

TOXICIDADE RELATIVA DE INSETICIDAS PARA  
*Sitophilus zeamais* Mots., 1855 E *Sitophilus oryzae* (L., 1763)  
(COL., CURCULIONIDAE) E SEUS EFEITOS NA MORTALIDADE  
E EMERGÊNCIA DAS ESPÉCIES, EM CONDIÇÕES  
DE LABORATÓRIO

JOSÉ NEGREIROS

Eng.º Agr.º - Prof. da ESAM

Orientador: Dr. Gilberto Casadei de Batista

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Entomologia.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Maio, 1980

Aos meus pais, irmãos,  
sogros e cunhados

O F E R E Ç O

À Eleine, minha esposa

D E D I C O

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

O autor deseja consignar seus agradecimentos:

- À Escola Superior de Agricultura de Mossorô, pela oportunidade concedida e constante apoio durante a realização do curso de Pós-Graduação;
- Ao Dr. Gilberto Casadei de Batista, Professor Adjunto do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, pela orientação, sugestões e precioso apoio;
- Ao Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, na pessoa de seu Chefe, Dr. Domingos Gallo e de seus professores pelos ensinamentos e colaboração recebidos;
- Ao Dr. Francisco A. M. Mariconi, do Departamento de Zoologia da ESALQ-USP, pela doação dos grãos de milho;
- Ao Setor de Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura de Piracicaba, SP, na pessoa da Dr.<sup>a</sup> Lindaurea A. S. Menten, pela atenção dispensada no fornecimento das culturas iniciais dos curculionídeos;
- Ao colega Eng.<sup>o</sup>-Agr.<sup>o</sup> Jorge Alberto Marques Resende, do Instituto Agronômico de Campinas, SP, pelo fornecimento dos grãos de sorgo, destinados a criação dos *Sitophilus*;
- Ao Sr. Trajano de Oliveira Filho, funcionário do Departamento de Genética da ESALQ-USP, pela determinação da umidade dos grãos;

Ao Dr. Evôneo Berti Filho, Professor Assistente Doutor do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, pela versão do resumo para o inglês;

À Sr.<sup>a</sup> Neide B. Filet, pela revisão da literatura citada;

A todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho, em especial aos Professores do Departamento de Entomologia, Dr. Sival Silveira Neto, Dr. Sérgio Batista Alves, Dr. Roberto Antonio Zucchi, Dr. José Henrique Guimarães e aos colegas Engenheiros-Agrônomos Kazuiyuki Nakayama, Henry Even Bajungu e Orlando Sales Junior.

## Í N D I C E

	Pág.
1 - RESUMO .....	1
2 - INTRODUÇÃO .....	3
3 - REVISÃO DE LITERATURA .....	6
3.1 - Criação do <i>Sitophilus</i> spp. ....	6
3.2 - Técnica de Exposição dos Insetos a Depósitos de Inseticidas .....	7
3.3 - Tratamento dos Grãos com Inseticida para <i>Sitophilus</i> spp. em mistura direta .....	12
4 - MATERIAIS E MÉTODOS .....	20
4.1 - Técnica de Impregnação de Papel de Filtro .	20
4.2 - Tratamento dos Grãos de Milho com Inseticidas Pó, e Líquidos .....	22
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
5.1 - Técnica de Impregnação de Papel de Filtro com Inseticidas .....	27
5.1.1 - Toxicidade de inseticidas para <i>Sitophilus zeamais</i> Mots., 1855 .....	27
5.1.2 - Toxicidade de inseticidas para <i>Sitophilus oryzae</i> (L., 1763) .....	29
5.2 - Tratamento do Milho com Inseticidas, Talco Mineral e Querosene .....	38
5.2.1 - Ensaios com <i>Sitophilus zeamais</i> Mots., 1855 .....	38

5.2.2 - Ensaio com <i>Sitophilus oryzae</i> (L., 1763) .....	40
6 - CONCLUSÕES .....	48
7 - SUMMARY .....	50
8 - LITERATURA CITADA .....	52

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1 - Produtos utilizados na proteção do milho contra o ataque de <i>S. zeamais</i> e <i>S. oryzae</i> durante cinco meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80 .....	25
TABELA 2 - Teores de umidade dos grãos de milho com 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80 .....	26
TABELA 3 - Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos não sexados de <i>S. zeamais</i> . Piracicaba, SP. 1979/80 .....	32
TABELA 4 - Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos de <i>S. oryzae</i> . Piracicaba, SP. 1979/80 .....	34
TABELA 5 - Percentagens médias de mortalidade de adultos de <i>S. zeamais</i> Mots., 1855, após 48 horas de exposição em amostras de milho tratadas com inseticidas, em avaliações seguidas ao tratamento e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80 .....	42

TABELA 6 - Número médio de <i>S. zeamais</i> emergidos do milho tratado com inseticida após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações seguida ao tratamento e nos intervalos de 1 e 3 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80 .....	43
TABELA 7 - Percentagens médias de grãos danificados por <i>S. zeamais</i> do milho tratado com inseticidas, após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento e nos intervalos de 1 e 3 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80 .....	44
TABELA 8 - Percentagens médias de mortalidade em adultos de <i>S. oryzae</i> (L.) após 48 horas de exposição em amostras de milho tratadas com inseticidas, em avaliação em seguida ao tratamento e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80 .....	45
TABELA 9 - Número médio de <i>S. oryzae</i> emergidos do milho tratado com inseticidas após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações seguidas ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1 e 3 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80 .....	46

TABELA 10 - Percentagens médias de grãos danificados por <i>S. oryzae</i> do milho tratado com inseticidas após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento e nos intervalos de 1 e 3 meses de armazenamento. Piracicaba, SP.	
1979/80 .....	47

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1 - Linhas ld - p de diferentes inseticidas para <i>S. zeamais</i> .....	33
FIGURA 2 - Linha ld - p de chlorpyrifos-methyl, dichlorvos e malathion para <i>S. oryzae</i> .....	36
FIGURA 3 - Linhas ld - p de lindane e tetrachlor- vinphos para <i>S. oryzae</i> .....	37

## 1 - RESUMO

A presente pesquisa trata de avaliação da suscetibilidade de populações de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 e *Sitophilus oryzae* (L., 1763) (Coleoptera, Curculionidae) aos inseticidas malathion, lindane, dichlorvos, tetrachlorvinphos e chlorpyrifos-methyl, pela utilização da técnica de impregnação de papel de filtro, bem como de investigações sobre a eficiência de inseticidas, em mistura direta aos grãos de milho híbrido visando a proteção contra o ataque de *S. zeamais* e *S. oryzae*, durante cinco meses de armazenamento.

Os ensaios foram conduzidos no Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. A temperatura e umidade relativa variaram entre  $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  respectivamente.

Avaliou-se a toxicidade dos inseticidas, com base nos valores  $CL_{50}$  e nos cálculos da toxicidade relativa tomando-se

o malathion como padrão.

Na investigação pelo método de impregnação de papel de filtro, o chlorpyrifos-methyl e o dichlorvos foram os inseticidas mais tóxicos para *S. zeamais* e *S. oryzae*, seguindo-se lhes: para *S. oryzae*, malathion, lindane e tetrachlorvinfos; e para *S. zeamais*, lindane, malathion e tetrachlorvinfos. Em *S. zeamais* todos os inseticidas testados foram mais tóxicos que o malathion. Lindane e tetrachlorvinfos foram menos tóxicos que o malathion para *S. oryzae*.

Nos testes com aplicação dos inseticidas, em mistura direta aos grãos, malathion a 20 e 30 ppm, chlorpyrifos-methyl a 33 ppm, e pirimiphos-methyl a 30 ppm preservaram o milho contra o ataque de *S. oryzae* e *S. zeamais* durante cinco meses de armazenamento. O dichlorvos a 7, 14 e 21 ppm protegeu o milho contra *S. oryzae* e *S. zeamais*, conferindo 100% de mortalidade, evitando a emergência da progênie e a presença de grãos danificados durante um mês de armazenamento.

## 2 - INTRODUÇÃO

Os cereais, produtos básicos para a alimentação brasileira, são danificados por pragas do gênero *Sitophilus* que causam sérios prejuízos no período de armazenamento. Com a expansão da produção agrícola no país há necessidade de se dar maior atenção e importância a essas pragas, no sentido de se efetivar o seu controle com adequação sem o qual os gastos realizados no controle a outras pragas no campo tornar-se-ão sem proveito.

Segundo COTTON (1920 e 1921) e NEWMAN (1927), os insetos do gênero *Sitophilus* são originários da Índia, embora atualmente sejam considerados cosmopolitas. As espécies *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 e *Sitophilus oryzae* (L. 1763) predominam em regiões de clima tropical e sub-tropical (COTTON, 1920). Conforme ROSSETTO (1967) e ROSSETTO e LINK (1968), o *S. zeamais* tem uma distribuição generalizada em todo o Estado

de São Paulo, provavelmente, por causa da sua maior capacidade de vôo e seu melhor desenvolvimento em milho. Por outro lado, o *S. oryzae* tem preferência pelo trigo e arroz, menor capacidade de vôo e distribuição mais restrita em São Paulo, concentrando-se nas regiões arroyzeiras do Nordeste e tritícola do Sul.

As perdas que se verificam durante o armazenamento dos grãos e outros produtos alimentícios, são maiores nos países tropicais e sub-tropicais, motivadas pelas condições ecológicas de temperatura e umidade relativa elevadas, que favorecem o desenvolvimento das pragas (WIENDL, 1975).

BITRAN e MELLO (1972), mediante ensaios de laboratório, constataram que *S. zeamais* provocou perdas de peso da ordem de 50% a 80% e 14% a 56% quando em infestação natural e artificial respectivamente, após seis meses de armazenamento dos grãos. CAMPOS e BITRAN (1976) encontraram perda de peso de 19,1% com 15% de infestação em milho ensacado após 150 dias de armazenamento, e 33% após 180 dias, com 95% de infestação.

A reinfestação dos produtos armazenados por insetos, está na dependência das condições de armazenamento e do tipo de acondicionamento adotado. Deste modo, esses produtos necessitam normalmente de tratamentos com inseticidas como medida preventiva, justificando assim o desenvolvimento de pesquisa sobre a avaliação da toxicidade dos inseticidas mais recomendados para o controle das pragas de grãos armazenados, com o fim de propiciar a proteção dos grãos destinados, tanto à alimentação como ao plantio, além de estabelecer bases para casos even

tuais de resistência no futuro.

Para isto foram conduzidas investigações utilizando-se a técnica de impregnação de papel de filtro, bem como o estudo da toxicidade de inseticidas em mistura direta aos grãos de milho.

Este trabalho foi desenvolvido com os seguintes objetivos:

- a - determinar a suscetibilidade de *S. zeamais* e *S. oryzae* a inseticidas, pelo estabelecimento dos valores  $CL_{50}$ ;
- b - avaliar a eficiência de inseticidas, em mistura direta nos grãos de milho sobre *S. oryzae* e *S. zeamais*, empregando-se os parâmetros de mortalidade, emergência de adultos e percentagem de grãos danificados.

### 3 - REVISÃO DE LITERATURA

No que diz respeito a utilização da técnica de impregnação de papel de filtro, na investigação de toxicidade de inseticidas a pragas de grãos armazenados, são apresentadas informações sobre insetos de outros produtos, além dos do gênero *Sitophilus*.

