

CONTROLE QUÍMICO DE SITOPHILUS ZEAMAIIS MOTSCHULSKY, 1855
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), EM GRÃOS DE SORGO SORGHUM
BICOLOR (L.) MOENCH, EM LABORATÓRIO.

Ivan Vaz de Mello Cajueiro
Biólogo

Orientador: Prof. Dr. Octávio Nakano

Dissertação apresentada à
Escola Superior de Agri-
cultura "Luiz de Queiróz",
da Universidade de São
Paulo, para a obtenção do
título de Mestre em Ciên-
cias Biológicas, Área de
Concentração : Entomologia

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Maio - 1988

1

CONTROLE QUÍMICO DE SITOPHILUS ZEAMAIIS MOTSCHULSKY, 1855 (COLEOPTERA : CURCULIONIDAE) EM GRÃOS DE SORGO (SORGHUM BICOLOR (L.) MOENCH), EM LABORATÓRIO.

IVAN VAZ DE MELLO CAJUEIRO

Aprovada em: 11/07/88

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Octávio Nakano

ESALQ/USP

Dr. Jamilton Pereira dos Santos

CNPMS/EMBRAPA

Prof. Dr. Benedicto Ferreira do Amaral Filho

UNICAMP



Prof. Dr. Octávio Nakano

Orientador

A meus pais e irmãos
cunhadas e cunhado

OFEREÇO

e à minha esposa Sandra e
meus filhos Talita, Tomás
e Gabriel

DEDICO

AGRADECIMENTOS :

O autor deseja consignar seus agradecimentos a:

- O professor Octávio Nakano, do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela orientação, apoio e preciosas sugestões;
- O Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, CNPMS, da EMBRAPA, pela oportunidade de realizar este curso e o apoio na condução dos trabalhos práticos;
- O amigo e colega Jamilton Pereira dos Santos, pelo prestimoso apoio e pela ajuda prestada na condução e acompanhamento dos trabalhos em Sete Lagoas, antes e depois de minha mudança para Piracicaba;
- Os colegas do laboratório de pragas de armazenamento do CNPMS, Frederico, Isaias, Marcilene e Sidney, sem os quais não teria sido possível conduzir os trabalhos da forma como foram conduzidos;
- Os colegas Renato Antonio Borgonovi (in memoriam) e Jader Pinho, do CNPMS, pelo fornecimento dos grãos de sorgo utilizados neste trabalho;
- O Centro de Energia Nuclear na Agricultura -CENA, pelo fornecimento dos insetos que deram origem aqueles utilizados nos ensaios;
- O Professor S. A. Vainin, do Instituto de Biociências da

- USP, pela correta identificação dos insetos;
- A colega Margarida M. H. Zaroni, pelo auxílio na análise estatística dos resultados;
 - O colega Claudio J. Poscidônio, pela grande ajuda no processamento deste texto e no manuseio dos pacotes estatísticos utilizados na análise dos dados;
 - O Centro Nacional de Pesquisa da Defesa da Agricultura-CNPDA, pelas facilidades na utilização dos computadores, para a análise e o processamento desta dissertação e a acolhida como pesquisador desde fevereiro deste ano;
 - O colega, amigo e irmão Eduardo Vaz de Mello Cajueiro pelo auxílio nos assuntos tocantes à área de informática;
 - O colega Laudelino Carneiro Leite, pela correção da versão do resumo em inglês;
 - Todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho, em especial aos colegas de curso de pós-graduação, com os quais pude discuti-lo, acrescentando algo de positivo.

SUMARIO

	página
LISTA DE GRAFICOS	vii
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Considerações gerais	4
2.2. O complexo <i>Sitophilus</i> spp	4
2.3. Danos causados por <i>Sitophilus</i> aos cereais: .	6
2.4. Ecossistema armazenador e alternativas de controle de insetos-praga de grãos armaze- nados	11
2.4.1. Considerações gerais	11
2.4.2. Resistência de grãos de gramíneas a <i>Sito-</i> <i>philus</i> spp	14
2.4.3. Controle químico de <i>Sitophilus</i> spp	17
2.4.3.1. Considerações gerais	17
2.4.3.2. Controle da infestação com fumigantes .	18
2.4.3.3. Controle da infestação com inseticidas em mistura direta	22
2.5. Degradação e resíduos de inseticidas	26

