y 60 ± 5 % de humedad relativa y refrigerándola inmediatamente después a $- 2$ °C otro -- lapso igual.

Después medimos el contenido de humedad del grano con un determinador Motomco 919 y ajustamos a 12 % (31).

Impregnación del grano

Los concentrados emulsionables y el insecticida grado técnico se incorporaron al grano mediante alicuotas de las soluciones preparadas; para optimizar la impregnación se utilizó una jeringa hipodérmica de 1 ml, cuyo volumen se desplazaba sobre la superficie del grano, homogenizando el tratamiento con movimientos rotatorios y así sucesivamente hasta agotar el total de la alicuota (5 ml). Para asegurar la eliminación del vehículo se dejó ventilar los materiales por 24 hrs a condiciones de laboratorio, antes de proceder a los bioensayos.

Los preparados en polvo se esparcieron directa y uniformemente sobre el grano y homogenizamos por rotación.

En esta parte de la investigación también se conformaron 5 lotes experimentales, cada uno con su testigo y serie de dosis (Cuadro 7) por duplicado.

Exposición de los insectos al grano tratado

Después de impregnar el maíz con los insecticidas efectuamos un bioensayo, para lo cual tomamos y distribuimos en forma aleatoria las poblaciones de insectos en los frascos conteniendo el grano tratado, -- previo período de inanición, manteniéndolos a condiciones ideales (16) para evaluar la mortalidad ocasionada cada 24 hrs hasta por un período de 96.

El efecto residual se determinó guardando los materiales iniciales bajo condiciones controladas de humedad y temperatura, una vez retirados los insectos empleados en la prueba inicial, para reutilizarlos en los bioensayos a los 3 y 6 meses después de la impregnación (39).

VI. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente experimentación se resumen en los Cuadros 8-13 y son los valores promedio de los triplicados y duplicados considerados en la conformación de los 5 lotes experimentales para cada diferente dosis y modalidad de aplicación.

C U A D R O B

MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS DE EXPOSICION EN SUPERFICIES TRATADAS CON INSECTICIDAS AL INICIO DE LOS TRATAMIENTOS

DOSIS (mg/m ²)	L G T			L-1000 E			F-1000			M-4%			F-1%		
	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	100	80	100	70	60	100	100	100	100	100	70	100	100	100	100
400	100	85	100	100	90	90	100	100	100	100	75	100	100	100	100
500	100	95	100	100	95	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100
600	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100
800	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100
1000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100
1500	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

- So/z: Sitophilus oryzae/zeamais, Tc: Iribolium castaneum, Pt: Prostephanus truncatus.

- Se dan los porcentajes de mortalidad promedio.

- Experimentación bajo condiciones controladas de humedad relativa y temperatura (60 ± 5 % y 28 ± 2 °C).

C U A D R O 9

MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS DE EXPOSICION EN SUPERFICIES TRATADAS CON INSECTICIDAS
A LOS 3 MESES DESPUES DE LA IMPREGNACION

DOSIS (mg/m ²)	L G T			L-1000 E			F-1000			M-4%			F-1%		
	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	100	50	90	70	35	60	100	100	90	85	20	80	100	100	100
400	100	60	90	100	80	80	100	100	100	95	20	100	100	100	100
500	100	75	100	100	80	100	100	100	100	100	25	100	100	100	100
600	100	85	100	100	80	100	100	100	100	100	25	100	100	100	100
800	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	35	100	100	100	100
1000	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	40	100	100	100	100
1500	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	45	100	100	100	100
2000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100

- So/z: Sitophilus oryzae/zeamais, Tc: Tribolium castaneum, Pt: Prostephanus truncatus.
- Se dan los porcentajes de mortalidad promedio.
- Experimentación bajo condiciones controladas de humedad relativa y temperatura ($60 \pm 5\%$ y $28 \pm 2^\circ\text{C}$).

C U A D R O 10

MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS DE EXPOSICION EN SUPERFICIES TRATADAS CON INSECTICIDAS A LOS 6 MESES DESPUES DE LA IMPREGNACION

DOSIS (mg/m ²)	L G T			L-1000 E			F-1000			M-4%			F-1%		
	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt
0	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--
200	0	0	--	10	0	--	100	100	--	0	0	--	10	10	--
400	0	0	--	90	70	--	100	100	--	0	0	--	90	80	--
500	20	0	--	90	70	--	100	100	--	0	0	--	90	100	--
600	30	30	--	90	70	--	100	100	--	0	0	--	90	80	--
800	70	50	--	100	100	--	100	100	--	0	0	--	100	100	--
1000	70	50	--	100	90	--	100	100	--	10	0	--	100	100	--
1500	100	90	--	100	100	--	100	100	--	10	10	--	100	100	--
2000	100	90	--	100	100	--	100	100	--	10	10	--	100	100	--

- So/z: Sitophilus oryzae/zeamais, Tc: Tribolium castaneum, Pt: Prostephanus truncatus.

- Se dan los porcentajes de mortalidad promedio.

- Experimentación bajo condiciones controladas de humedad relativa y temperatura (60 ± 5 % y 28 ± 2 °C).

C U A D R O 11

MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS DE EXPOSICION EN GRANO TRATADO CON INSECTICIDAS
AL INICIO DE LOS TRATAMIENTOS

DOSIS (ppm)	L G T			L-1000 E			F-1000			M-4%			F-1%		
	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	100	80	100	80	65	100	100	75	90	100	75	90	100	80	100
7.5	100	80	100	95	75	100	100	90	90	100	70	100	100	100	100
10.0	100	80	100	100	75	100	100	95	100	100	85	100	100	100	100
12.5	100	95	100	100	80	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100
15.0	100	100	100	100	85	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100
20.0	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

- So/z: Sitophilus oryzae/zeamais, Tc: Tribolium castaneum, Pt: Prostephanus ----- truncatus.

- Se dan los porcentajes de mortalidad promedio.

- Experimentación bajo condiciones controladas de humedad relativa y temperatura - (60 ± 5 % y 28 ± 2 °C).

C U A D R O 12

MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS DE EXPOSICION EN GRANO TRATADO CON INSECTICIDAS
A LOS 3 MESES DESPUES DE LA IMPREGNACION

DOSIS (ppm)	L G T			L-1000 E			F-1000			M-4%			F-1%		
	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	90	30	100	80	30	80	90	40	80	30	10	40	40	40	40
7.5	90	70	100	80	50	80	90	60	80	40	30	100	100	100	100
10.0	100	80	100	80	60	80	100	80	100	100	30	100	100	100	100
12.5	100	70	100	90	60	100	100	85	100	100	50	100	100	100	100
15.0	100	80	100	100	70	100	100	90	100	100	60	100	100	100	100
20.0	100	80	100	100	70	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100

- So/z: Sitophilus oryzae/zeamais, Tc: Tribolium castaneum, Pt: Prostephanus truncatus.

- Se dan los porcentajes de mortalidad promedio.

- Experimentación bajo condiciones controladas de humedad relativa y temperatura -
(60 ± 5 % y 28 ± 2 °C).