Devido ao grande acervo de informações sobre os efeitos de inseticidas em mistura direta no grão em diferentes períodos de armazenamento, são incluídas neste capítulo, informações concernentes apenas ao gênero citado.

#### 3.1 - CRIAÇÃO DE *Sitophilus* spp

ROSSETTO (1972) estudando métodos para criação intensiva de *S. zeamais*, mencionou que a produção em um vidro com 600 g de sorgo foi de dois a três mil insetos adultos. Con-

cluiu ainda, que a produção neste cereal foi seis vezes maior que no milho.

STRONG *et alii* (1967) descreveram um método para criação de *S. zeamais* spp em trigo.

### 3.2 - TÉCNICA DE EXPOSIÇÃO DOS INSETOS A DEPÓSITOS DE INSETICIDAS

POTTER (1938) idealizou uma técnica de filme de inseticida para o controle de pragas de armazéns, bem como na avaliação biológica de piretrinas em algumas pragas de grãos armazenados. Este método provou ser eficaz na proteção de alimentos armazenados.

PARKIN e GRENN (1943); TATTERSFIELD e POTTER (1943), utilizaram a técnica de impregnação de papel de filtro na avaliação biológica de piretrinas em *Tribolium castaneum* Herbst, 1797. As soluções inseticidas em óleo mineral foram pulverizadas em discos de papel de filtro de 9 cm de diâmetro, de acordo com POTTER (1941). Usando a mesma técnica, HEWLETT (1952), avaliou a eficiência de piretrinas e piretrinas sinergizadas com butóxido de piperonila em adultos de *T. castaneum*.

CHAMP e CRIBB (1965) através da técnica de impregnação de papel de filtro estudaram a resistência ao lindane em *S. oryzae* e *S. zeamais*, bem como a toxicidade comparativa do lindane, malathion, ronnel e diazinon. A concentração média letal do lindane em 24 horas foi de 0,0057% para uma raça subs

tancialmente suscetível de *S. oryzae* e 0,44% para uma raça resistente da mesma espécie. Nenhuma resistência foi registrada em *S. zeamais*.

CHAMP (1968) utilizou a técnica de impregnação de papel de filtro, seguindo o método de STRINGER (1949) e BLACKITH (1950), na detecção da resistência de *S. oryzae* aos inseticidas DDT e lindane. O método consiste na exposição de adultos da praga a discos de papel de filtro Whatman nº 1, de 7 cm de diâmetro, impregandos com 0,5 ml das soluções inseticidas numa mistura de éter de petróleo (ponto de ebulição 60 a 80°C), acetona e óleo de Risella na proporção de 3:1:1.

Usando o mesmo método, CHAMP e CAMPBELL-BROWN (1970) investigaram a resistência de *T. castaneum* aos inseticidas malathion, carbaryl, lindane e piretrinas. Foram feitas comparações do método descrito com a técnica de aplicação tópica, bem como a discussão dos princípios que determinam a escolha da técnica.

A FAO (1974) recomenda a técnica de impregnação de papel de filtro, para a detecção da resistência de *S. oryzae*, *Sitophilus granarius* (L., 1758), *Rhyssopertha dominica* (Fabr., 1792), *T. castaneum* e *Oryzaephilus surinamensis* (L., 1758) ao malathion e lindane. Esta técnica é análoga nos princípios básicos, para *T. castaneum* (FAO, 1970 e CHAMP e CAMPBELL-BROWN, 1970).

DESMORAS *et alii* (1960), trabalhando com adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831), expostos a filmes secos

de inseticidas em papel de filtro, encontraram valores  $CL_{50}$  de 6,0 e 0,1 mg/cm<sup>2</sup> respectivamente para ethion e parathion.

QURESHI (1967) utilizou a técnica de impregnação de papel de filtro com o inseticida biothion nas concentrações de 0,5 , 1,0 e 2,0% de princípio ativo. Adultos de *Araererus fasciculatus* (De Geer, 1775) , *Callosobruchus maculatus* (Fabr. , 1775) , *S. zeamais* e *T. castaneum* foram expostos aos depósitos de inseticidas em placas de Petri. As mortalidades aumentaram com a concentração do inseticida e a duração do período de exposição. A menor mortalidade foi observada com a concentração de 0,5% , após 24 horas de exposição.

CHAMP *et alii* (1969) desenvolveram ensaios de eficiência comparativa entre quatro inseticidas contra *S. oryzae* , adotando a técnica de impregnação de papel de filtro. Dos quatro inseticidas testados, dichlorvos foi o mais tóxico seguido pelo fenitrothion, malathion e diazinon.

TOPPOZADA *et alii* (1969) estudaram a eficiência comparativa do malathion, lindane, dichlorvos, diazinon, DDE e piretrinas contra *T. castaneum* e *S. oryzae* , usando papel de filtro impregnado por imersão numa mistura de uma parte de 30% de óleo de Risella Shell 117 e duas partes da solução inseticida. Malathion, lindane, dichlorvos e diazinon foram mais tóxicos que o DDT, carbaryl e piretrinas. *S. oryzae* foi mais suscetível ao lindane e malathion.

SHI *et alii* (1960) em estudos de toxicidade comparativa, em laboratório, de diferentes inseticidas através de a-

plicação direta contra *T. castaneum* verificaram que os inseticidas parathion, diazinon, endrin, malathion e dieldrin foram 84,1 , 62,4 , 17,3 , 14,8 e 2,3 vezes mais tóxicos que o DDT respectivamente para o inseto testado.

KASHI (1972) usando filmes secos de soluções inseticidas em placas de Petri, estudou a eficiência comparativa do malathion, diazinon e fenitrothion, contra *T. castaneum* , *S. oryzae* e *Callosobruchus chinensis* (L., 1758). Fenitrothion foi mais tóxico que o malathion para as referidas pragas e diazinon mais tóxico que o fenitrothion para *S. oryzae* e *C. chinensis*. Os valores  $DL_{50}$  em mg/inseto para os inseticidas malathion, diazinon e fenitrothion em *S. oryzae* foram: 1,585, 0,266 e 0,398, respectivamente.

EL-RAFIE *et alii* (1974) através de pulverizações diretas em torre de Potter, avaliaram a toxicidade comparativa do malathion, bioaletrina e carbaryl em *C. chinensis* utilizando a técnica de filme seco em placas de Petri. Os valores  $CL_{50}$  para os inseticidas testados foram 0,00061 , 0,0045 e 0,012%, respectivamente. Com esses resultados verificaram que o malathion foi 7,4 vezes mais tóxico que a bioaletrina, 19,6 vezes mais potente que o carbaryl e este 2,6 vezes menos eficiente que o piretróide.

KASHI (1977) estudou a eficiência do malathion, diazinon, fenitrothion ou lindane, contra *T. castaneum* , *S. oryzae* e *C. chinensis* usando filmes secos em placas de Petri. Fenitrothion foi mais tóxico que o malathion para as três espécies e diazinon mais tóxico que fenitrothion ou malathion pa

ra *S. oryzae* e *C. chinensis*. O lindane foi conseqüentemente o menos tóxico. Os valores  $DL_{50}$  em  $\mu\text{g}/\text{inseto}$  para os inseticidas malathion, fenitrothion e diazinon, em *S. oryzae* foram de 1,738 , 0,436 e 0,302 , respectivamente.

LIM e SUDDERUDDIN (1977) pesquisaram a toxicidade comparativa de seis inseticidas contra *S. oryzae* e *Palembus dermestoides* Fairm., utilizando a técnica de impregnação de papel de filtro. Para ambas as espécies chlorpyrifos, dichlorvos e chlorpyrifos-methyl foram mais efetivos que methomyl , monocrotophos e malathion. Foram obtidos valores  $CL_{50}$  e  $CL_{95}$  em mg/l de 3,80 e 5,57 , 4,45 e 8,78 , 27,95 e 48,33 , 31,44 e 65,4 , 756,39 e 2.655,9 , 1.136,06 e 2.375,5 , respectivamente, para chlorpyrifos-methyl, chlorpyrifos, malathion, dichlorvos, methomyl e monocrotophos em *S. oryzae*. A potência do chlorpyrifos-methyl e chlorpyrifos foi registrada em inúmeros insetos. KENAGA *et alii* (1965) mostraram que chlorpyrifos tem  $DL_{50} > 25$  ppm para *S. granarius* , sendo superior ao malathion e diazinon inicial e residualmente.

TYLER e BINNS (1977) avaliaram a toxicidade de sete inseticidas organofosforados e lindane para dezoito espécies de besouros de grãos armazenados inclusive *S. oryzae*. Adotando a técnica de impregnação de papel de filtro, os resultados obtidos revelaram a seguinte ordem de toxicidade: chlorpyrifos-methyl > fenitrothion > pirimiphos-methyl > phoxim > iodo fenphos > bromophos > lindane > malathion + lindane > malathion.

Utilizando a mesma técnica WILLIAMS *et alii* (1978) determinaram a toxicidade relativa dos inseticidas malathion, chlorpyrifos e chlorpyrifos-methyl para *T. castaneum*, *Tribolium confusum* (Du Val, 1868), *S. oryzae*, *S. granarius* e *R. dominica*. Os resultados demonstraram que chlorpyrifos-methyl foi o composto mais tóxico para as cinco espécies testadas.

Em estudos iniciais no Brasil, visando a determinação das linhas ld-p e DL<sub>50</sub> em *S. zeamais*, MELO e TAKEMATZU (1976) realizaram trabalhos de avaliação das diferenças na sensibilidade de populações da praga proveniente de regiões diferentes, aos inseticidas mais usados no tratamento de grãos. Estudaram também o tipo de resistência e a extensão da resistência cruzada para os demais inseticidas. Para este estudo foi utilizado o método recomendado pela FAO (1974).

OLIVEIRA (1978) adotou a técnica de impregnação de papel de filtro na avaliação da toxicidade relativa dos inseticidas malathion, tetrachlorvinphos, dichlorvos, chlorpyrifos-methyl e lindane, para *C. maculatus*, *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) e *A. obtectus*. Concluiu que o método em apreço revelou-se bastante prático e eficiente.

### 3.3 - TRATAMENTO DOS GRÃOS COM INSETICIDAS PARA *Sitophilus* spp. EM MISTURA DIRETA

BROOK (1961) observou a eficiência de piretrinas sinergizadas, em pó ou líquido, contra as pragas de grãos arma-

zenados. A maior eficiência do malathion em relação às piretrinas foi citada por FLOYD (1961). Entretanto, BITRAN e CAMPOS (1975) comprovaram uma maior eficiência de dois piretróides sinergizados com butóxido de piperonila, em relação ao malathion, na proteção do milho armazenado durante 12 meses. O piretróide NRDC - 107 adicionado ao sinergista na proporção de 1:8, foi altamente eficiente contra *S. zeamais* durante 180 dias, na dosagem de 2 ppm. K-othrine + butóxido de piperonila na proporção de 1:5 apresentou a mesma eficiência, na dosagem de 1 ppm. Na concentração de 2 ppm os dois piretróides ocasionaram uma mortalidade de 69 e 92% respectivamente; malathion a 8 ppm causou 93% de mortalidade.

O malathion é atualmente o inseticida padrão no controle das pragas dos grãos armazenados e uma concentração de 20 ppm é recomendada normalmente na proteção dos grãos em geral, WAQUIL (1977).