2.6. Resistência de insetos a inseticidas	29
3. MATERIAIS E METODOS	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÕES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	77

LISTA DE GRAFICOS

	página
Gráfico 1. Eficiência temporal de inseticidas a 2 ppm em sorgo armazenado em sacos de pano ..	64
Gráfico 2. Eficiência temporal de inseticidas a 2 ppm em sorgo armazenado em vidros	65
Gráfico 3. Eficiência temporal de inseticidas a 4 ppm em sorgo armazenado em sacos de pano ..	66
Gráfico 4. Eficiência temporal de inseticidas a 4 ppm em sorgo armazenado em vidros	67
Gráfico 5. Eficiência temporal de inseticidas a 6 ppm em sorgo armazenado em sacos de pano ...	68
Gráfico 6. Eficiência temporal de inseticidas a 6 ppm em sorgo armazenado em vidros	69
Gráfico 7. Eficiência temporal de inseticidas a 8 ppm em sorgo armazenado em sacos de pano ..	71
Gráfico 8. Eficiência temporal de inseticidas a 8 ppm em sorgo armazenado em vidros	72
Gráfico 9. Eficiência temporal de inseticidas a 10 ppm em sorgo armazenado em sacos de pano	73
Gráfico 10. Eficiência temporal de inseticidas a 10 ppm em sorgo armazenado em vidros	74

LISTA DE QUADROS

página

QUADRO 1. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas fosforados sobre sorgo em sacos de pano	40
Quadro 2. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas fosforados sobre sorgo em vidros	43
Quadro 3. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas piretróides sobre sorgo em sacos de pano	52
Quadro 4. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas piretróides sobre sorgo em vidros	54
Quadro 5. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas sobre sorgo em sacos de pano	59
Quadro 6. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas sobre sorgo em vidros	62

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Relação dos princípios ativos de inseticidas , e suas respectivas dosagens, na composição dos tratamentos utilizados no presente trabalho, em Sete Lagoas. 1983/1987	36
Tabela 2. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas fosforados contra S. zeamais sobre sorgo em sacos de pano	39
Tabela 3. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas fosforados contra S. zeamais sobre sorgo em vidros	42
Tabela 4. Duração, em meses, do efeito inseticida de piretróides, em pré-escolha, contra S. zeamais sobre sorgo armazenado em sacos de pano , em Sete Lagoas, 1983/1987.....	48
Tabela 5. Duração, em meses, do efeito inseticida de piretróides, em pré-escolha, contra S. zeamais sobre sorgo armazenado em vidros, em em Sete Lagoas, 1983/1987.....	49
Tabela 6. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas piretróides em grãos de sorgo ar-	

mazenados em sacos de pano, contra <i>S. zeamais</i> ..	50
Tabela 7. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas piretróides em grãos de sorgo armazenados em vidros, contra <i>S. zeamais</i>	53
Tabela 8. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas na proteção de sorgo armazenado em sacos de pano, contra <i>S. zeamais</i>	57
Tabela 9. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas na proteção de sorgo armazenado em vidros, contra <i>S. zeamais</i>	60

CONTROLE QUIMICO DE *SITOPHILUS ZEAMAI* MOTSCHULSKY, 1855
(COLEOPTERA : CURCULIONIDAE) EM GRAOS DE SORGO (*SORGHUM*
BICOLOR (L.) MOENCH) EM LABORATORIO.

Autor: IVAN VAZ DE MELLO CAJUEIRO

RESUMO

Esta pesquisa trata da avaliação da eficiência dos inseticidas deltametrina, fluocitrinate, permetrina, cipermetrina, pirimifós metílico, fenitrotion, malatión e da mistura comercial de fenitrotion com fenvalerato, na preservação de grãos de sorgo armazenados, por 24 meses, contra *Sitophilus zeamais*.

Os ensaios foram conduzidos no Setor de Entomologia do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA, no município de Sete Lagoas, MG, em um laboratório sem condições controladas.