C U A D R O 13

MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS DE EXPOSICION EN GRANO TRATADO CON INSECTICIDAS
A LOS 6 MESES DESPUES DE LA IMPREGNACION

DOSIS (ppm)	L G T			L-1000 E			F-1000			M-4%			F-1%		
	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt	So/z	Tc	Pt
0.0	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--
5.0	10	0	--	0	0	--	0	0	--	0	10	--	0	0	--
7.5	0	0	--	0	0	--	10	0	--	0	0	--	10	0	--
10.0	10	0	--	10	0	--	20	0	--	0	0	--	20	0	--
12.5	10	0	--	20	0	--	20	10	--	10	10	--	30	20	--
15.0	20	10	--	10	10	--	30	20	--	10	0	--	30	20	--
20.0	20	0	--	20	10	--	30	20	--	10	10	--	40	30	--

- So/z: Sitophilus oryzae/zeamais, Tc: Tribolium castaneum, Pt: Prostephanus truncatus.
- Se dan los porcentajes de mortalidad promedio.
- Experimentación bajo condiciones controladas de humedad relativa y temperatura - ($60 \pm 5\%$ y $28 \pm 2^\circ\text{C}$).

VII. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos se realizó la representación gráfica de los datos, de donde puede inferirse lo siguiente:

TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

La gráfica 1 permite establecer una mayor efectividad de las formulaciones a base de fenitrotión, respecto a las de malatión en el control de las especies-prueba al inicio de los tratamientos. En el caso de las presentaciones de malatión ensayadas es notoria la menor mortalidad ocasionada en Tribolium castaneum.

En la gráfica 2, residualidad a los tres meses después de la impregnación, se aprecia nuevamente mayor efectividad de control de las formulaciones con fenitrotión, aún cuando el concentrado emulsionable a dosis de 200 mg/m^2 sólo logra controlar el 90 % de la población de Prostephanus truncatus. En cuanto a malatión, el concentrado emulsionable controla las poblaciones bajo prueba a dosis de 800 mg/m^2 ; el formulado en polvo controla a Sitophilus oryzae/zeamais y P. truncatus a dosis de 500 mg/m^2 , no así a T. castaneum del cual notablemente sólo abate el 50 % de la población a una dosis de 2000 mg/m^2 ; el insecticida grado técnico controla las poblaciones de Sitophilus spp. y P. truncatus a dosis desde 500 mg/m^2 y alcanza a controlar el 95 % de la población de T. castaneum con una dosis de 800 mg/m^2

Los resultados de la evaluación de la residualidad a los seis meses,-

gráfica 3, confirman la mayor efectividad de control de las formulaciones con fenitrotión sobre sus similares de malatión, siendo mucho mayor la efectividad de control de Sitophilus spp. y T. castaneum --- (P. truncatus no se evaluó por carecer de los individuos en la cantidad requerida) con el concentrado emulsionable (F-1000) que con el -- formulado en polvo (F-1 %), aunque éste presentó mayor efectividad -- que M-4 %, LGT y L-1000 E. De las formulaciones de malatión, el concentrado emulsionable fué más efectivo que el patrón estandar y éste a su vez que el formulado en polvo, notándose que la especie que mayor problema de control presentó fué T. castaneum.

Aparte, la gráfica 4 permite observar que Sitophilus spp. es controlado aceptablemente con cualquier producto hasta por un período de tres meses a dosis de 500 mg/m^2 , y que a los seis meses F-1000 sigue actuando efectivamente a dosis desde 200 mg/m^2 ; F-1 % y L-1000 E controlan esta especie a una dosis de 800 mg/m^2 .

La gráfica 5 muestra que el control de T. castaneum fué mejor realizado con los formulados de fenitrotión, hasta por seis meses, siendo el concentrado emulsionable el más efectivo. Es apreciable además que de los preparados de malatión el concentrado emulsionable a dosis de 800 mg/m^2 logra controlarlo por seis meses; el preparado grado técnico lo controla aceptablemente por tres meses y el producto en polvo sólo -- elimina el 50 % de las poblaciones a éste tiempo.

En cuanto a P. truncatus, gráfica 6, se observa que no ofrece ningún problema para su control, salvo las dosis de $200\text{-}400 \text{ mg/m}^2$ para las formulaciones de malatión, pudiendo controlarse con cualquier producto a dosis desde 500 mg/m^2 hasta por un período de tres meses.

TRATAMIENTO DE GRAND

En la gráfica 7, evaluación al inicio de los tratamientos, se observa en primera instancia una mayor efectividad de control de las formulaciones con fenitrotión, siendo el preparado en polvo (F-1 %) el que mayor efecto mostró contra Sitophilus spp. y T. castaneum a dosis de 5 ppm, aunque para P. truncatus logra su eliminación con 7.5 ppm; el concentrado emulsionable (F-1000) es efectivo a una dosis de 10 ppm.- En relación a malatión, se observa que el insecticida grado técnico controla óptimamente a Sitophilus spp. y P. truncatus a dosis desde 5 ppm, pero el problema sigue siendo T. castaneum, que se abate a dosis de 15 ppm; el preparado en polvo, muestra una ligera mayor efectividad respecto al concentrado emulsionable, pues controla Sitophilus spp. y P. truncatus a dosis de 7.5 ppm, mientras que el segundo requiere una dosis de 10 ppm, además controla T. castaneum con una dosis de 20 ppm y el concentrado emulsionable sólo el 90 % de la población.

La gráfica 8, observación de la residualidad a los tres meses después de la impregnación, muestra nuevamente una mayor efectividad de control de las formulaciones de fenitrotión sobre las de malatión, siendo el formulado en polvo el que mejor protección ofrece. De los formulados de malatión el preparado en polvo y el insecticida grado técnico fueron más efectivos respecto al concentrado emulsionable, pues se requirieron dosis de 10 ppm para controlar Sitophilus spp. y P. truncatus, mientras que L-1000 E necesitó de 15 ppm; más aún, en cuanto al control de T. castaneum el formulado en polvo con 20 ppm resultó efectivo, mientras que el patrón estándar a esa misma dosis, sólo con

trola el 80 % de la población expuesta y el concentrado emulsionable el 70 %.

En la observación de la residualidad a los seis meses posteriores a la impregnación (tampoco se expuso P. truncatus por carecer de ellos en cantidad suficiente), gráfica 9, la efectividad de control se vió disminuida notablemente en todos los insecticidas ensayados; no obstante, los preparados de fenitrotión mostraron aún mayor efectividad que sus similares de malatión e incluso que el insecticida grado técnico.

En la gráfica 10 se observa que Sitophilus spp. se controló perfectamente a dosis de 10 ppm por un período de tres meses con las formulaciones de F-1000, F-1 %, LGT y M-4 %; la formulación L-1000 E logró el control de esta especie con una dosis de 15 ppm. A los seis meses, F-1000 y F-1 % mostraron ser aún más efectivos que las formulaciones de malatión, pero no abatieron la totalidad de las poblaciones expuestas.