BITRAN e CAMPOS (1969) testando o comportamento de diversos inseticidas na proteção do milho ensacado em condições de armazém, observaram que até aos 150 dias após o início do teste os inseticidas fenitrothion a 2%, tetrachlorvinphos a 1%, malathion a 2% na dosagem de 0,5 g por kg de semente, mostraram-se bastante eficientes para insetos do gênero *Sitophilus*.

ALMEIDA (1970) recomenda a utilização de 10 a 40 ppm de malathion para a preservação dos grãos armazenados por 60 a 80 dias, contra o ataque das principais espécies pragas dos

grãos armazenados.

CORSEUIL e VICENZI (1971) em estudos sobre o controle de *S. oryzae* concluíram que malathion a 2% e DDT a 4,5% , na dosagem de 1 g por kg de semente de milho, oferecem igualmente boa proteção aos grãos.

NAKANO e SILVEIRA NETO (1975) mencionam que depósitos de 10 , 20 e 40 ppm de malathion ou piretro protegem os grãos em geral por 60 , 150 e 180 dias, respectivamente, contra as principais pragas de grãos armazenados.

GUNTHER *et alii* (1958) estudaram a eficiência e persistência do malathion e lindane contra *S. granarius* , *S. oryzae* e *R. dominica*. Os resultados mostraram que o malathion nas dosagens de 8 a 10 ppm foi grandemente eficiente durante 4 a 5 meses para as duas primeiras espécies. A 4 ppm o malathion foi efetivo apenas logo após o tratamento. Amostras tratadas com lindane (líquido) nas dosagens de 4 ppm e 8 - 12 ppm foram eficientes contra as três espécies durante 10 e 15 meses, respectivamente.

BANG e FLOYD (1962) pesquisaram o efeito do malathion na proteção de arroz armazenado. O inseticida aplicado tanto em pulverização como em polvilhamento ofereceu excelente proteção contra *S. oryzae* nas concentrações de 4 ppm e 8 ppm durante cinco meses de armazenamento.

O malathion em polvilhamento na concentração de 11,3 a 33,9 ppm ofereceu proteção aos grãos durante seis meses de armazenamento, muito embora a infestação por *S. oryzae* nos

três meses seguintes tenha aumentado rapidamente (FLOYD,1961).

KING *et alii* (1962) verificaram que o malathion na dosagem de 11 ppm foi mais eficiente que metoxicloro e piretrina com butóxido de piperonila contra *T. castaneum*, *S. oryzae*, *Criptolestes* sp., *R. dominica*, *Lasioderma serricorne* (Fabr., 1792) e *O. surinamensis*.

SILVA e SOUSA (1965) estudando a perda de eficiência do DDT, lindane e malathion para *S. oryzae*, verificaram que a mortalidade da referida praga em trigo tratado com DDT nas concentrações de 7,7, 13,6 e 24,3 ppm não excedeu a 33% no período de 30, 90 e 190 dias após o tratamento. O máximo de mortalidade obtida com lindane nas concentrações de 0,6, 3,1 e 5,6 ppm foi de 78 e 67% após 30 e 90 dias do tratamento. Contudo com o malathion nas concentrações de 2,7, 7,3 e 18,4 ppm, foi obtida na concentração mais alta 99, 94 e 82% de mortalidade após 30, 90 e 190 dias do tratamento, respectivamente.

MOOKHERJEE *et alii* (1966) em teste preliminar de laboratório, constataram que o malathion nas dosagens de 16 ou 24 ppm ofereceu boa proteção ao trigo durante quatro meses de armazenamento contra *S. oryzae* e durante dois e três meses, respectivamente, contra *T. castaneum*.

ZAKI *et alii* (1966) estudaram a toxicidade comparativa de DDT 6%, malathion 2,4% e carbaryl 0,1% para *S. oryzae*, *T. castaneum*, *T. confusum* e *R. dominica* em laboratório. Com base nos valores DL<sub>50</sub> a ordem de aumento de eficiência pa

ra todas as espécies foi: DDT , carbaryl e malathion. Com base nos valores  $DL_{95}$  todas as espécies mostraram-se altamente suscetíveis ao malathion 2,4%.

TEOTIA e RAJENDRA (1966) realizaram estudos preliminares sobre o efeito residual do BHC , malathion e carbaryl. Concluíram que o malathion a 5 ppm e carbaryl a 500 ppm podem dar proteção suficiente ao milho e arroz contra o ataque de *S. oryzae* durante 60 a 150 dias de armazenamento.

Devido a alta toxicidade do BHC para mamíferos que se alimentam de rações tratadas com este inseticida, ADESUYI (1969) realizou um teste com malathion a 1% como possível alternativa. O pó inseticida foi incorporado ao grão post - fumigado na dosagem de 10 ppm. A ação residual do malathion mostrou ser efetiva por 15 semanas contra *S. zeamais* , mas somente por uma ou duas semanas contra *T. castaneum*.

KAMEL e FAM (1970) estudaram a duração da eficiência e a degradação progressiva do malathion aplicado em pulverização ou polvilhamento nas concentrações de 8 , 10 , 12 ou 24 ppm contra *S. oryzae* em trigo armazenado. Os resultados indicaram que ambos os métodos de aplicação ofereceram proteção aos grãos por dez meses tanto em grãos ensacados como ensilados.

SARMIENTO (1973) constatou mortalidade de 100% de *S. oryzae* seis dias após a aplicação de malathion e de tetrachlorvinphos para um depósito de 10 ppm em milho. Contudo, as mortalidades observadas após 120 dias foram 58 e 62% , res -

pectivamente.

STRONG e SBUR (1964) relataram o dichlorvos como o produto mais eficiente, de onze inseticidas testados na redução de insetos emergidos do trigo infestado com *S. granarius*, *S. oryzae* e *R. dominica*.

KIRKPATRICK *et alii* (1968) desenvolvendo ensaios de eficiência residual do inseticida dichlorvos em laboratório verificaram que o mesmo na concentração de 0,8 a 2,5 ppm causou mortalidade de 90 a 100% em adultos de *S. oryzae* quando expostos por 14 dias e reduziu a progênie em 89%.

CHAMP *et alii* (1969) verificaram bons resultados do dichlorvos no controle de formas imaturas de *S. oryzae* reduzindo o número de adultos emergidos.

MCGAUGHEY (1970) estudou a eficiência de controle dos inseticidas dichlorvos a 5 , 10 , 15 e 20 ppm e malathion a 14 ppm em aplicação direta no grão contra *S. oryzae* , *R. dominica* e *T. confusum*. O dichlorvos foi mais eficiente que o malathion, reduzindo a emergência de adultos de *S. oryzae* em arroz infestado.

MCGAUGHEY (1972) avaliou o efeito preventivo ou de controle dos inseticidas tetrachlorvinphos, dichlorvos e uma mistura de ambos nas concentrações 7,5 , 10 , 15 e 20 ppm , respectivamente. Estes inseticidas eliminaram as infestações e protegeram os grãos contra a reinfestação, por 1 , 3 e 9 meses respectivamente. Tetrachlorvinphos foi altamente tóxico para *S. oryzae* durante seis meses e para *R. dominica* e *T. con*

*fusum* por um mes. A mistura foi altamente tóxica para *S. oryzae* por doze meses, para *R. dominica* por um mês e para *T. confusum* por três meses. Os resíduos de dichlorvos desapareceram rapidamente.

A eficiência da mistura de dichlorvos com o tetrachlorvinphos contra *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819), em arroz em casca, e *Sitophilus* spp em trigo foi comprovada por MCGAUGHEY (1973).

WAQUIL (1977) concluiu que os inseticidas dichlorvos a 20% em formulação granulada e malathion, foram superiores ao tetrachlorvinphos e chlorpyrifos-methyl na proteção de sorgo armazenado contra *S. zeamais*, após 72 horas de exposição aos tóxicos.

LAHUE e DICKE (1976) verificaram a maior eficiência do pirimiphos-methyl e chlorpyrifos-methyl, nas dosagens de 8,4 e 67 ppm, respectivamente, quando comparados ao malathion a 11,2 ppm, na proteção do trigo armazenado contra o ataque de *S. oryzae*, *T. castaneum*, *T. confusum* e *O. surinamensis*, durante doze meses de armazenamento.

LAHUE (1976) avaliou a amplitude de ação dos inseticidas pirimiphos-methyl, chlorpyrifos-methyl, fenitrothion e um mistura de diatomáceas mortas com malathion, contra *S. zeamais*, *S. oryzae*, *S. granarius*, *T. castaneum*, *T. confusum* e *S. cerealella* nas concentrações de 8,4, 6,7, 8,8 e 11,16 ppm, respectivamente. Todos os materiais testados foram tão efetivos ou superiores ao malathion usado como padrão.

COGBURN (1976) comprovou a superioridade do pirimiphos methyl sobre o malathion na proteção de grãos armazenados, bem como em outros produtos alimentícios, contra *S. oryzae*, *T. castaneum* e *S. cerealella*.

LAHUE e DICKE (1977) investigaram a eficiência de controle de cinco inseticidas contra pragas de grãos armazenados inclusive *S. oryzae*. Os melhores resultados foram obtidos com pirimiphos-methyl em pulverização na concentração de 8,4 ppm, seguido em ordem decrescente pelos inseticidas chlorpyrifos-methyl, fenitrothion, malathion e uma formulação pó de malathion, nas concentrações de 6,7, 8,9, 16,7 e 11,2 ppm respectivamente.

LAHUE (1977a) estudou o efeito residual do chlorpyrifos-methyl aplicado em trigo nas concentrações de 1 a 10 ppm. A toxicidade dos resíduos em amostras tomadas em intervalos durante 12 meses de armazenamento, mostrou que a aplicação inicial de 3 ppm controlou *S. oryzae*, *S. granarius* e *S. zeamais*.

LAHUE (1977b) avaliou a persistência residual de pirimiphos-methyl em trigo armazenado. As dosagens do tóxico foram aplicadas no intervalo de 1 a 10 ppm e os resíduos analisados, nos períodos de 7, 14 e 21 dias e 1, 2, 6, 9 e 12 meses. O tóxico apresentou uma alta persistência residual em todas as dosagens empregadas. Foi observada a seguinte ordem de tolerância ao tóxico: *T. confusum* > *R. dominica* > *T. castaneum* > *S. oryzae*.

#### 4 - MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os ensaios realizados no presente estudo foram conduzidos no Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, no biênio 1978/80, à temperatura de  $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa.

##### 4.1 - TÉCNICA DE IMPREGNAÇÃO DE PAPEL DE FILTRO

Nos ensaios de bio-análise foi utilizada a técnica de impregnação de papel de filtro, descrita por CHAM e CAMPBELL-BROWN (1970) e FAO (1974), com algumas modificações. Esta permite avaliar-se a toxicidade de contato de inseticidas a insetos.

Utilizou-se insetos das espécies *S. zeamais* e *S. oryzae* na faixa etária de 20 a 30 dias, originados de trigo in

festado, fornecido pelo Setor de Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), de Piracicaba, SP.

O método de criação de *S. zeamais* e *S. oryzae* foi aquele descrito por ROSSETTO (1972), com pequenas modificações.

Para a criação dos insetos foram utilizados vidros de boca larga com capacidade de três litros, tampados com tecido fino, contendo 300 g de sorgo.

A referida técnica consistiu basicamente, na impregnação de papel de filtro Whatman nº 1, de 7 cm de diâmetro, com soluções inseticidas em diferentes concentrações, utilizando-se os seguintes produtos técnicos:

chlorpyrifos-methyl .....	99% p.a.
dichlorvos .....	100% p.a.
lindane .....	100% p.a.
malathion .....	99% p.a.
tetrachlorvinphos .....	94% p.a.