Avaliou-se o tempo de proteção efetiva dos diferentes princípios ativos a 2, 4, 6, 8 e 10 ppm,

considerando apenas 100% de mortalidade (segundo a fórmula de ABBOT) como eficiência aceitável.

Os grãos de sorgo foram tratados e, mensalmente, se retirava uma aliquota de 30 g , que era infestada com 20 adultos não sexados de *Sitophilus zeamais*, que foram acompanhados por dez dias, quando se avaliava a mortalidade.

Os inseticidas que se mostraram eficientes para uso em armazenamento foram, em ordem decrescente de eficiência, deltametrina PS; deltametrina CE, com butóxido de piperonila; pirimifós metílico CE e fenitrotiom CE. O inseticida malatíom, nas duas formulações estudadas, apresentou algum efeito nas dosagens de 8 e 10 ppm, mas muito inferior ao apresentado pelos outros tres. Os demais inseticidas não podem ser recomendados para uso em controle de *Sitophilus zeamais* em sorgo armazenado.

CHEMICAL CONTROL OF *SITOPHILUS ZEAMAI* MOTSCHULSKY, 1855 (COLEOPTERA : CURCULIONIDAE) ON SORGHUM GRAIN (*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH), IN LABORATORY.

Author: IVAN VAZ DE MELLO CAJUEIRO

SUMMARY

The efficiency of deltamethrin, fluocitrinate, permethrin, cypermethrin, pirimiphos-methyl, fenitrothion, malathion and a commercial mixture of fenitrothion and fenvalerate to prevent a infestation with *Sitophilus zeamais* was evaluated on stored sorghum grains.

The experiments were carried out at the Department of Entomology of Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS, of EMBRAPA, in Sete Lagoas, Minas Gerais State, Brazil, under uncontrolled conditions.

The time of effectiveness of all insecticides was evaluated at 2, 4, 6, 8, and 10 ppm and the level of mortality considered was 100%, according to ABBOT equation.

After the treatment an aliquot of 30 gr was taken , each month, and infested with 20 adults of the insect during 10 days, in a bioassay.

According to the results obtained with the bioassay, deltamethrin PS, deltamethrin + piperonyl butox CE , pirimiphos-methyl and fenitrothion CE were the most efficient against *S. zeamais*, followed by malathion. The other insecticides have no efficiency.

1. INTRODUÇÃO :

O Brasil vem apresentando altas taxas de expansão demográfica e este fato esta ocorrendo concomitante a um grande êxodo rural, não bastassem as condições climáticas adversas, que prejudicam sobremaneira a produção de alimentos.

Diante deste quadro, a agricultura nacional precisa se preparar melhor para poder oferecer mais alimentos a preços acessíveis. A cultura do sorgo granífero atende as exigências de uma agricultura mecanizável, de baixo custo operacional e alto valor nutritivo, o que a torna uma cultura viável, no atual momento histórico, e bastante promissora. Outros fatores que favorecem a expansão da cultura de sorgo granífero são seu ciclo curto, que possibilita obter mais de duas safras por ano agrícola e sua baixa exigência hídrica, que permite o seu cultivo em áreas normalmente não agricultadas no Brasil.

Com a retirada do subsídio ao trigo, o sorgo granífero pode vir a substituí-lo parcialmente na indústria de panificação, sem prejuízos para a qualidade final do produto. Além disto, deve-se considerar que ele é

um excelente constituinte de dietas de arraçamento animal.

Dentre os problemas que afetam a cultura do sorgo, no Brasil, destacam-se as entomopragas. Não obstante não sejam, normalmente, fatores limitantes da produção, desde que se tomem certos cuidados. A mosca-do-sorgo, **Contarinia sorghicola** (Coquillet, 1898) (Diptera : Cecidomyiidae) foi um problema sério a alguns anos atrás, segundo CAJUEIRO (1986).