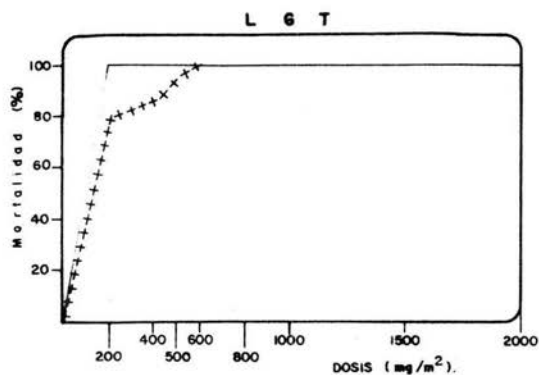
T. castaneum, gráfica 11, nuevamente fué la especie más problemática de controlar, principalmente con las formulaciones de malatión, no así para las de fenitrotión de las cuales la que mejor control logró fué el preparado en polvo a dosis de 7.5 ppm por un período de tres meses y, al igual que con Sitophilus spp., F-1000 y F-1 % fueron las que mayor mortalidad ocasionaron a los seis meses, pero sin lograr el control total.

La gráfica 12 permite observar que el insecticida que mayor efectividad de control mostró sobre P. truncatus fué el preparado grado técnico

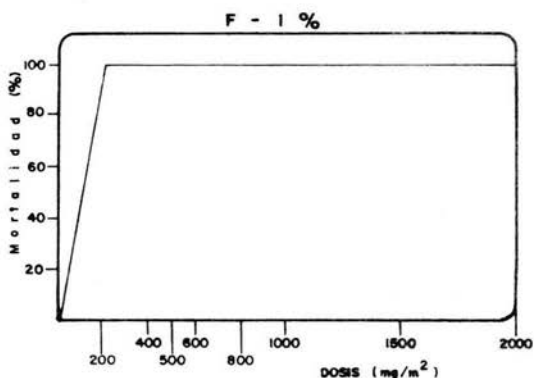
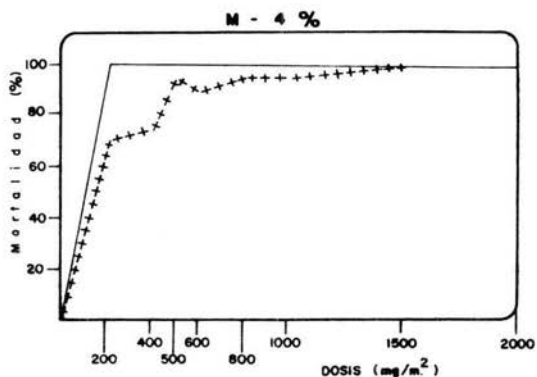
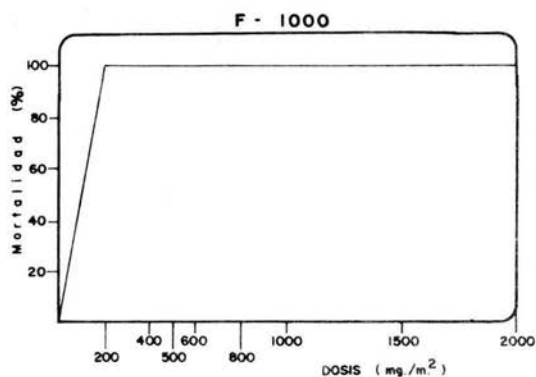
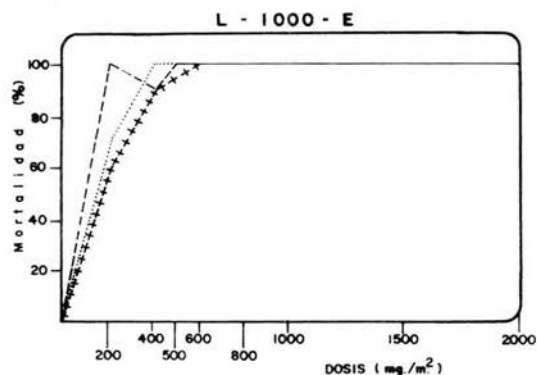
co de malatión, pues con dosis de 5 ppm logró eliminarlo completamente; los preparados en polvo ensayados lo controlaron a dosis de 7.5 ppm; F-1000 lo hizo a dosis de 10 ppm y el concentrado emulsionable de malatión fué el que mayor dosis requirió, 12.5 ppm.

Cabe observar que en todas las evaluaciones realizadas las formulaciones con fenitrotión mostraron más actividad, pues ocasionaron mayor mortalidad en las poblaciones de insectos expuestas a los materiales tratados en un lapso de tiempo menor que con los preparados de malatión.

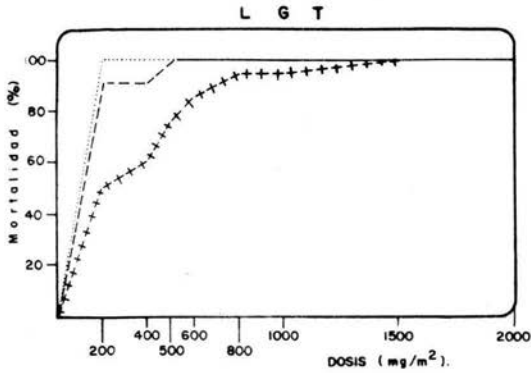
MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS. DE EXPOSICION EN SUPERFICIES TRATADAS AL INICIO DE LOS TRATAMIENTOS



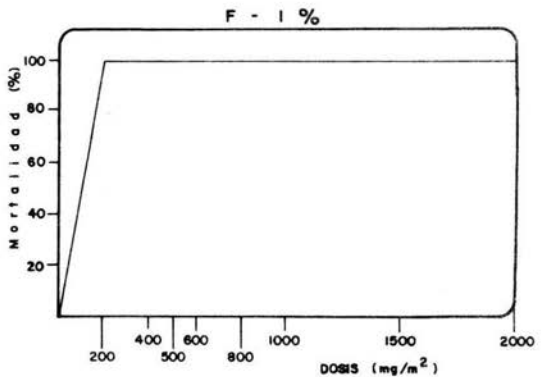
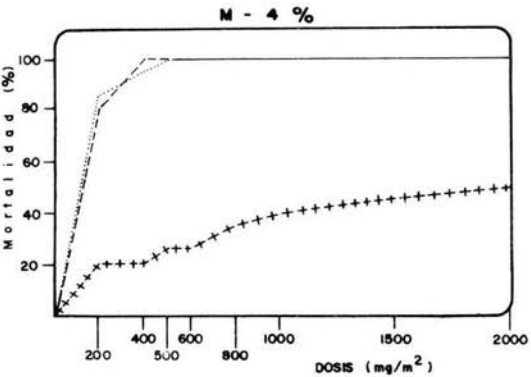
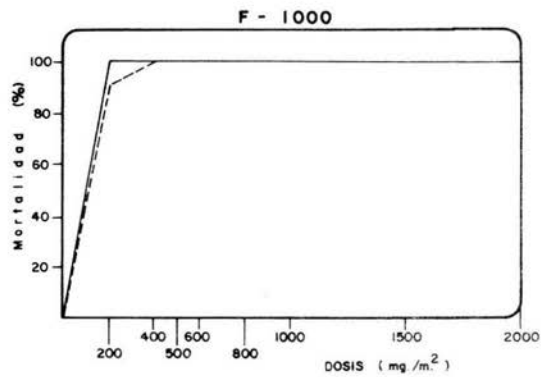
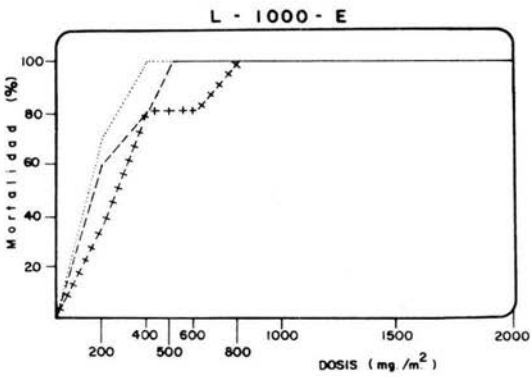
Sitophilus oryzae/zeamais
Tribelium castaneum ++++++++
Prostephanus truncatus - - - - -
VALORES SIMILARES —————