As soluções, expressas em mg/ml, foram preparadas a partir dos mesmos produtos dissolvidos em acetona destilada. Os tóxicos foram distribuídos, obedecendo a um espalhamento em espiral, com o intuito de se obter depósitos uniformes. Cada papel recebeu um volume de 0,5 ml, distribuídos por meio de pipetas de pontas finas de 1 ml. A impregnação foi efetuada com os papéis colocados sobre anéis de plástico, para se evitar perdas dos inseticidas. Após um breve período de secagem os papéis foram dispostos em lâminas de vidro planas e mantidas em repouso durante a noite.

Empregaram-se anéis de plástico de 4,7 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura, previamente tratados com Fluon GP 1 (resina de fluoretileno), para confinamento dos insetos nas superfícies tratadas. Os anéis foram tampados com tecido fino e transparente, preso por elástico, para evitar a fuga dos insetos. Todo o conjunto foi mantido no interior de placas de Petri. Cada teste constou, no mínimo de oito concentrações de inseticida, mais uma testemunha, que recebeu apenas acetona destilada. Utilizaram-se três repetições para cada concentração, sendo as parcelas compostas de 25 adultos não sexados.

A avaliação da resposta biológica das populações expostas aos tóxicos em seus diferentes níveis baseou-se no critério de "knockdown" ou mortalidade após 48 horas de exposição, sendo esta corrigida pela fórmula de ABBOTT (1925). As curvas dosagem mortalidade foram calculadas de acordo com BLISS (1935). A toxicidade relativa dos inseticidas foi obtida pelo índice de toxicidade proposto por SUN (1950), dividindo-se o valor  $CL_{50}$  do malathion usado como padrão, pelo valor  $CL_{50}$  de cada produto, multiplicando-se por 100. O índice de toxicidade do padrão foi fixado em 100.

#### 4.2 - TRATAMENTO DOS GRÃOS DE MILHO COM INSETICIDAS PÓ E LÍQUIDOS

A técnica em apreço permite a avaliação da toxicidade residual de inseticidas, por contato e ingestão.

Os ensaios foram realizados no período de 11/08/1979 a 15/02/1980.

O milho híbrido HMD-7999, colhido no Departamento de Zoologia da ESALQ/USP, foi acondicionado em sacos de polietileno e conservado à temperatura  $-10^{\circ}\text{C}$ , durante quatro dias para eliminar as possíveis infestações latentes. Em seguida, foi levado para o local onde seriam desenvolvidos os experimentos para entrar em equilíbrio higroscópico. Os experimentos foram instalados obedecendo ao esquema fatorial, constando de quatro inseticidas, talco mineral, querosene, três dosagens e três repetições. Os produtos utilizados com suas respectivas dosagens se encontram na Tabela 1. Os inseticidas foram empregados na formulação líquida tendo como veículo 5 ml de querosene desodorizado exceto o malathion, que foi testado na formulação pó seco.

Efetuar-se as medidas dos produtos na formulação líquida através de micro-seringa, distribuindo-se os mesmos num volume de 5 ml de querosene, e por pulverização a mistura foi aspergida sobre os grãos espalhados uniformemente em folhas de papel jornal. A incorporação dos grãos foi completada no interior de vidros de boca larga de três litros, por agitação manual, obedecendo a movimentos mais ou menos uniformes para todos os tratamentos.

As pesagens do produto em formulação pó seco foram efetuadas em balança Mettler H10 com precisão de  $\pm 0,1$  mg., incorporando-se aos grãos no interior de vidros de boca larga de

três litros obedecendo a metodologia anterior. As tampas dos vidros foram vasadas e revestidas internamente com papel de filtro para permitir as trocas gasosas com o exterior.

Para avaliação da eficiência dos produtos empregados, retiravam-se periodicamente amostras de 40 g dos tratamentos num total de três repetições por dosagem. As amostras foram acondicionadas em copos plástico tampados com tecido fino preso por elástico. Cada parcela recebeu vinte espécimens de *S. zeamais* e vinte de *S. oryzae*, obtidos conforme manipulação apresentada no ítem 4.1. Foram efetuadas quatro infestações, sendo a primeira, logo em seguida a incorporação dos produtos e as restantes, nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Investigaram-se os seguintes parâmetros.

- a - percentagens de mortalidade dos insetos, após 48 horas de exposição aos produtos, adotando-se como critério, a incapacidade de locomoção;
- b - contagem de progênies das duas espécies, decorridos 38 a 50 dias da infestação dos insetos;
- c - percentagens de grãos danificados.

Os parâmetros relacionados nos ítems b e c foram avaliados após um e três meses do tratamento.

Os teores de umidade dos grãos foram determinados a partir de uma amostra retirada de cada dosagem, e estão apresentados na Tabela 2 .

TABELA 1 - Produtos utilizados na proteção do milho contra o ataque de *S. zeamais* e *S. oryzae* durante cinco meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80

Produtos	Teor de p.a. (%)	Dosagens em ppm do p.a.	Dosagens em g/ha ou 1/kg de grãos
talco mineral	-	-	1,5
querosene	-	-	5,0 *
malathion	2	10	0,5
		20	1,0
		30	1,5
dichlorvos	7	7	100
		14	200
		21	300
pirimiphos-methyl	50	10	20
		20	40
		30	60
chlorpyrifos-methyl	24	11	34
		22	68
		33	102

(\*) ml

TABELA 2 - Teores de umidade dos grãos de milho com 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80

Produtos	Dosagem (ppm)	Porcentagem de umidade		
		Tempo de armazenamento em meses		
		01	03	05
talco mineral	-	12,01	11,84	11,84
querosene	-	12,18	12,01	12,69
malathion	10	12,01	11,84	11,83
	20	12,05	11,82	11,84
	30	12,01	11,85	11,81
dichlorvos	7	12,15	11,81	12,58
	14	12,13	11,83	12,64
	21	12,18	11,86	12,69
pirimiphos-methyl	10	12,18	11,85	12,61
	20	12,14	11,83	12,69
	30	12,18	11,85	12,69
chlorpyrifos-methyl	11	12,12	11,79	12,65
	22	12,15	11,81	12,69
	33	12,14	11,85	12,69

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 - TÉCNICA DE IMPREGNAÇÃO DE PAPEL DE FILTRO COM INSETICIDAS

#### 5.1.1 - TOXICIDADE DE INSETICIDAS PARA *Sitophilus zeamais* MOTS., 1855

Os dados de mortalidade anotados 48 horas após a exposição de *S. zeamais* aos inseticidas, foram submetidos a análise de BLISS (1935) e os resultados estão representados na Tabela 3 e Figura 1. De acordo com os resultados, baseados nos valores  $CL_{50}$ , chlorpyrifos-methyl foi o inseticida mais tóxico, seguido pelo dichlorvos, lindane, tetrachlorvinphos e malathion. Quando os valores  $CL_{95}$  foram levados em consideração a ordem de toxicidade dos diferentes inseticidas foi a se

guinte: chlorpyrifos-methyl > dichlorvos > lindane > malathion > tetrachlorvinphos. Os índices de toxicidade mostraram que os inseticidas tetrachlorvinphos, lindane, dichlorvos e chlorpyrifos-methyl foram mais tóxicos que o malathion.

Apesar da maior toxicidade apresentada pelo chlorpyrifos-methyl para *S. zeamais* em relação aos demais inseticidas testados, a maior inclinação das retas de regressão dos inseticidas malathion e lindane (Figura 1), revela uma maior homogeneidade de *S. zeamais* na sua suscetibilidade a estes tóxicos. Resultados semelhantes foram encontrados por CHAMP e CRIBB (1965), os quais registraram não haver nenhuma resistência em *S. zeamais* aos inseticidas malathion e lindane, impregnados em papel de filtro. A população da praga mostrou-se menos homogênea em sua resposta às aplicações de tetrachlorvinphos. Os dados referentes a maior toxicidade de tetrachlorvinphos em relação ao malathion estão coerentes com os resultados de LEMON (1967).

LAHUE (1976 e 1977.a) também comprovou maior toxicidade de chlorpyrifos-methyl, em relação ao malathion, contra diversas pragas de produtos alimentícios.

OLIVEIRA (1978) utilizando a técnica de impregnação de papel de filtro, demonstrou que chlorpyrifos-methyl foi 189,83 vezes mais tóxico que o malathion para *Callosobruchos maculatus* (Fabr., 1775).

Segundo LIM e SUDDERUDDIN (1977) o inseticida chlorpyrifos-methyl em particular mantém boas perspectivas para seu

uso no futuro, devida a sua baixa toxicidade para mamíferos (DL<sub>50</sub> aguda oral para ratos albinos de 941 mg/kg, e 135 mg/kg e 80 mg/kg de pirimiphos - methyl e dichlorvos, respectivamente, sendo portanto, promissor para o tratamento de grãos.

WAQUIL (1977) observou que o dichlorvos apresentou maior toxicidade para *S. zeamais*, quando comparado ao malathion misturados em grãos de sorgo.

### 5.1.2 - TOXICIDADE DE INSETICIDAS PARA *Sitophilus oryzae* (L., 1763)

Os resultados da toxicidade comparativa de inseticidas impregnados em papel de filtro, para adultos de *S. oryzae* estão detalhados na Tabela 4 e Figuras 2 e 3.

Os valores CL<sub>50</sub> revelam que chlorpyrifos-methyl foi o inseticida que apresentou maior toxicidade para *S. oryzae*, seguindo-lhe o dichlorvos, malathion, lindane e tetrachlorvinphos. Com base nos valores CL<sub>95</sub>, a toxicidade dos inseticidas obedeceu a seguinte ordem: chlorpyrifos-methyl > malathion > dichlorvos > lindane > tetrachlorvinphos.

Os índices de toxicidade demonstram que os inseticidas lindane e tetrachlorvinphos foram menos tóxicos para *S. oryzae* quando comparados ao malathion, sendo chlorpyrifos-methyl e dichlorvos mais tóxicos que o padrão.

Empregando a mesma técnica, TAYLER e BINNS (1977) demonstraram que chlorpyrifos-methyl e lindane, apresentaram

maior toxicidade que o malathion para *S. oryzae* e diversas outras pragas de grãos armazenados.

Em trabalho semelhante, LIM e SUDDERUDDIN (1967) comprovaram que chlorpyrifos-methyl e dichlorvos foram mais tóxicos do que o malathion para *S. oryzae*. Estando assim de acordo com os resultados apresentados na presente pesquisa.

Os dados obtidos no trabalho em apreço concordam ainda com os de WILLIAMS *et alii* (1978), os quais destacaram a maior toxicidade do chlorpyrifos-methyl em relação ao malathion e chlorpyrifos para cinco espécies pragas de grãos armazenados, entre as quais *S. oryzae*.

Apesar da maior toxicidade apresentada pelos inseticidas chlorpyrifos-methyl e dichlorvos, para *S. oryzae*, em relação ao malathion, a maior inclinação da reta de regressão do malathion (Figura 2), indica a maior homogeneidade da população de *S. oryzae* na sua suscetibilidade a este tóxico. A população da praga mostrou-se menos homogênea em sua resposta às aplicações de tetrachlorvinphos e lindane.