Considerando que o grão de sorgo armazenado não oferece nenhuma barreira efetiva contra o ataque de insetos, mesmo quando armazenado em panícula completa, e o fato de ser o Brasil um país de clima tropical, onde o ecossistema armazenador é sempre favorável às pragas, torna-se fácil entender por que as pragas se manifestam rapidamente pós-colheita. ROSSETTO (1972) diz que embora existam dezenas de espécies de insetos que possam tornar-se pragas deste cereal, os principais responsáveis pelos danos causados ao grão de sorgo são três, sendo-lhes difícil estabelecer uma ordem de importância : **Sitotroga cerealella** (Olivier, 1819), **Sitophilus oryzae** (Linné, 1763) e **Sitophilus zeamais** Motschulsky, 1855 (Coleoptera : Cucurionidae). Segundo o mesmo autor, a que apresenta maior distribuição geográfica, no Brasil, é **S. zeamais** e a que melhor se desenvolve em sorgo granífero é **S. oryzae**.

WAQUIL (1977) fez um estudo bastante completo sobre os danos provocados pelo gorguiho do milho nos três tipos de grãos de sorgo possíveis de serem obti-

dos na colheita mecânica deste cereal e a biologia dos dois gorgulhos é bastante conhecida e estudada. Em razão disto, este trabalho não abordará nenhum destes dois aspectos.

A idéia deste trabalho partiu de uma série de consultas feitas por agricultores e extensionistas sobre quais inseticidas, e em que dosagens eles deveriam ser utilizados, para a prevenção e o controle das pragas de grãos de sorgo armazenados, uma vez que os resultados não estão sendo satisfatórios com os produtos normalmente utilizados contra os dois gorgulhos.

O principal objetivo deste trabalho foi o de avaliar a eficiência e adequar dosagens de diferentes inseticidas comerciais, utilizados em mistura direta, na prevenção de infestação de grãos de sorgo armazenados por *S. zeamais*. A adequação de dosagens se faz necessária devido grandes diferenças existentes entre as superfícies específicas das diferentes gramíneas atacadas, pos-colheita, por este gorgulho (PEREZ et alii, 1986).

2. REVISÃO DE LITERATURA ;

2.1. Considerações gerais:

Como serão abordados diferentes aspectos sobre as pragas e seus métodos de controle, procurou-se subdividir este capítulo, com o intuito de melhor agrupar os trabalhos.

Além dos trabalhos que versam especificamente sobre a praga e cultura que serão assunto desta dissertação, estão incluídos trabalhos relativos a outros cereais, principalmente o milho. A razão disto é que existem grandes semelhanças entre as pragas que atacam o milho e as que o fazem com o sorgo granífero, sendo elas melhor estudadas no milho

2.2. O complexo *Sitophilus* spp :

Desde que Motschulsky descreveu, em 1855, um coleóptero da família Cucurilionidae como *Sitophilus zeamais*,

surgiram dúvidas se o complexo *Sitophilus oryzae*, descrito em 1763 por Linné seria constituído por uma única espécie, ou se teria duas. Esta dúvida perdurou por muito tempo, pois não havia uma característica diferencial satisfatória (WAKUIL, 1977). A resolução definitiva foi possível à partir de 1961, quando KUSCHEL apresentou uma característica diferencial bastante nítida, à partir de estudos do aedeagus destes dois cucurilionídeos. Após uma revisão histórica das espécies, o autor designou como sendo *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) a de menor porte e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 a de maior porte. Estudando as pontuações do pronoto das duas espécies, BORDREAU (1969) definiu características diferenciais sem a necessidade de recorrer à dissecção da genitália. Embora não ofereça tanta segurança como outras características do aedeagus, PROCTOR (1971) verificou que o de *S. zeamais* é mais convexo que o de *S. oryzae*, quando visto de perfil. A FAO (1975) fornece microfotografias que permitem a identificação destas duas espécies, assim como a de várias outras pragas de produtos armazenados.

Não foi considerada a outra espécie do gênero *Sitophilus*, que ataca grãos armazenados (*S. granarius*, Linné, por não se ter tido nenhuma ocorrência registrada no Brasil).

Deve-se tomar muito cuidado com os trabalhos publicados antes de 1961 sobre as biologias de *S. zeamais* e *S. oryzae* pois, devido à inexistência de uma característica

diferencial que pudesse definir com exatidão a que espécie o trabalho se reportava, especificamente.