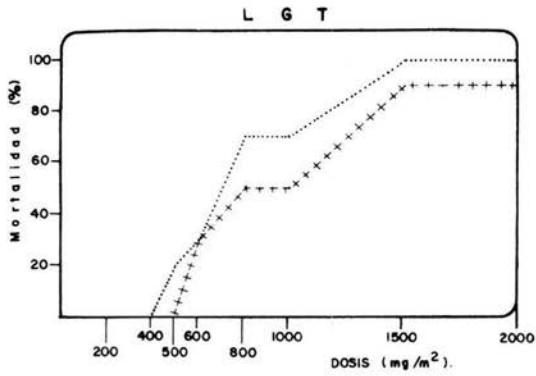
MORTALIDAD OCACIONADA A LAS 96 HRS. DE EXPOSICION EN SUPERFICIES TRATADAS A LOS 3 MESES



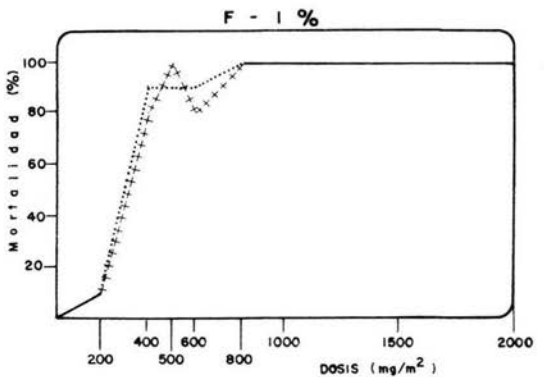
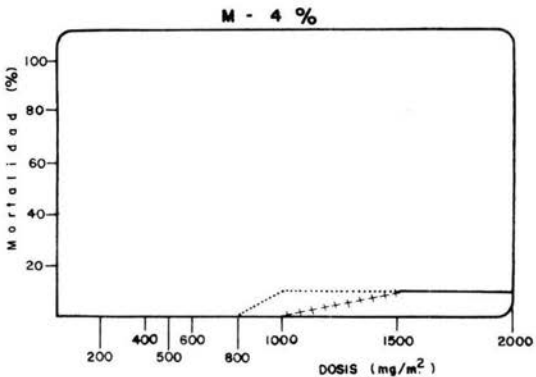
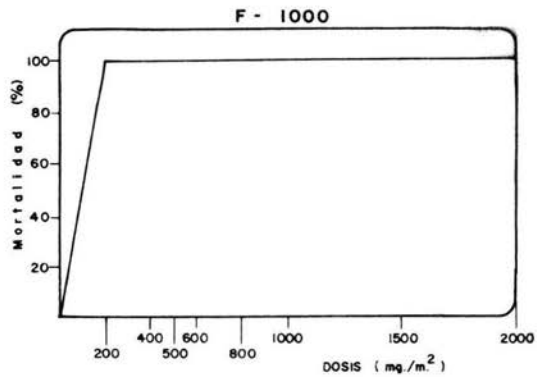
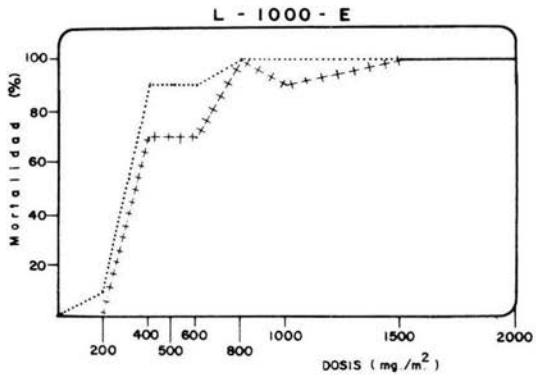
Sitophilus oryzae/zeamais
Tribolium castaneum ++++++++
Prostephanus truncatus - - - - -
 VALORES SIMILARES ———



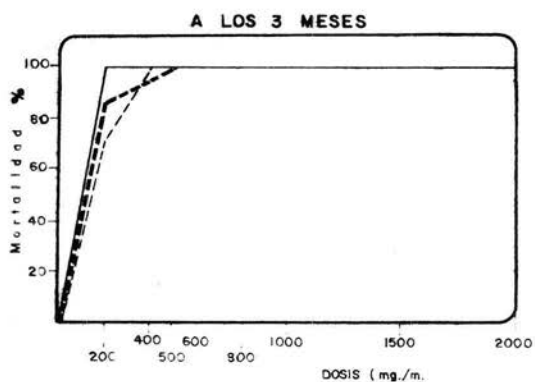
MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS. DE EXPOSICION EN SUPERFICIES TRATADAS A LOS 6 MESES



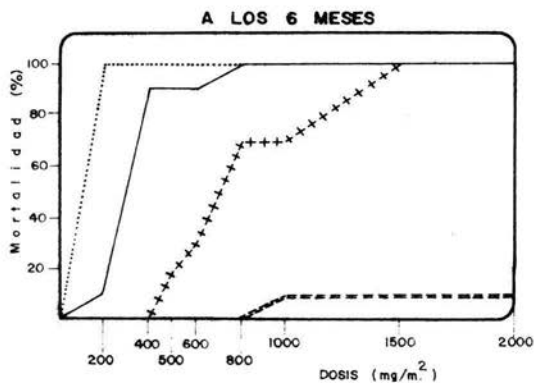
Sitophilus oryzae/zeamais
Tribolium castaneum ++++++++
Prostephanus truncatus - - - - -
 VALORES SIMILARES ———