OLIVEIRA (1978) comprovou a seguinte ordem de toxicidade de inseticidas para *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833): chlorpyrifos-methyl > dichlorvos > malathion > lindane > tetrachlorvinphos. A mesma ordem encontrada no presente estudo, para *S. oryzae*.

Comparando-se os resultados das Tabelas 3 e 4 nota-se que os inseticidas chlorpyrifos-methyl e dichlorvos foram os mais tóxicos contra *S. zeamais* e *S. oryzae*. Pela inclina

nação da reta de regressão do inseticida lindane para as duas espécies (Figuras 1 e 2), evidenciou-se que a população de *S. oryzae* foi mais tolerante ao referido inseticida que a população de *S. zeamais*. Esses resultados estão de acordo com aqueles registrados por CHAMP e CRIBB (1965), os quais, adotando a técnica de impregnação de papel de filtro comprovaram a tolerância de *S. oryzae* a esse inseticida.

As populações das duas espécies mostraram-se muito tolerantes ao tetrachlorvinphos.

TABELA 3 - Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos não sexados de *S. zeamais*. Piracicaba, SP. 1979/80

Concen- tração mg/ml	Número médio insetos mortos	Percent. mortal. corrig.	CL <sub>50</sub> mg/ml	CL <sub>95</sub> mg/ml	b	IC <sub>95</sub> mg/ml	Índice de to- xici- da- de
malathion							
0,6	31	41	-	-	-	-	-
0,7	44	59	0,608	1,11	6,314	0,398-0,928	100
0,8	63	84	-	-	-	-	-
0,9	68	91	-	-	-	-	-
-----							
lindane							
0,4	11	15	-	-	-	-	-
0,5	37	49	0,513	0,854	7,447	0,470-1,54	120
0,7	68	91	-	-	-	-	-
1,0	71	95	-	-	-	-	-
-----							
dichlorvos							
0,2	21	28	-	-	-	-	-
0,3	49	65	-	-	-	-	-
0,4	56	75	0,266	0,77	3,577	0,228-0,310	235
0,5	61	81	-	-	-	-	-
0,6	68	91	-	-	-	-	-
0,7	68	91	-	-	-	-	-
-----							
tetrachlorvinphos							
0,5	33	44	-	-	-	-	-
0,1	46	61	-	-	-	-	-
1,5	50	67	-	-	-	-	-
2,0	56	75	0,575	23,60	1,01	0,430-0,765	107
4,0	60	80	-	-	-	-	-
6,0	63	84	-	-	-	-	-
8,0	65	87	-	-	-	-	-
-----							
chlorpyrifos-methyl							
0,02	20	27	-	-	-	-	-
0,04	34	45	0,034	0,101	3,491	0,016-0,057	2.033
0,06	64	85	-	-	-	-	-
0,08	69	92	-	-	-	-	-

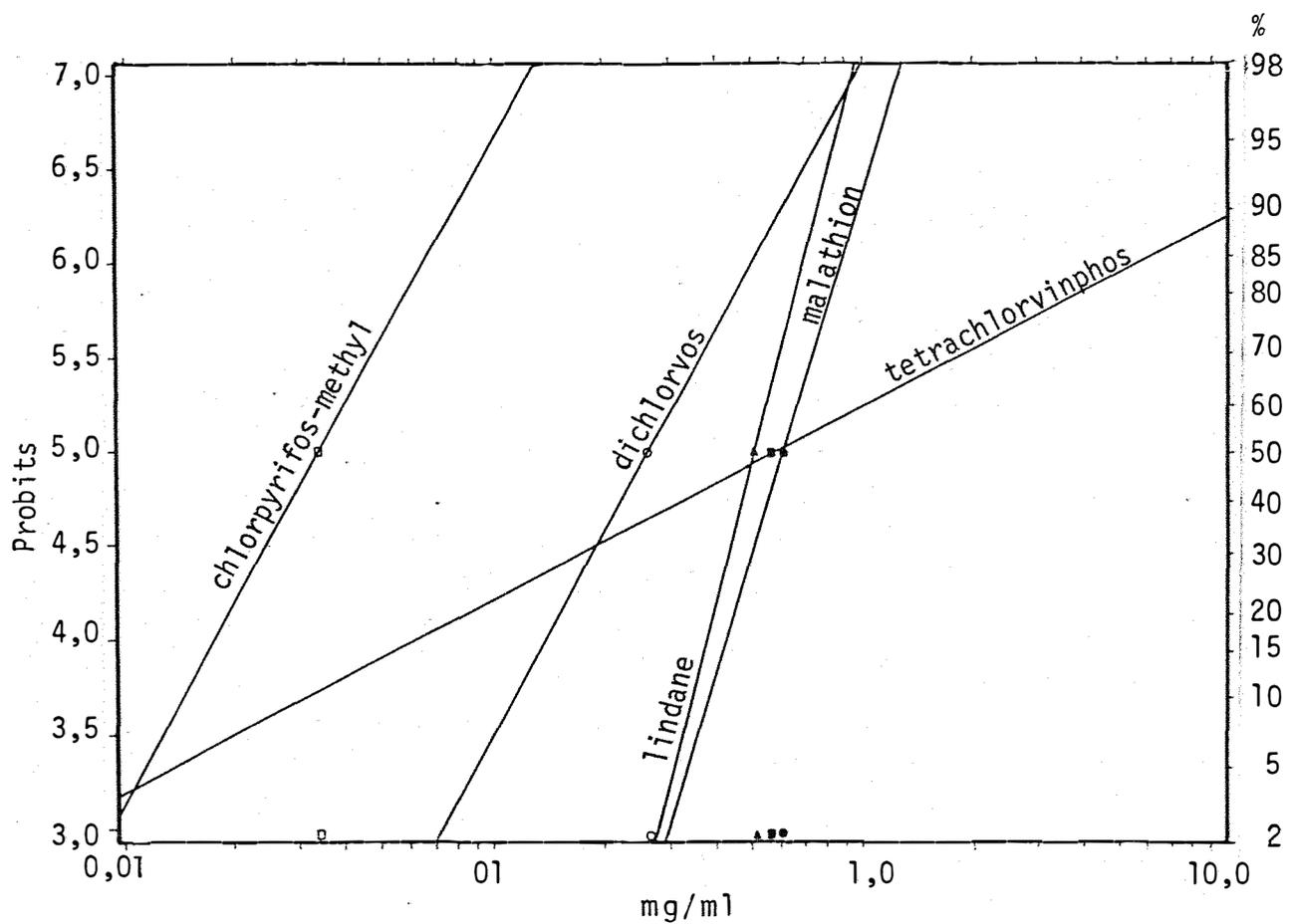


FIGURA 1 - Linhas ld-p de diferentes inseticidas para *S. zamais*

TABELA 4 - Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos de *S. oryzae*. Piracicaba, SP, 1979/80

Concentração mg/ml	Número médio insetos mortos	Percent. Mortal. Corrig.	CL <sub>50</sub> mg/ml	CL <sub>95</sub> mg/ml	b	IC <sub>95</sub> mg/ml	Índice de toxicidade
malathion							
0,5	32	43	-	-	-	-	-
0,6	48	43	-	-	-	-	-
0,7	54	72	0,530	0,940	6,654	0,430-0,652	100
0,8	69	92	-	-	-	-	-
0,9	71	95	-	-	-	-	-
-----							
lindane							
0,8	20	27	-	-	-	-	-
1,0	29	39	-	-	-	-	-
2,0	42	56	2,20	39,0	1,319	1,510-3,230	24
5,0	44	59	-	-	-	-	-
7,0	55	73	-	-	-	-	-
10,0	64	85	-	-	-	-	-
-----							
dichlorvos							
0,2	18	33	-	-	-	-	-
0,3	33	44	-	-	-	-	-
0,4	42	56	0,310	1,03	3,145	0,234-0,408	171
0,5	54	72	-	-	-	-	-
0,6	67	89	-	-	-	-	-
-----							
tetrachlorvinfos							
7,0	20	26	-	-	-	-	-
10,0	22	29	-	-	-	-	-
15,0	34	45	-	-	-	-	-
25,0	37	49	21,0	228,50	1,589	16,397-27,07	2,5
40,0	46	61	-	-	-	-	-
60,0	55	73	-	-	-	-	-
80,0	62	83	-	-	-	-	-
100,0	69	92	-	-	-	-	-

continua ...

TABELA 4 - Continuação

Concen- tração mg/ml	Número médio insetos mortos	Percent. mortal. corrig.	CL <sub>50</sub> mg/ml	CL <sub>95</sub> mg/ml	b	IC <sub>95</sub> mg/ml	Índice de toxicidade
chlorpirifos-metyl							
0,01	10	13	-	-	-	-	-
0,02	37	49	-	-	-	-	-
0,03	58	77	0,019	0,059	3,505	0,040-0,086	2.650
0,04	66	88	-	-	-	-	-
0,06	69	92	-	-	-	-	-

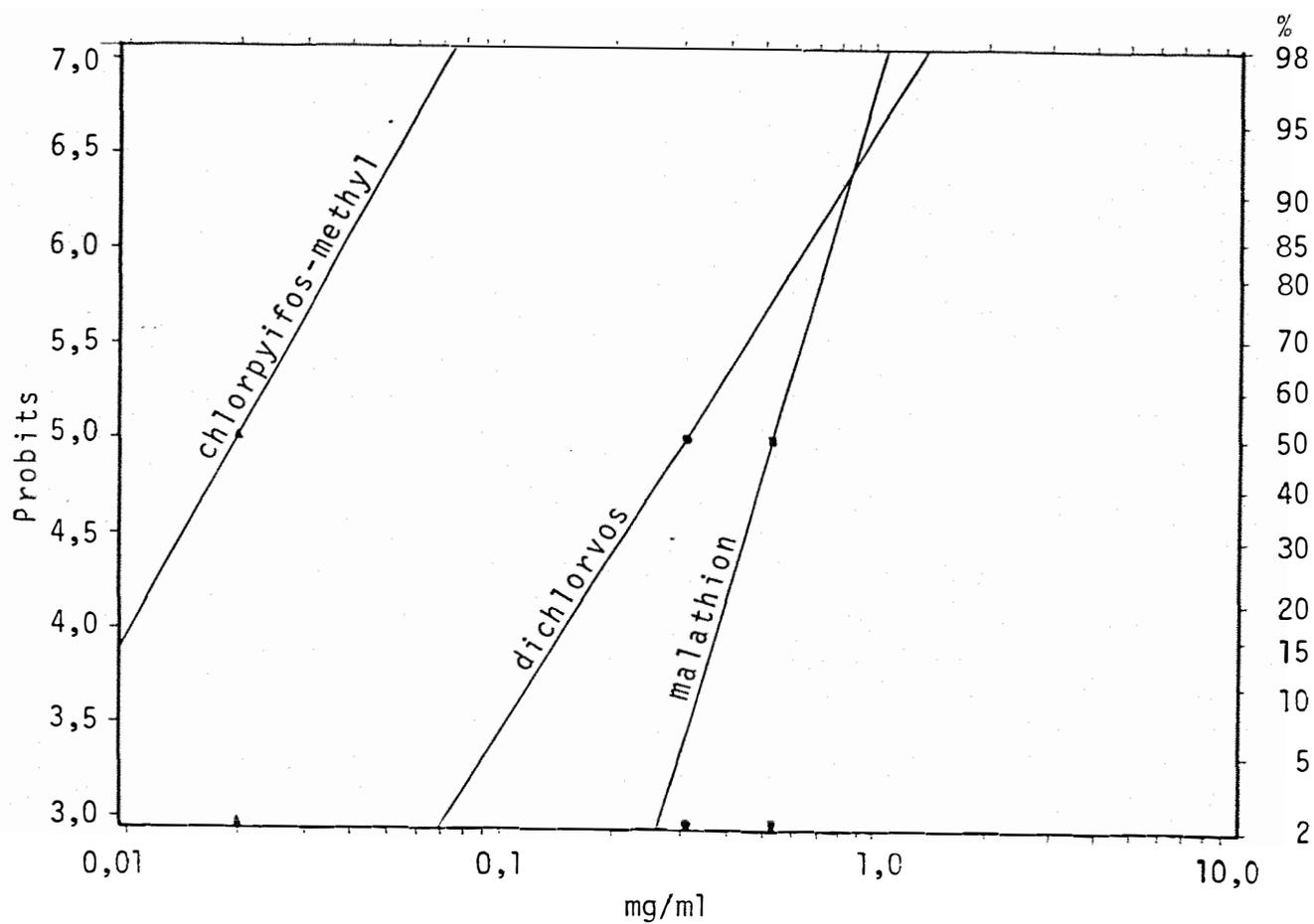


FIGURA 2 - Linha ld - p de chlorpyrifos-methyl , dichlorvos e malathion para *S. oryzae*.