Estes gorgulhos são uns dos insetos mais bem estudados, em relação à sua biologia. Entre os diversos trabalhos já publicados sobre ela, podem ser destacados os de HINDS & TURNER (1911); COTTON (1920); RICHARDS (1944 e 1947); SEGROVE (1951); HOWE (1952); WILLIAMS (1964); STRONG *et alii* (1967) e ROSSETTO (1972). Este último autor, estudando métodos para criação intensiva, menciona que se consegue de quatro a seis vezes mais insetos criando-se *S. zeamais* em sorgo que em milho

Os adultos de *S. oryzae* e *S. zeamais* são marrom escuros, com cerca de 4 mm de comprimento e apresentam manchas nos élitros. Infestam os grãos tanto no armazém ou silo como no campo. As fêmeas fazem um furo nos grãos, onde colocam um ovo, que é tapado por uma substância gelatinosa. Uma fêmea coloca de 300 a 550 ovos em 4-5 meses, cujos períodos de incubação variam entre tres e cinco dias. A larva é pequena, corpulenta e esbranquiçada, com a cápsula cefálica marrom e apresenta um período de desenvolvimento de 30 a 40 dias. O adulto emerge da pupa em 3 a 6 dias e apresenta uma longevidade de 4 a 5 meses. Podem apresentar de 5 a 7 gerações por ano (TEETES *et alii*, 1983).

2.3. Danos causados por *Sitophilus* aos cereais:

Segundo PARKIN (1956), existem dois tipos de estimativas de dano possíveis: as experimentais e as gerais. Elas não podem ser comparadas, ou o serão com alguma dificuldade, devido às grandes diferenças de metodologias empregadas em suas definições. Para chegar a esta conclusão, o autor fez uma extensa revisão sobre os prejuízos causados aos grãos, por insetos, e percebeu que nos países tropicais e sub-tropicais os níveis de dano são bastante mais elevados. O autor cita vários países da América Latina onde os danos chegaram a oscilar entre 14 e 50 %, segundo dados da ONU. Afirmava, ainda, que estes altos níveis de dano se encontram principalmente nos países subdesenvolvidos, devido ao desconhecimento geral do problema de perdas pós-colheita.

No tocante aos níveis de dano provocados por insetos-pragas de grãos armazenados nas diferentes regiões do planeta, existem muitos trabalhos, dos quais destacam-se alguns. Nos Estados Unidos da América, CARTWRIGHT (1940) cita que 28,02% das espigas de milho se apresentavam infestadas por *Calandra oryzae* (L.), no estado da Carolina do Sul. GENEL & BARNES (1958) citam perdas oscilando entre 15 e 20% no milho armazenado no México. MOOKHERJEE *et alii* (1970) citam médias de infestação em amostras coletadas em sete regiões na Índia, onde se obtiveram os seguintes percentuais: 1,34% no arroz; 4,39% no trigo; 4,75% na cevada; e 2,29% no sorgo. KOURA & EL-HALFAWY (1973) mencionaram que os prejuízos causados por *S. granarius*

(L.) , *S.oryzae* (L.) e *Rhyzoperta dominica* foram de 32,64% no trigo , 22,18% no milho e 33,8% no sorgo , no Egito . SANTOS *et alii* (1986 a e b) relatam que os danos provocados por insetos no estado do Espírito Santo , e Paraná , foram , respectivamente , de 41% (em fevereiro) e 27,4% (em outubro) .

KIRITANE (1965) relata que em infestações de campo o *S. zeamais* é mais frequente em cereais que o *S. oryzae*, devido a possuir maior capacidade de vôo. ROSSETTO (1972) cita que em amostras de milho, recém obtidas do campo, no sul do estado de São Paulo só havia a espécie *S. zeamais*. Já em trigo, este mesmo autor cita que a espécie predominante era a de *S. oryzae*. Afirma ainda, o mesmo autor, que para estudar a frequência de ocorrência destas duas espécies no Brasil a melhor cultura a ser acompanhada é a de arroz, pois tem ampla distribuição no país e não apresentou infestação predominante de nenhuma das duas espécies sobre a outra.