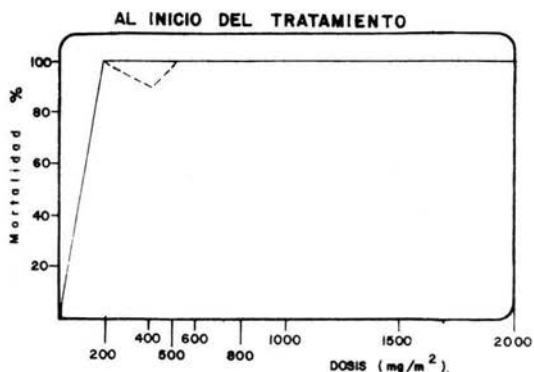
MORTALIDAD OCASIONADA EN *Sitophilus* spp. A LAS 96 HRS. DE EXPOSICION EN SUPERFICIES TRATADAS



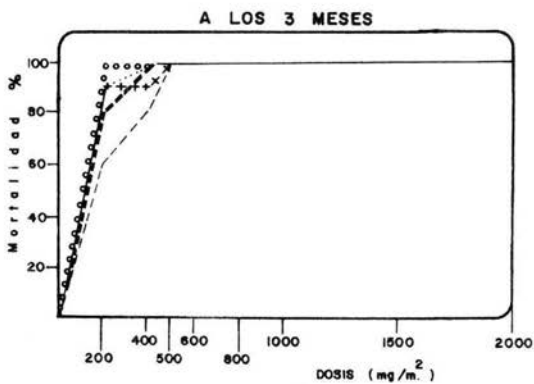
- LGT ++++++
- L - 1000 E -----
- F - 1000 (dotted)
- M - 4 % - - - - - (dashed)
- F - 1 % ooooooooooooo
- VALORES SIMILARES _____



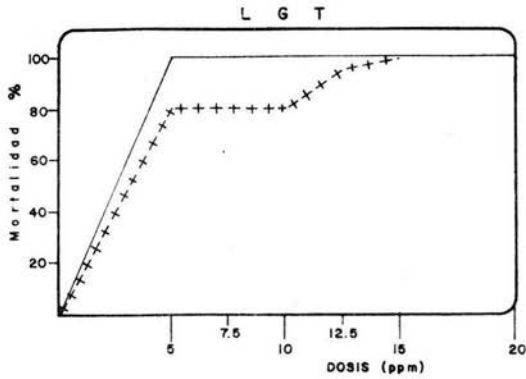
MORTALIDAD OCASIONADA EN *Prostephanus truncatus* A LAS 96 HRS. DE EXPOSICION EN SUPERFICIES TRATADAS



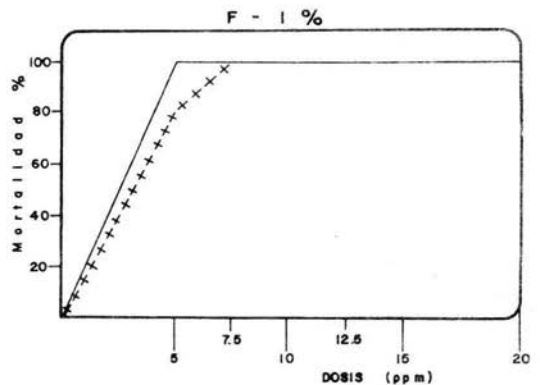
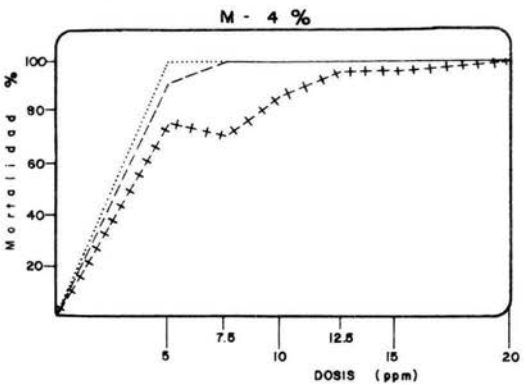
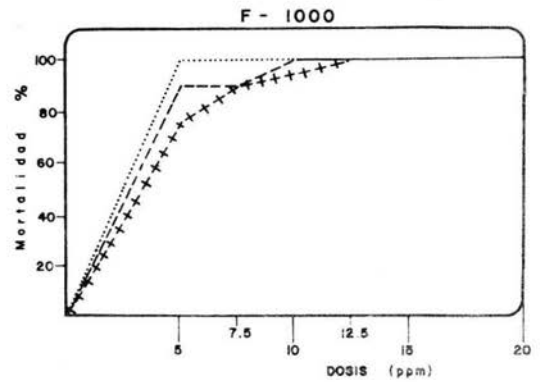
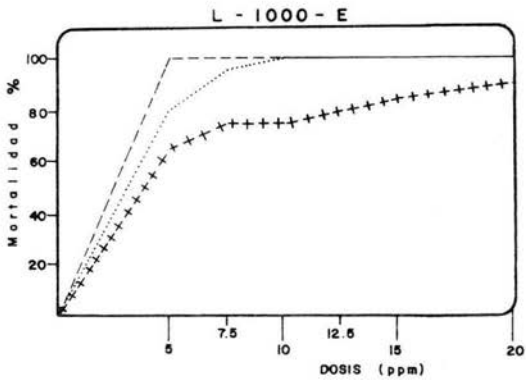
- L G T ++++++
 L - 1000 E -----
 F - 1000
 M - 4 % - - - - -
 F - 1 % ooooooooooooooo
 VALORES SIMILARES _____