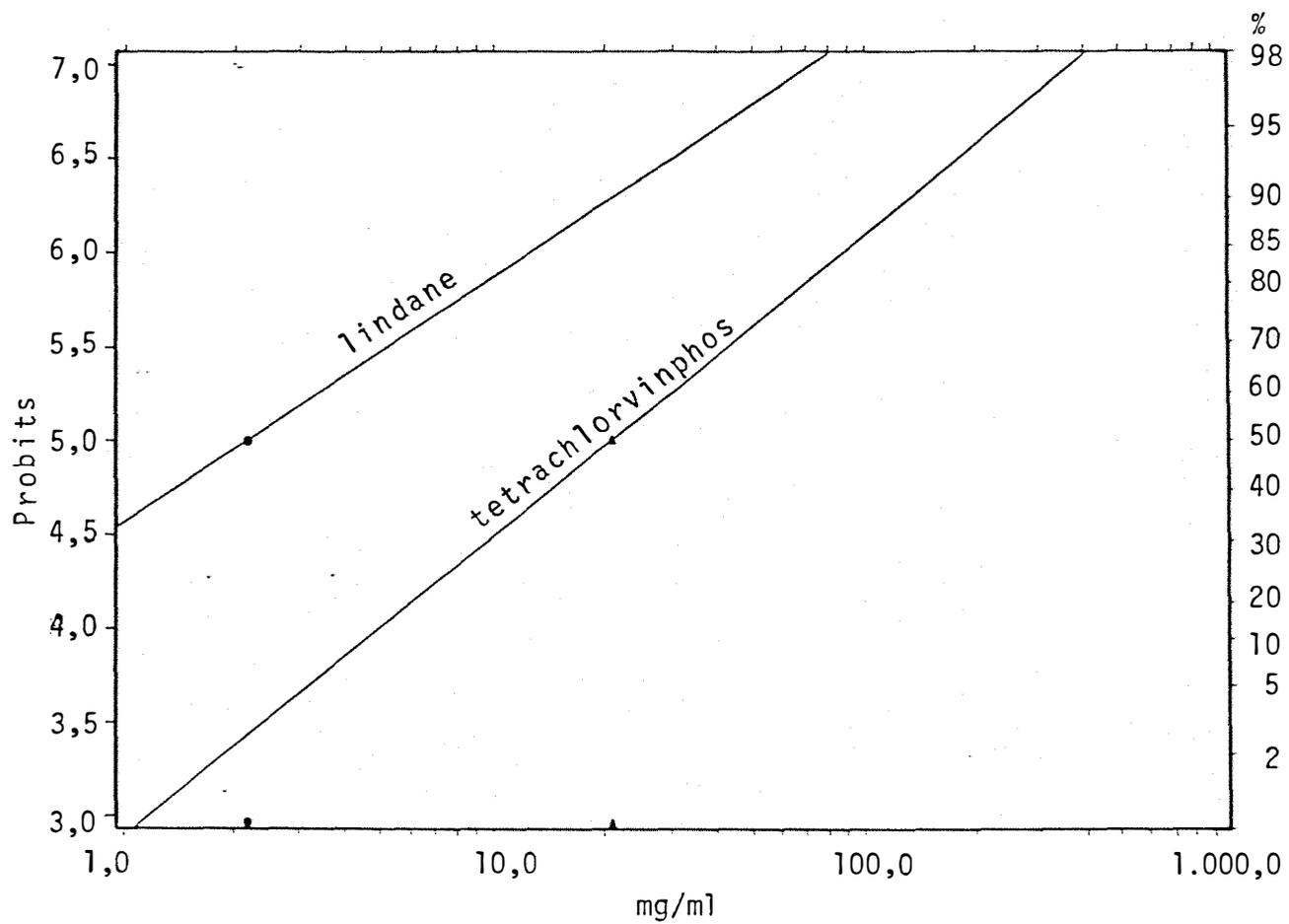


FIGURA 3 - Linhas ld - p de lindane e tetrachlorvinphos para *S. oryzae*

## 5.2 - TRATAMENTO DO MILHO COM INSETICIDAS, TALCO MINERAL E QUEROSENE

### 5.2.1 - ENSAIOS COM *Sitophilus zeamais* MOTS., 1855

Os resultados das percentagens de mortalidade obtidos com adultos de *S. zeamais* após 48 horas de exposição em amostras dos tratamentos, nas avaliações em seguida ao tratamento e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento encontram-se na Tabela 5.

Os inseticidas malathion e chlorpyrifos-methyl provocaram 100% de mortalidade dos carunchos em todas as dosagens até três meses após o tratamento, enquanto que o pirimiphos-methyl exibiu 86,5% de mortalidade na menor dosagem e 100% nas dosagens de 20 e 30 ppm durante o mesmo período.

As observações após cinco meses de armazenamento, evidenciaram que o malathion foi o inseticida de maior ação residual apresentando 100% de mortalidade nas dosagens de 20 e 30 ppm, vindo em seguida chlorpyrifos-methyl, pirimiphos-methyl e dichlorvos, com 22, 97 e 98% ; 0, 27 e 100% e 0% nas dosagens de 11, 22 e 33 ppm, 10, 20 e 30 ppm e 7, 14 e 21 ppm respectivamente.

O dichlorvos foi o inseticida de menor persistência no grão, não apresentando nenhuma ação residual após três meses de armazenamento. Essa baixa ação residual pode ser devida à sua alta volatibilidade ou a aplicação das dosagens abaixo da recomendada pelo fabricante. Contudo, a sua ação ini-

cial foi idêntica aos demais provocando 100% de mortalidade em todas as concentrações até um mês após o tratamento. Estes dados estão coerentes com os de SARID *et alii* (1966) que encontraram um bom efeito inicial do dichlorvos em pulverização contra pragas de grãos armazenados.

Os resultados obtidos por WAQUIL (1977) indicaram que o dichlorvos na metade da dosagem recomendada pelo fabricante (1 g/kg), na formulação granulada a 20%, apresentou 100% de mortalidade em *S. zeamais* 24 horas após a infestação dos grãos recém tratados.

Os dados obtidos com malathion concordam com os resultados apresentados por FLOYD (1961), o qual observou que o malathion na concentração de 11,3 a 33,9 ppm ofereceu proteção aos grãos contra *S. oryzae* durante seis meses de armazenamento.

Com referência aos parâmetros de emergência de adultos e percentagens de grãos danificados (Tabelas 6 e 7), exceto o dichlorvos todos os outros inseticidas foram altamente eficientes nas três dosagens, protegendo o milho contra a emergência de adultos e aparecimento de grãos danificados, durante três meses de observações. Isto se deve provavelmente ao rápido efeito de "knockdown" e mortalidade sobre o *S. zeamais* evitando a oviposição. O dichlorvos protegeu os grãos de milho contra a emergência de *S. zeamais* somente durante um mês de armazenamento.

WAQUIL (1977) observou que o dichlorvos quando aplicado aos grãos logo após a eliminação dos adultos (pais) de *S. zeamais* foi o inseticida mais efetivo na redução do número de insetos emergidos em relação ao pirimiphos-methyl, malathion e tetrachlorvinphos.

### 5.2.2 - ENSAIOS COM *Sithophilus oryzae* (L., 1763)

As médias percentuais de mortalidade de *S. oryzae* após 48 horas de exposição em amostras dos tratamentos, em observações após o tratamento dos grãos e nos intervalos 1, 3 e 5 meses de armazenamento, encontram-se na Tabela 8.

Os resultados deixam óbvio que os inseticidas malathion, pirimiphos-methyl e chlorpyrifos-methyl deram excelente proteção aos grãos durante três meses de armazenamento apresentando 100% de mortalidade em todas as dosagens. O dichlorvos, a exemplo do que aconteceu com *S. zeamais*, ofereceu proteção aos grãos, somente durante um mês de armazenamento. Aos 5 meses de armazenamento houve completa proteção das amostras tratadas com 30 ppm de malathion e pirimiphos-methyl e 33 ppm de chlorpyrifos-methyl. Estes inseticidas foram também eficientes contra emergência de adultos em todas as concentrações até três meses de armazenamento (Tabela 9); consequentemente preveniram os danos que poderiam ser provocados pela praga (Tabela 10).

Os dados sobre a eficiência do malathion, estão em parte de acordo com os resultados obtidos por SARMIENTO (1973), que revelam uma mortalidade 100% em *S. oryzae* seis dias após a aplicação do malathion na dosagem de 10 ppm em milho, e estão em desacordo com os resultados obtidos por GUNTHER *et alii* (1958) os quais mostraram que o malathion (p $\bar{o}$ ) nas dosagens de 8 - 10 ppm foi completamente eficiente contra *S. granarius* e *S. oryzae* durante 4 a 5 meses de armazenamento.

Com referência a eficiência relativa dos pirimiphos methyl, LAHUE (1977.b) verificou que 3 ppm em mistura direta em grãos de trigo deu completa proteção aos mesmos durante 12 meses de armazenamento contra o ataque de *S. oryzae*. A não concordância dos resultados do presente trabalho, em relação aos dados da citação anterior, pode ser devida principalmente a diferença do substrato utilizado. Também LAHUE (1977.a) encontrou proteção ao trigo armazenado, tratado com chlorpyrifos-methyl, por período de tempo semelhante, contra *S. oryzae*.