WHITE (1953), estudando o dano de *S. oryzae* (L.) em trigo, relatou que nos últimos 9,5 dias do desenvolvimento larval do inseto ocorre a metade da redução de peso provocada aos grãos. Estudando os danos provocados pelo gorgulho do arroz em milho, sob condições de laboratório. COTAIT e PIZA (1969) verificaram que uma infestação inicial de 30 adultos em 2 kg provocaram uma redução de 27,3% a 56,0% no peso dos grãos. BITRAN e MELLO JR. (1972) partiram de uma infestação inicial de 100

adultos de *S. zeamais* e verificaram, após 6 meses de armazenamento, uma redução de peso na ordem de 30,5%. Em um estudo equivalente, CAMPOS e BITRAN (1976) encontraram uma perda de peso na ordem de 33,27%, em seis meses, com um percentual de 95% de grãos danificados.

IRABAGON (1959) fez um estudo relacionando as perdas de peso e valor nutritivo de milho atacado por *S. oryzae* e verificou um aumento do teor de proteínas (devido a um maior consumo da porção amilácea dos grãos), mas um prejuízo nutricional do grão como um todo. Neste estudo, o autor alimentou ratos com rações formuladas com 80% de milho apresentando diferentes níveis de perda de peso devida ao ataque de insetos, e comparou o ganho de peso apresentado por eles com o de ratos alimentados com rações formuladas com milho sadio. Segundo o autor, 2,5% de perda de peso dos grãos, correspondera, a uma redução de 29,4% no ganho de peso dos ratos; para uma redução de peso dos grãos de 6,8%, a redução no ganho de peso dos ratos foi de 58,8% e para uma redução de 25,89% no peso dos grãos o ganho de peso dos ratos foi reduzido em 168,5%, isto é, os ratos perderam peso, em relação ao peso inicial. O autor verificou, ainda, uma proporcionalidade entre o aumento da infestação e a redução de peso total da amostra. FLOID (1971) observou esta relação também para o *S. zeamais* e, ainda, que a infestação por *Sitotroga cerealella* foi mais precoce em milho já infestado pelo gorgulho.

ADAMS (1976), estudando a perda de peso de

grãos de milho provocada por *S. zeamais* a 27% e 70% de UR, observou que, quando emerge um único inseto por grão, este é responsável por 31,1 mg de perda e, quando emerge mais de um inseto por grão, cada um é responsável por uma perda de 25 mg. O peso médio dos insetos emergidos foi de 3,1 mg e o ciclo total foi de 37 dias.

LEFEVRE (1953), avaliando o dano causado a grãos de sorgo, observou que houve um maior decréscimo da quantidade de grãos sadios entre o terceiro e o sexto mes de estocagem, quando o número de insetos por amostragem passou de 90 para 710 adultos de *Calandra oryzae*, embora o maior incremento de perda de peso tenha ocorrido entre o nono e o décimo mes, quando o número de insetos adultos por amostragem passou de 830 para 1000. Estes estudos foram realizados em dois armazéns. Em 1968, YADAV *et alii* estudaram, em laboratório, os danos provocados por larvas de *Rhyzoperta dominica* e *Sitophilus oryzae* em sementes de sorgo, e observaram que após 15 dias de alimentação eles provocaram a perda total do poder de germinação. PUTTARU-DRAPA *et alii* (1971) verificaram que o percentual de grãos danificados, em nove genótipos de sorgo, por *S. oryzae*, variou entre 11,96 31,34%.

SANTOS e BARBOSA (1975) correlacionaram o percentual de sementes de sorgo (var. Start) com o sintoma típico de ataque por *S. zeamais* e concluíram ser viável a condução de experimentos visando a definição de equações de regressão linear para a determinação de perdas

de peso em sementes de gramíneas e leguminosas, em relação ao percentual de sementes que apresentam um furo típico da espécie de inseto praga. WAQUIL (1977) observou que o percentual de perda de peso está diretamente relacionado com o percentual de grãos broqueados, podendo, em função deste, se determinar aquele. O autor observou também que o dano causado por um inseto é maior em níveis mais baixos de infestação e que, em condições de baixas infestação, os grãos com glumas são menos suscetíveis ao *S. zeamais* que os inteiros ou quebrados. Em altas infestações, segundo o autor, os grãos quebrados são menos suscetíveis que os outros dois. O autor conclui, ainda, que os adultos emergidos dos grãos quebrados são mais leves que aqueles emergidos de grãos com gluma e inteiros. Estes resultados são confirmados por WAQUIL e NAKANO (1979).