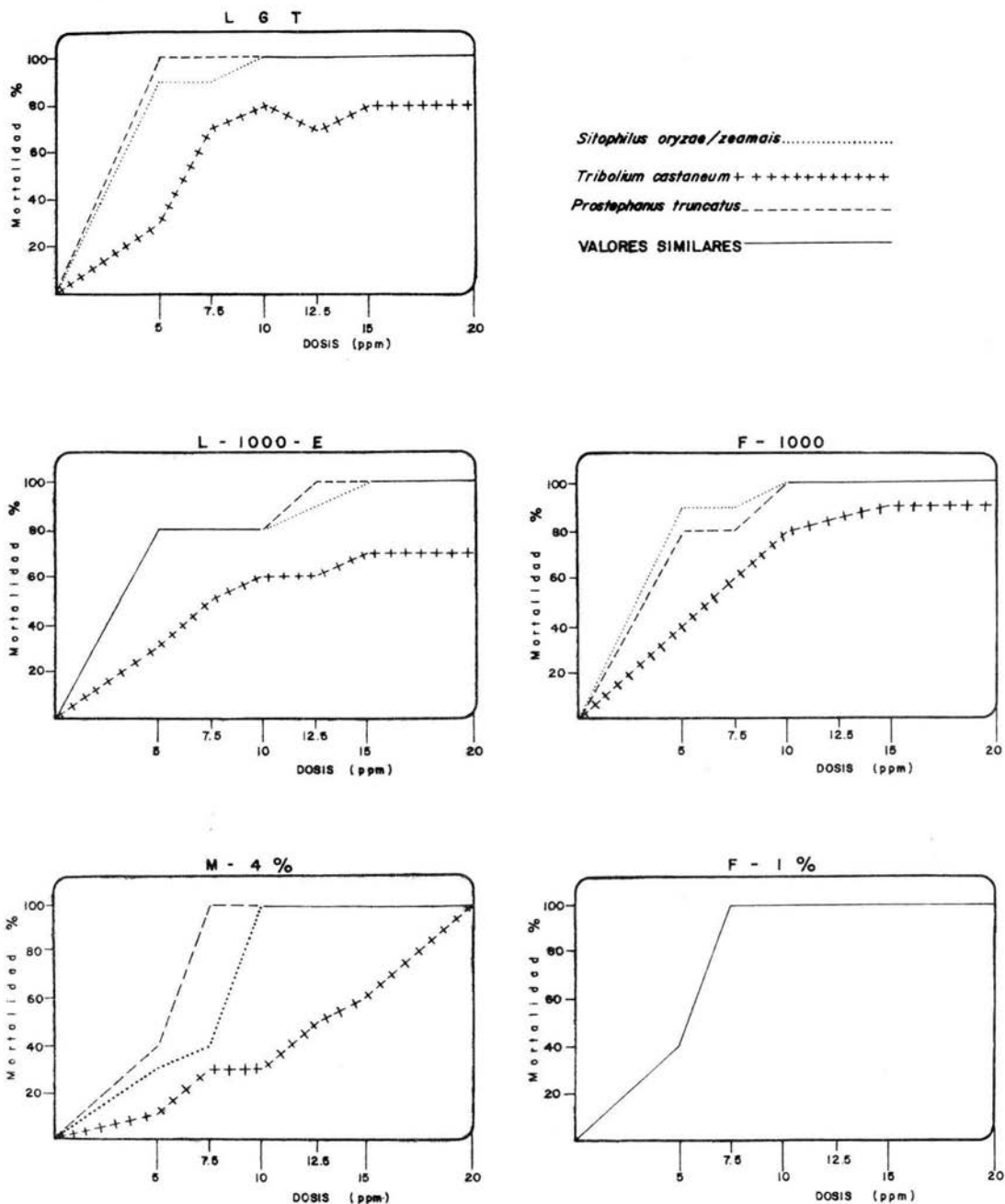
MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS. DE EXPOSICION EN GRANO TRATADO AL INICIO DE LOS TRATAMIENTOS



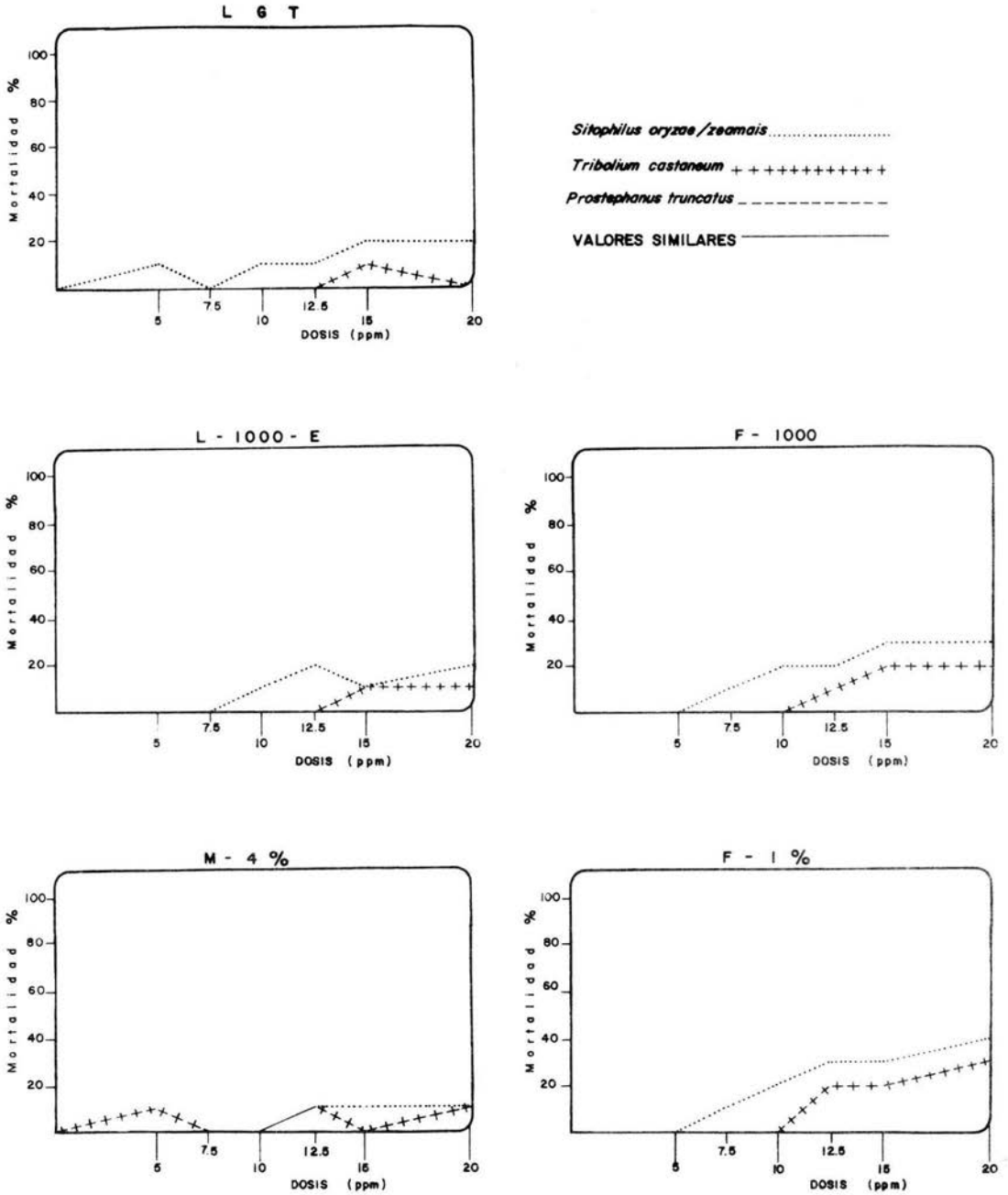
Sitophilus oryzae/zeamais.....
Tribolium castaneum +++++++
Prostephanus truncatus - - - - -
VALORES SIMILARES —————



MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS. DE EXPOSICION EN GRANO TRATADO A LOS 3 MESES

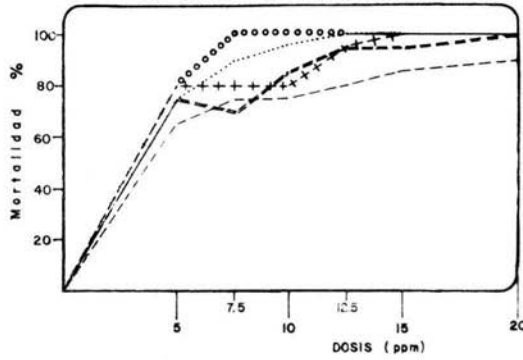


MORTALIDAD OCASIONADA A LAS 96 HRS. DE EXPOSICION EN GRANO TRATADO A LOS 6 MESES

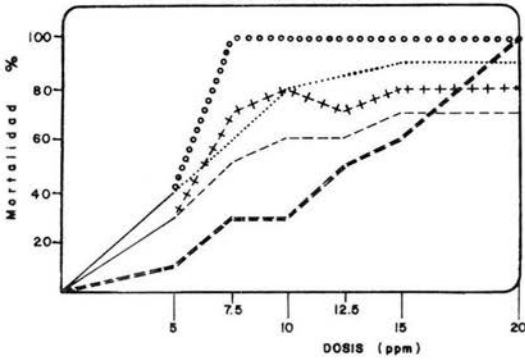


MORTALIDAD OCACIONADA EN *Tribolium castaneum* A LAS 96 HRS. DE EXPOSICION EN GRANO TRATADO

AL INICIO DEL TRATAMIENTO

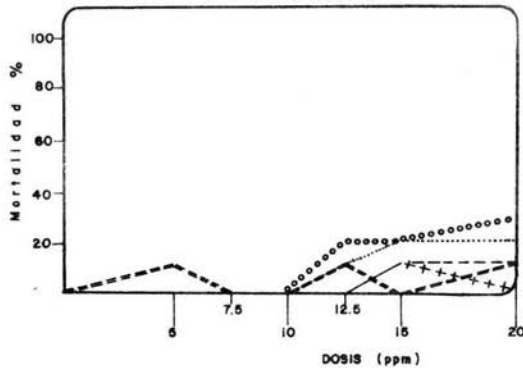


A LOS 3 MESES



- LG ++++++
- L-1000 E - - - - -
- F-1000
- M-4% - . - . - .
- F-1% oooooo
- VALORES SIMILARES _____

A LOS 6 MESES



VIII. CONCLUSIONES

Se realizó la experimentación a nivel laboratorio del control del fenitrotión sobre los insectos-plaga de granos almacenados, comparando sus efectos contra malatión y obteniendo datos iniciales de su efectividad bajo condiciones controladas.

De los resultados obtenidos se desprende una mayor efectividad de control sobre Sitophilus oryzae/zeamais, Tribolium castaneum y Prostephanus truncatus con las formulaciones a base de fenitrotión que con las de malatión, en el tratamiento de superficies y de grano.

Las formulaciones de fenitrotión mostraron mejor poder residual que las de malatión a los tres meses y mayor persistencia a los seis meses.

Las formulaciones de malatión controlan a T. castaneum con dosis mayores que las requeridas con las formulaciones de fenitrotión.

Así los tratamientos de superficies y de grano, a nivel laboratorio, indican que el fenitrotión ofrece mayor efectividad y protección que malatión y que el formulado en concentrado emulsionable (F-1000) puede ser de utilidad para el establecimiento de cordones sanitarios a una dosis desde 200 mg/m^2 , pudiendo espaciarse los tratamientos hasta cada seis meses; en el caso de mezcla directa con grano, es el formulado en polvo (F-1 %) el que resulta más efectivo a dosis de 7.5 ppm, pudiendo hacerse las aplicaciones cada tres meses.

En cuanto a malatión, el concentrado emulsionable a dosis de 800 mg/m^2 en cordón sanitario, protege efectivamente durante tres meses contra -

las tres especies prueba; el formulado en polvo y el preparado grado técnico son útiles en mezcla directa con grano a dosis de 10 ppm para controlar Sitophilus spp. y P. truncatus por tres meses, pero con T. castaneum se requieren 20 ppm.

IX. LITERATURA CONSULTADA

- 1 Abdel-kader MHK, Webster GRB y Loschiavo SR. 1982. Effects of storage temperatures on rate of degradation of fenitrothion in stored wheat. *J. Econ. Entomol.* 75: 422-424.
- 2 Aguilar VR. 1985. Eficacia de cuatro insecticidas (Malatión, Actellic, Lindano y Cipermetrina) en dos especies de insectos de granos almacenados (*Sitophilus oryzae/zeamais* (Motschulsky) Coleoptera: Curculionidae y *Prostephanus truncatus* (Horn) Coleoptera: Bostrichidae). Tesis Profesional. ENEP-Iztacala, UNAM. México. 47 pp.
- 3 Almacenes Nacionales de Depósito, SA. 1978. Manual de procedimientos de muestreo y análisis de granos. Departamento de Almacenamiento y Conservación, ANDSA. México.
- 4 Ardley JH and Sticka R. 1977. The effectiveness of fenitrothion -- and malathion as grain protectants under bulk storage conditions - in New South Wales, Australia. *J. Stored Prod. Res.* 13: 159-168.
- 5 Bayer Pflanzenschutz. 1978. Folithion: Insecticida de gran espectro de acción para el control de plagas antihigiénicas y las de -- productos almacenados. Información técnica. Leverkusen. (BAY S --- 5660, OMS 43). 14 pp.
- 6 Bayer Químicas Unidas, SA. 1979. Tratamiento de maíz con folithion. Adagro-Barinas, Departamento Fitosanitario Técnico. Caracas, Venezuela. 4 pp.
- 7 Champ BR y Dyte CE. 1976. Informe de la prospección mundial de la FAO sobre susceptibilidad a los insecticidas de las plagas de granos almacenados. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, - No. 5. Roma. 356 pp.
- 8 Coll HA. 1982. ¿ Es México un país agrícola ? Un análisis geográfico. Siglo XXI. México. 223 pp.
- 9 Cremlyn R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Limusa. México. 355 pp. X
- 10 Cyanamid International. Sin fecha. Insecticida malatión para la -- protección de granos y semillas y otros productos alimenticios almacenados. American Cyanamid Company. USA. 24 pp.
- 11 Degesch. 1977. Principales plagas de los productos almacenados. De gesch, GMBH. RF de Alemania.
- 12 Degesch. Sin fecha. Phostoxin: Fumigante sólido a base de fosforo de aluminio. Información técnica. Degesch de México, SA. México. - 10 pp.