TABELA 5 - Percentagens médias de mortalidade de adultos de *S. zeamais* Mots., 1855, após 48 horas de exposição em amostras de milho tratadas com inseticidas, em avaliações seguidas ao tratamento e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80

Produtos	Dosagem (ppm)	Avaliações (%)			
		Após o trata- mento	Meses após o tratamento		
			01	03	05
talco mineral	-	5	0	0	0
querosene	-	28	0	0	0
malathion	10	100	100	100	18,5
	20	100	100	100	100
	30	100	100	100	100
dichlorvos	7	100	100	0	0
	14	100	100	0	0
	21	100	100	0	0
pirimiphos-methyl	10	100	100	86,5	0
	20	100	100	100	27
	30	100	100	100	100
chlorpyrifos-methyl	11	100	100	100	22
	22	100	100	100	97
	33	100	100	100	98

TABELA 6 - Número médio de *S. zeamais* emergidos do milho tratado com inseticida após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações seguidas ao tratamento e nos intervalos de 1 e 3 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80

Produtos	Dosagem (ppm)	Avaliações (%)		
		Após o tratamento	Meses após o tratamento	
			01	03
talco mineral	-	10	15	7
querosene	-	10	7	9
malathion	10	0	0	0
	20	0	0	0
	30	0	0	0
dichlorvos	7	0	0	5
	14	0	0	3
	21	0	0	8
pirimiphos-methyl	10	0	0	0
	20	0	0	0
	30	0	0	0
chlorpyrifos-methyl	11	0	0	0
	22	0	0	0
	33	1	0	0

TABELA 7 - Percentagens médias de grãos danificados por *S. zeamais* do milho tratado com inseticidas, após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento e nos intervalos de 1 e 3 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80

Produtos	Dosagem (ppm)	Avaliações (%)		
		Após o trata- mento	Meses após o tratamento	
			01	03
talco mineral	-	8	12	6
querosene	-	7	7	7
malathion	10	0	0	0
	20	0	0	0
	30	0	0	0
dichlorvos	7	0	0	1
	14	0	0	3
	21	0	0	4
pirimiphos-methyl	10	0	0	0
	20	0	0	0
	30	0,5	0	0
chlorpyrifos-methyl	11	1	0	0
	22	0	0	0
	33	0	0	0

TABELA 8 - Percentagens médias de mortalidade em adultos de *S. oryzae* (L.) após 48 horas de exposição em amostras de milho tratadas com inseticidas, em avaliação em seguida ao tratamento e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80

Produtos	Dosagem (ppm)	Avaliações (%)			
		Após o trata- mento	Meses após o tratamento		
			01	03	05
talco mineral	-	12	0	0	0
querosene	-	20	0	0	0
malathion	10	97	100	100	0
	20	98	100	100	98
	30	100	100	100	100
dichlorvos	7	100	100	0	0
	14	100	100	0	0
	21	100	100	0	0
pirimiphos-methyl	10	100	100	100	0
	20	100	100	100	10
	30	100	100	100	100
chlorpyrifos-methyl	11	100	100	100	0
	22	100	100	100	60
	33	100	100	100	100

TABELA 9 - Número médio de *S. oryzae* emergidos do milho tratado com inseticidas após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações seguidas ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1 e 3 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80

Produtos	Dosagem (ppm)	Avaliações (%)		
		Após o trata- mento	Meses após o tratamento	
			01	03
talco mineral	-	6	6	4
querosene	-	5	7	5
malathion	10	0	0	0
	20	0	0	0
	30	0	0	0
dichlorvos	7	0	0	1
	14	0	0	2
	21	0	0	3
pirimiphos-methyl	10	0	0	0
	20	0	0	0
	30	1	0	0
chlorpyrifos-methyl	11	1	0	0
	22	0	0	0
	33	0	0	0

TABELA 10 - Percentagens médias de grãos danificados por *S. oryzae* do milho tratado com inseticidas após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento e nos intervalos de 1 e 3 meses de armazenamento. Piracicaba, SP. 1979/80

Produtos	Dosagem (ppm)	Avaliações (%)		
		Após o trata- mento	Meses após o tratamento	
			01	03
talco mineral	-	5,5	6	5
querosene	-	5	7	7
malathion	10	0	0	0
	20	0	0	0
	30	0	0	0
dichlorvos	7	0	0	1
	14	0	0	4
	21	0	0	6
pirimiphos-methyl	10	0	0	0
	20	0	0	0
	30	0	0	0
chlorpyrifos-methyl	11	1	0	0
	22	0	0	0
	33	0	0	0

## 6 - CONCLUSÕES

Coerente com os resultados obtidos, conclui-se que:

- a - dos inseticidas testados, chlorpyrifos-methyl e dichlorvos são os mais tóxicos contra *S. zeamais* e *S. oryzae* ;
- b - os inseticidas chlorpyrifos-methyl, dichlorvos, lindane, e tetrachlorvinphos são mais tóxicos para *S. zeamais* , quando comparados ao malathion, testados pelo método de impregnação de papel de filtro;
- c - ocorre menor sensibilidade de adultos de *S. oryzae* aos inseticidas lindane e tetrachlorvinphos quando comparados ao malathion;
- d - *S. oryzae* é mais tolerante ao inseticida lindane que *S. zeamais*;

- e - malathion a 20 e 30 ppm, chlorpyrifos-methyl a 33 ppm e pirimiphos-methyl a 30 ppm, protegem os grãos de milho contra *S. zeamais* e *S. oryzae* durante cinco meses de armazenamento;
- f - malathion e pirimiphos-methyl a 10 ppm e chlorpyrifos - methyl a 11 ppm, preveniram a emergência da progênie de *S. zeamais* e *S. oryzae* e a presença de grãos danificados, no período de três meses de armazenamento;
- g - dichlorvos a 7 , 14 e 21 ppm preserva o milho armazenado contra o ataque de *S. zeamais* e *S. oryzae* , conferindo 100% de mortalidade, evitando a emergência de adultos e presença de grãos danificados durante um mês de armazenamento.

## 7 - SUMMARY

The susceptibility of *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 and *Sitophilus oryzae* (L., 1763) (Coleoptera, Curculionidae) populations to the insecticides malathion, lindane, dichlorvos, tetrachlorvinphos and chlorpyrifos-methyl was evaluated.

The insecticides were tested by utilizing the filter paper impregnation technique. In another experiment the insecticides malathion, dichlorvos, pirimiphos-methyl, and chlorpyrifos-methyl were mixed with hybrid corn grains for protection against *S. zeamais* and *S. oryzae* attacks for a 5 - month storage period.

The experiments were carried out at the Department of Entomology of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", of USP, in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. Temperatures and relative humidities were  $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  and  $70 \pm 10\%$ , respectively.

The toxicity of all insecticides was evaluated by  $CL_{50}$  values and by calculating the relative toxicity using malathion as a standard.

According to the results obtained with the filter paper impregnation technique, chlorpyrifos-methyl and dichlorvos were the most efficient ones against *S. zeamais* and *S. oryzae*, followed by: malathion, lindane and tetrachlorvinphos against *S. zeamais*, and malathion, lindane and tetrachlorvinphos against *S. oryzae*.

Concerning *S. zeamais* all insecticides were more efficient than malathion, whereas lindane and tetrachlorvinphos were less efficient than malathion against *S. oryzae*.

When mixed with grains, malathion (20 and 30 ppm), chlorpyrifos-methyl (33 ppm), and pirimiphos-methyl (30 ppm), have protected the corn against *S. zeamais* and *S. oryzae* attacks for a 5 - month storage period.

Dichlorvos (7, 14 and 21 ppm) protected the corn against *S. zeamais* and *S. oryzae*, causing a 100% insect mortality, preventing progeny emergence and the occurrence of damaged grains during a 1 - month storage period.

## 8 - LITERATURA CITADA

- ABBOT, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Ent., College Park, 18: 267.
- ADESUYI, S.A., 1969. Post-fumigation protecting of maize in aluminium silo with one per cent malathion dust. Lagos, Nigéria. Annual Report of the Nigerian Stored Product Research Institute, 45-48. Apud: Rev. Appl. Ent., Ser. A. Agricultural, London, 61: 520, 1973.
- ALMEIDA, G., 1970. Pragas dos grãos armazenados e seu combate. Boletim do Campo. Rio de Janeiro, 33(235): 5-12.
- BANG (yong-ho) e E.H. FLOYD, 1962. Effectiveness of malathion in protecting stored polished rice from damage several species of stored grain insects. J. Econ. Ent., College Park, 55: 188-190.
- BITRAN, E.A. e T.B. CAMPOS, 1969. Comportamento de diversos inseticidas fosforados na preservação do milho ensacado em condições de armazém. In: Anais da II Reunião Anual da Soc. Bras. de Ent., Recife, p. 23-24.

- BITRAN, E.A. e J.R. MELLO, 1972. Prejuízos causados pelo gorgulho *Sitophilus zeamais* Mots., em milho armazenado. In: Anais da IX Reunião Bras. de Milho, Recife, p. 102-105.
- BITRAN, E.A. e T.B. CAMPOS, 1975. Ação específica de piretróides sinergizados no controle de *Sitophilus zeamais* Mots., e possibilidades de seu emprego na proteção de grãos armazenados. O Biológico, São Paulo, 41(10): 287-289.
- BLACKITH, R.E., 1950. Bioassay systems for the pyrethrins III: Application of the twim cross-over design to crawling insect assays. Ann. Appl. Biol., London, 37: 508-515.
- BLISS, C.I., 1935. The calculation of the dosage mortality curve. Ann. Appl. Biol., Cambridge, 22: 137-167.
- BROOK, J.P., 1961. Protection of grain in storage. World Crops, London, 13(1): 27-30.
- CAMPOS, T.B. e E.A. BITRAN, 1976. Avaliação experimental de prejuízos ocasionados por *Sitophilus zeamais* Mots., em milho ensacado. In: Anais do III Congresso Bras. de Entomologia, Maceió, SEB. p. 121.
- CHAMP, B.R. e J.N. CRIBB, 1965. Lindane resistance<sup>e</sup> in *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera, Curculionidae) in Queensland. J. Stored Prod. Res., London, 1: 9-24.
- CHAMP, B.R., 1968. A test method for detecting insecticide resistance in *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera, Curculionidae). J. Stored Prod. Res., London, 4: 175-178.

- CHAMP, B.R. ; R.W. STEELE ; B.G. GENN e K.D. ELMS, 1969. A comparison of malathion, diazinon, fenitrothion and dichlorvos for control of *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhizopertha dominica* (F.) in wheat. J. Stored Prod. Res., London, 5: 21-48.
- CHAMP, B.R. e M.J. CAMPBELL-BROWN, 1970. Insecticide resistance in Australian *Tribolium castaneum* (Herbst). I. A test method for detecting insecticide resistance. J. Stored Prod. Res., London, 6(1): 53-70.
- COGBURN, R.R., 1976. Pirimiphos-methyl as protectant for stored rough rice: small bin tests. J. Econ. Ent., College Park, 69(3): 369-373.
- CORSEUIL, E. e M.L. VICENZI, 1971. Ação de alguns inseticidas na proteção do milho armazenado. Rev. Fac. Agron. e Vet. da Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 10: 9-14.
- COTTON, R.T., 1920. Rice weevil, (Calandra) *Sitophilus oryza* (L.). J. Agric. Res., Washington, 20(5): 409-422.
- COTTON, R.T., 1921. Four *Rhynchophora* attacking corn in storage. J. Agric. Res., Washington, 20(8): 605-614.
- DESMORAS, J. ; J. FOURNEL e J. METIVIER, 1960. Activités acaricides et insecticides au laboratoire et en série d'un nouvel seter phosphorique: L'ethion ou 8.167 R.P. Phytat. Phytopharm, Paris, 9(2): 75-85. Apud: Rev. Appl. Ent., Ser. A, Agricultural, London, 50: 603-604, 1962.