RIBEIRO DOS SANTOS e BRAGA SOBRINHO (1977) estudaram a perda de peso de grãos de sorgo devida ao *S. zeamais* e definiram uma equação de regressão com coeficiente significativo a 5% de probabilidade.

2.4. Ecossistema armazenador e alternativas de controle de insetos-praga de grãos armazenados :

2.4.1. Considerações gerais:

Considerando que a unidade armazenadora se constitui em um ecossistema isolado (SINHA & MUIR, 1973;

CALDERON, 1981), deve-se atentar para os fatores bióticos e abióticos que o caracterizam e estudar suas possíveis interrelações, no tocante a conservação do produto estocado (MUIR et alii, 1973).

Na maioria das vezes a ação de um dos agentes pode provocar o desequilíbrio de todo o conjunto (WHITE & SINHA, 1981). Por exemplo: uma infestação por insetos vai provocar, onde ela se instalar, um aumento de temperatura e umidade locais e, se não controladas, este aumento poderá ser sinergizado pelo desenvolvimento dos esporos de microorganismos (quase sempre presente nos grãos) e desencadear o processo de migração de umidade, que será exacerbado pelo aumento do metabolismo basal dos grãos, chegando, no final à perda completa da massa de grãos estocada.

As impurezas existentes em meio aos grãos colhidos e não retiradas em processos de limpeza, ou pré-limpeza, podem conter insetos (Psocopteros por exemplo) e microorganismos que não estejam diretamente relacionados com os grãos armazenados mas, com seu metabolismo, desequilibrar o ecossistema e provocar prejuízos como os adrede citados (SINGH et alii, 1977).

Como se pode depreender, vários são os fatores potencialmente responsáveis pelos desequilíbrios e o deterio dos grãos estocados (SINHA, 1971)

O efeito maléfico de infestação sobre os grãos armazenados é algo bastante conhecido (COTAIT e

PIZA, 1969; HOWE, 1962; MARICONI, 1963; WAQUIL, 1977), assim como o são os agentes entomológicos de infestação HINTON & CORBET, 1972).

NAVARRO *et alii* (1973) e DONAHAYE *et alii* (1974) estudaram a aeração com ar refrigerado como uma alternativa para o controle da infestação por inseto e conseguiram resultados satisfatórios com um custo inferior ao dos tratamentos químicos usuais (4-6 KW/h/ton.). Neste tipo de tratamento se abaixa o metabolismo basal dos grãos, conservando melhor suas propriedades organolépticas.

JAY & PEARMAN (1973) alteraram o balanço atmosférico de gases, com a insuflação de dióxido de carbono, no controle de uma infestação potencial de milho armazenado por *Tribolium castaneum* e as contagens de insetos vivos, 60 dias após o tratamento revelou a presença de 0,1 insetos no milho tratado, contra 144,4 na amostra retirada antes do tratamento.

NAVARRO & CALDERON (1979) estudaram o efeito de baixas pressões atmosféricas e baixas tensões de oxigênio sobre a respiração, mortalidade, e perda de peso em *Ephestia cautela*.

NAVARRO & CALDERON (1980) estudaram o efeito da temperatura e da umidade relativa do ar sobre a efetividade da mistura atmosférica de gases como uma integração no controle de pragas de grãos durante o armazenamento.

JAY (1980) descreve tres métodos de

aplicação de dióxido de carbono em silos e sugere o controle de atmosfera nas unidades armazenadoras como um caminho promissor para o controle da infestação por insetos. A vedação de silos para viabilizar um controle de atmosfera em unidades já instaladas, sem o mínimo necessário de hermeticidade, foi estudada por WILLIAMS et alii (1980).

ITAL (1981) estudou o efeito do armazenamento de milho em silos subterrâneos revestidos com polietileno no controle de *Sitophilus* spp e *Tribolium castaneum*, observando que o desequilíbrio gasoso provocado pelo consumo do oxigênio disponível, com a consequente liberação de dióxido de carbono, foi suficiente para o controle da infestação.