- 13 Dirección General de Sanidad Vegetal. 1981. Manual de Plaguicidas autorizados para 1981. DGSV, SARH. México 235 pp.
- 14 Estébanes GML. 1980. Acaros de granos almacenados. Memorias del Coloquio Internacional sobre Conservación de Semillas y Granos Almacenados (1983). Instituto de Biología, UNAM. México. p 207-211.
- 15 Food and Agriculture Organization. 1972. La fitosanidad y lucha antiparasitaria en la actualidad. Cooperative Programme of Agro----- Allied Industries, FAO. Londres.
- 16 Food and Agriculture Organization. 1974. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. Tentative method for adults of some major beetle -- pests of stored cereals with malathion or lindane. Method No. 15. FAO Plant Protection Bulletin. p 127-137.
- 17 Food and Agriculture Organization. 1978. Pesticides residues in -- food. Index of documentation and summary of recommendations of the FAO Panel of Experts on Pesticides Residues and Environment and -- the WHO Expert Committee on Pesticides Residues as at January 1978. 26 pp.
- 18 Food and Agriculture Organization-World Health Organization. 1978. Guide to Codex Maximum Limits for Pesticide Residues. Prepared in collaboration with the United Nations Environment Programme. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Codex Alimentarius Commission: -- CAC/PR 1-1978. Rome. p 100.
- 19 Food Chemical News Inc. 1982. The Pesticide Chemical News Guide.-- p 64.21.
- 20 García SMI. 1981. Acción protectora del ácido propiónico en granos de maíz. Revisión bibliográfica sobre tratamiento químico de las -- semillas. Tesis Profesional. ENCB, IPN. México. pp.
- 21 Gonzalez RA. 1980. Roedores plaga en las zonas agrícolas del Distrito Federal. Instituto de Ecología-Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. México. p 10-12.
- 22 Green AA and Tyler PS. 1966. A field comparison of malathion, dichlorvos and fenitrothion for the control of Oryzaephilus surinamensis (L) (Coleóptera: Silvanidae) infesting stored barley. J. -- Stored Prod. Res. 1: 273-285.
- 23 Hall DW. 1971. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. FAO: Cuadernos de Fomento Agropecuario, No. 90. p 15-48.
- 24 Helios. Sin fecha. Fosfamina: Características y tratamiento de granos. Laboratorios Helios, SA. México. 8 pp.

- 25 Hinton HE and Corbet AS. 1972. Common insect pest of stored food - products. A guide to their identification. British Museum (Natural History). Economic Series No. 15. London. 62 pp.
- 26 Jamieson M y Jobber P. 1975. Manejo de los alimentos. Vol. 1: Ecología del almacenamiento. Pax-México. México. 185 pp.
- 27 Jamieson M y Jobber P. 1975. Manejo de los alimentos. Vol. 2: Técnicas de conservación. Pax-México. México. p 187-381.
- 28 Jamieson M y Jobber P. 1975. Manejo de los alimentos. Vol. 3: Prevención de pérdidas. Pax-México. México. p 477-495.
- 29 Jiménez AS. 1982. Evaluación de resistencia a insecticidas (Malatión) en insectos de almacén (gorgojo castaño de las harinas, Tribolium castaneum (Herbst). Tesis Profesional. Fac. Ciencias, UNAM. México. 48 pp.
- 30 Kane J and Green AA. 1968. The protection of bagged grain from insect infestation using fenitrothion. J. Stored Prod. Res. 4: 59-68.
- 31 Kansas University. Sin fecha. Procedures for rearing stored grain insects. Department of Entomology, KSU. USA.
- 32 Lindbland C y Druben L. 1981. Almacenamiento del grano. Concepto.- México. 332 pp.
- 33 López RS. 1981. Algunos aspectos del almacenamiento de maíz en México y detección de insectos de granos almacenados en Silos Miguel -- Alemán. Tesis Profesional. Fac. Ciencias, UNAM. México. 164 pp.
- 34 Markkula M and Kurpa S. 1985. Resistance of insects and mites to -- pesticides in Finland. Ann. Agric. Fenn. 24: 161-174.
- 35 McGregor LR y Mills RB. 1982. Insectos de granos almacenados. Ecología y taxonomía. Resúmenes del Curso de Actualización sobre Conservación de Granos y Semillas en Almacén. PUAL-CENICCANDSA. México. - 81 pp.
- 36 Metcalf CL y Flint WP. 1981. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control. Cecsa. México. p 359-518.
- 37 Moreno ME y Sauer DB. 1982. Hongos de granos almacenados: Su importancia y combate. Resúmenes del Curso de Actualización sobre Conservación de Granos y Semillas en Almacén. PUAL-CENICCANDSA. México. - 100 pp.
- 38 Natarajan CP et al. 1980. Chemistry of important pesticides, residue analysis protocol and analytical methodology. Central Food Technological Research Institute. Mysore, India. p 1-5, 8-18, 45-67. *
- 39 Ortiz CA. 1980. Utilización de metil-pirimifos en la conservación - de granos almacenados. Memorias del Coloquio Internacional sobre --

- Conservación de Semillas y Granos Almacenados (1983). Instituto de Biología, UNAM. México. p 52-86.
- 40 Pinniger DB. 1975. An assesment of residual insecticide treatments for the control of the saw-toothed grain beetle (Oryzaephilus surinamensis) in farm grain stores. Proceeding 8th British Insecticide and Fungicide Conference. p 365-372.
- 41 Ramayo RLF. 1977. Tecnología de granos y semillas. Tesis Profesional. UACH. México.
- 42 Ramirez GM. 1980. Almacenamiento i conservación de granos y semillas. Cecsá. México. 300 pp.
- 43 Ramirez MM. 1982. Insectos y almacenamiento de granos. Naturaleza 12 (2): 92-102.
- 44 Ramirez MM. 1984. Biología e identificación de insectos de granos - almacenados. Seminario de Conservación de Granos y Semillas Almacenados. PUAL-UNAM. México. 47 pp.
- 45 Robledo RE. 1984. Roedores. Seminario de Conservación de Granos y - Semillas Almacenados. PUAL-UNAM. México. 33 pp.
- 46 Shepard HH. 1960. Methods of testing chemicals on insects. Vol. II. Burges Publishing Company. Minneapolis. p 1-27.
- 47 Sinha RN. 1973. Ecology of storage. Ann. Technol. Agric. 22 (3): -- 351-369.
- 48 Storey Ch. 1982. Chemical and non chemical control of stored product insects. Resúmenes del Curso de Actualización sobre Conservación de Granos y Semillas en Almacén. PUAL-CENICCANDSA. México.
- 49 Torreblanca RA et al. 1983. Pérdidas producidas por Prostephanus truncatus (Horn) en maíz almacenado bajo condiciones controladas. - Tecnl. de Alim. 18 (6): 10-15.
- 50 Unión de Productores de Algodón de la República Mexicana, AC. 1963. Plagas de los granos almacenados. Boletín No. 8, UPARMAC. México. - 57 pp.
- 51 US Department Agriculture. 1980. Stored grain insects. Agriculture Handbook No. 500. Washington, DC. 57 pp.
- 52 US Department of Health, Education and Welfare. 1975. Insecticides for the control of insects of public health importance. Center for Disease Control. Public Health Service, USDHEW. Publication No. --- (CDC 66229). Atlanta, Georgia. 71 pp.
- 53 Watter FL. 1981. Insecticides and the resistance Problem. Inédito.
- 54 Weaving AJS. 1975. Grain protectans for use under tribal storage --

- conditions in Rhodesia-1. Comparative toxicities of some insecticides on maize and sorghum. J. Stored Prod. Res. 11: 65-70.
- 55 Wilkin DR and Haward A. 1975. The effect of temperature on the action of four pesticides on three species of storage mites. J. Stored Prod. Res. 11: 235-238.
- 56 World Health Organization (1975). 1974 Evaluations of some pesticide residues in food. The Monographs. WHO Pesticide Residues Series, No. 4. Geneva. p 335-381.