- EL-RAFIE, M.S. ; A.A. SELIM e A.M. SOBELHA, 1974. Evaluation of the comparative toxicity of bioallethrin, malathion and Sevin on the southern cowpea weevil. Bull. Ent. Soc. Egypt., Econ. Ser., Cairo, 8: 187-196.
- FAO, 1970. Métodos recomendados para la detección y medición de la resistencia de plagas agrícolas a los plaguicidas. Método provisional para adultos del gorgujo de la harina y del afrecho, *Tribolium castaneum* (Herbst). Método nº 6 de la FAO. Boln. Fitosanit., Roma, 18: 107-113.
- FAO, 1974. Métodos recomendados para la detección y medición de la resistencia de plagas agrícolas a los plaguicidas. Método provisional para gorgujos adultos importantes en cereales almacenados, con malathion e lindane. Boln. fito - sanit., Roma, 22: 127-137.
- FLOYD, E.H., 1961. Effectiveness of malathion dust as a protectant for farm-stored corn in Louisiana. J. Econ. Ent., College Park, 54(5): 900-904.
- GUNTHER, F.A. ; D.L. LINDGREN e R.C. BLIN, 1958. Biological effectiveness and persistence of malathion and lindane used for protection of stored wheat. J. Econ. Ent., College Park, 51(6): 843-844.
- HEWLETT, P.S., 1952. Piperonyl butoxide as a constituent of heavy-oil sprays for the control of stored product insects. 1. - Piperonyl butoxide as a synergist for pyrethrum its effect on the persistence of pyrethrum films. Bull. Ent. Res., London, 42: 293-310.
- KAMEL, A.H. e E.Z. FAM, 1970. The persistence of malathion when used as grain protectant. Agric. Res. Rev., Cairo, 48(1): 48-58. Apud: Rev. Appl. Ent., Ser. A. Agricultural, London, 63: 1067, 1975.

- KASHI, K.P., 1972. An appraisal of fenitrothion as a promising grain-protectant. Int. Pest. Control, London, 14 (1): 20-22.
- KASHI, K.P., 1977. Assessment of malathion, diazinon, fenitrothion and lindane against three species of storage pest. Indian J. Ent., New Delhi, 38(2): 176-180. Apud: Rev. Appl. Ent., Ser. A. Agricultural. London, 67: 326, 1979.
- KENAGA, E.E. ; W.K. WHITNEY ; J.L. HARDY e A.E. DUTY, 1965. Laboratory test with Dursban insecticide. J. Econ. Ent. College Park, 58(6): 1043-1050.
- KING, D.K. ; E.O. MORRISON, e J.A. SUDMAN, 1962. Bioassay of chemical protectants and surface treatments for the control of insects in stored sorghum grain. J. Econ. Ent., College Park, 55: 506-510.
- KIRKPATRIK, R.L. ; P.K. HAREIN e C.V. COOPER, 1968. Laboratory tests with dichlorvos applied as a wheat protectant against rice weevils. J. Econ. Ent., College Park, 61 (2): 356-358.
- LAHUE, D.W. e E.B. DICKE, 1976. Evaluating selected protectants for shelled corn against stored-grain insects. Mkt. Res. Rep., Washington, nº 1058, 9 p.
- LAHUE, D.W., 1976. Grain protectants for seed corn. J. Econ. Ent., College Park, 69(5): 652-654.

- LAHUE, D.W. e E.B. DICKE, 1977. Evaluation of selected insecticides applied to high moisture sorghum grain to prevent stored grain insect attack. Mkt. Res. Rep., Washington, n<sup>o</sup> 1063. 10 p.
- LAHUE, D.W., 1977.a. Chlorpyrifos-methyl: doses that protect hard winter wheat against attack by stored-grain insects. J. Econ. Ent., College Park, 70(6): 734-736.
- LAHUE, D.W., 1977.b. Pirimiphos-methyl: gradient of effective doses on hard winter wheat against attack of four species of adult insects. J. Econ. Ent., College Park, 70(3): 295-297.
- LEMON, R.W., 1967. Laboratory evaluation of some organophosphorus insecticides against stored product beetles. J. Stored Prod. Res., London, 3(4): 283-287.
- LIM, L.F. e K.I. SUDDERUDDIN, 1977. Comparative toxicity of six insecticides against *Sitophilus oryzae* (L.) (Curculionidae) and *Palembus dermestoides* Fairm. (Tenebrionidae). J. Stored Prod. Res., London, 13: 209-211.
- MCGAUCHEY, W.H., 1970. Evaluation of dichlorvos for insect control in stored rough rice. J. Econ. Ent., College Park, 63(6): 1867-1870.
- MCGAUCHEY, W.H., 1972. Protectants for stored rough rice: Gardona, dichlorvos and a Gardona-dichlorvos mixture. J. Econ. Ent., College Park, 65(6): 1694-1697.
- MCGAUGHEY, W.H., 1973. Angoumois grain moth control in rough rice with a Gardona-dichlorvos mixture. J. Econ. Ent., College Park, 66(1): 1353.

- MELLO, E.J.R. e A.P. TAKEMATSU, 1976. Estudos preliminares de laboratório sobre a ação de inseticidas em *Sitophilus zeamais* Mots., visando detectar resistência. In: XXVIII Reunião Anual da Soc. Bras. para o Progresso da Ciência, Brasília, p. 794.
- MOOKHERJEE, P.B. ; Y.P. BERI ; G.C. SHARMA e R.S. DEWAN, 1966. Preliminary studies on the efficacy of malathion against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) and its persistence in stored wheat. Indian J. Ent., New Delhi, 27(4): 476-480. Apud: Rev. Appl. Ent., Ser. A: Agricultural, London, 55: 930, 1967.
- NAKANO, O. e S. SILVEIRA NETO, 1975. Entomologia Econômica. Piracicaba, ESALQ/USP - Depto. Entomologia. 360 p.
- NEWMAN, L.J., 1927. Grains Weevils. J. Dep. Agric. West. Aust., Perth, 4(4): 538-545.
- OLIVEIRA, J.V., 1978. Toxicidade relativa de inseticidas para *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) e *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Col., Bruchidae) e seus efeitos na mortalidade, oviposição e emergência das espécies em condições de laboratório. Piracicaba, ESALQ/USP, 105 p. (Tese de Doutorado).
- PARKIN, E.A. e A.A. GREEN, 1943. A film technique for the biological evaluation of pyrethrum-in-oil insecticides for use against stored product insects in warehouses. Ann. Appl. Biol., London, 30(3): 279-292.

- POTTER, C., 1938. The use of protective films of insecticides in the control of indoor insects with special reference to *Plodia interpunctella* Hb. , *Ephestia elutella* Hb. Ann. Appl. Biol., London, 25(1): 836-854.
- POTTER, C., 1941. A laboratory spraying apparatus and technique for investigating the action of contact insecticides, with some notes on suitable test insects. Ann. Appl. Biol., London, 28(2): 142-169.
- QURESHI, A.H., 1967. An evaluation of 0,0,0',0' - tetra methyl- 0,0' thioldi-p-phenylene phosphorothioate against some stored product insects. Rep. Niger. Stored Prod. Res. Inst., Niger, 125-128. Apud: Rev. Appl. Ent., Ser. A. Agricultural, London, 58: 77, 1970.
- ROSSETTO, C. J., 1967. Sugestões para o armazenamento de grãos no Brasil. Bol. do Campo, Rio de Janeiro, 12(209): 3-16.
- ROSSETTO, C. J. e D. LINK, 1968. Especialidade hospedeira de *Sitophilus zeamais* e *S. oryzae* , em arroz, trigo e milho em condições naturais. In: I Reunião Anual da Soc. Bras. Ent., Piracicaba.
- ROSSETTO, C.J., 1972. Resistência de milho à pragas da espiga *Helicoverpa zea* (Boddie) , *Sitophilus zeamais* Mots. e *Sitotroga cerealella* (Olivier). Piracicaba, ESALQ/USP, 144 p. (Tese de Doutorado).
- SARID, J.N.K. ; I.P. KAPOOR e R. LALAN, 1966. Preliminary trials with DDVP for desinfestation of warehouses. Bull. Grain Technol., Hapur, 4(3): 140-142.

- SARMIENTO, J., 1973. Efecto de inseticidas en polvo, mezclados con el grano como protectores de maiz almacenado contra *Sitophilus oryzae* (L.). Revista Peruana de Entomologia, Lima, 16(1): 123-124.
- SHI, N. ; G.C. SENGUPTA e B.N. SATPATHY, 1960. Toxicity of some insecticides to the flour beetle, *Tribolium castaneum*. J. Econ. Ent., College Park, 54(3): 437-439.
- SILVA, S. e M.E. SOUSA, 1965. Perdas de eficácia verificada em tratamentos de trigo com pós inseticidas de DDT, lindane e malation. (Losses in effectiveness found in treatments of wheat with insecticidal powders containing DDT, lindane and malathion). Agricultura. Lisboa, 27: 28-32.
- STRINGER, A., 1949. A simple method for assaying contact toxicities of insecticides, with results of tests of some organic compounds against *Calandra granaria* (L.). Ann. Appl. Biol., London, 36: 203-224.
- STRONG, R.G. e D.E. SBUR, 1964. Protective sprays against internal infestations of grain beetles in wheat. J. Econ. Ent., College Park, 57(4): 544-548.
- STRONG, R.G. ; D.E. SBUR e G.J. PARTIDA, 1967. Rearing stored product insect for laboratory studies: lesser grain borer, granary weevil, rice weevil, *Sitophilus zeamais* Mots., and angoumois grain moth. J. Econ. Ent., College Park, 60(4): 1078-1082.
- SUN, Y.P., 1950. Toxicity Index—An improved method of comparing the relative toxicity of insecticides. J. Econ. Ent. College Park, 43(1): 45-53.

- TATTERSFIELD, F. e C. POTTER, 1943. Biological methods of determining the insecticidal values of pyrethrum preparations (Particularly extracts in heavy oil). Ann. Appl. Biol., London, 30: 259.
- TEOTIA, T.P.S. e RAJENDRA SINGH, 1966. Preliminary studies on the residual effectiveness of BHC, malathion and Sevin for protection of stored grains against *Sitophilus oryzae* (L.). Bull. Grain Technol., Hapur, 4(2): 67-72.
- TOPPOZADA, A. ; F.I. ISMAIL e M.E. ELDEFRAWI, 1969. Susceptibility of local strains of *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) to insecticides. J. Stored Prod. Res., London, 5: 393-397.
- TYLER, P.S. e T.J. BINNS, 1977. The toxicity of seven organophosphorous insecticides and lindane to eighteen species of stored product beetles. J. Stored Prod. Res., London, 13: 39-43.
- WAQUIL, J.M., 1977. Avaliação de danos e controle químico de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em grãos de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench em laboratório. Piracicaba, ESALQ/USP. 111 p. (Dissertação de Mestrado).
- WIENDL, F.M., 1975. A desinfestação de grãos e produtos armazenados por meio de radiações ionizantes. Boln. Divulg. CENA, Piracicaba, nº 18, 26 p.
- WILLIAMS, P. ; T.G. AMOS e P.B. DU GUESCLIN, 1978. Laboratory evaluation of malathion, chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl for use against beetles infesting stored wheat. J. Stored Prod. Res., London, 14: 163-168.

ZAKI, M. ; M. ABO EL\_CHAR e P.B. HAFEZ, 1966. The persistence toxicity under standard conditions of DDT, malathion and Sevin against some pests of stored grains. Ann. Agric. Sci. Univ. A'in Shams, 9(1): 27-47. Apud: Rev. Appl. Ent., Ser. A. Agricultural. London, 56: 67, 1968.