CALDERON (1981) define e discute os diferentes componentes do ecossistema armazenador, e analisa o efeito de cada um deles, isoladamente, sobre as possíveis implicações na causa ou prevenção de perdas em grãos armazenados. A interrelação entre os fatores e componentes bióticos e abióticos na causa de perdas também é considerada.

2.4.2. Resistência de grãos de gramíneas a *Sitophilus* spp:

RITCHIE (1925/26), estudando o ataque e a infestação cruzada de *Sitotroga cerealella* e *Calandra oryzae*, observou que os genótipos de sorgo com grãos do tipo

macio, com panículas fechadas, são mais atacados no campo que os tipos nativos, de panículas abertas.

Quando existe opção de escolha, as fêmeas de *Sitophilus* spp preferem ovipositar em grãos inteiros, segundo REDDY (1950) e MORRISON (1964).

EDEM (1952) e SINGH & McCAIN (1963), trabalhando com milho em espiga, encontraram uma relação positiva entre a dureza de grãos e a resistência a *Sitophilus* spp, o que discorda das observações de VEIGA (1969), que trabalhou com milho debulhado. LINK e ESTEFANEL (1971), também trabalhando com milho em espiga, encontraram a mesma relação positiva entre a dureza e a resistência ao ataque pelos gorgulhos. ROSSETTO (1972) estudou o ataque de *Sitophilus* spp em milho debulhado e em espiga, relatando que no milho em espiga a postura se faz principalmente na metade superior dos grãos, que é mais dura, enquanto que nos grãos debulhados ela se realiza principalmente na metade inferior, menos dura, e isto explica as diferenças encontradas entre os trabalhos adrede citados neste parágrafo. Este autor relata ainda que a contagem do número de tampões aproxima-se bastante do número de ovos, pois apenas 5% dos tampões por ele examinados não apresentavam ovos sob si.

FLOYD & NEWSON (1959) mostraram que a ordem de preferência para alimentação de *S. oryzae*, dentre os grãos estudados é: sorgo, arroz integral, trigo e milho. A ordem de produção de gorgulhos, no mesmo trabalho, foi :

sorgo, arroz integral, arroz com casca e milho.

DOGGETT (1957 e 1958) relatou o efeito da espessura da camada de endosperma córneo na suscetibilidade dos grãos a *Sitophilus* spp e que esta característica pode ser incorporada aos genótipos mais produtivos de sorgo granífero. Em 1965, DAVEY relatou um consumo e uma progênie maior de *S. oryzae* em genótipos de sorgo com endosperma farináceo. O autor afirma que a dureza esta diretamente relacionada com a espessura da camada de endosperma vítreo e que ela é um dos maiores fatores de resistência dos grãos de sorgo ao ataque dos gorgulhos.

Estudando o efeito de *S. oryzae* em grãos de algumas variedades de sorgo, RUSSEL (1962, 1966) encontrou correlação positiva entre a dureza dos grãos, o número médio de ovos ovipositados e a emergência de adultos. No mesmo estudo, verificou uma correlação entre o peso médio dos adultos emergidos e o tamanho dos grãos, significativa a 1% de probabilidade. TEOTIA & SINGH (1968) confirma estas correlações e mencionam as textura de cascas e composição química das sementes como fatores de resistência. A dureza, presença de casca e valor nutritivo de cereais são também mencionados como fatores de resistência por SINHA (1971). A dureza de grãos de sorgo caracterizando genótipos menos suscetíveis ao gorgulho *S. zeamais* foi mencionada por RUSSEL & RINK (1965).

ROGERS & MILLS (1974 a) testaram a coleção mundial de germoplasma de sorgo, para a resistência ao *S.*

zeamais, e encontraram um grupo de genomas passível de ser utilizado como fonte de resistência. No mesmo estudo, verificaram que os grãos com glumas totalmente fechadas foram praticamente imunes aos referidos gorgulhos. Em outro trabalho (1974 b), os mesmos autores estudaram o efeito da umidade dos grãos na resistência àquele gorgulho, mas verificaram que a capacidade de dado genótipo manter uma umidade menor que outro, em um mesmo ambiente, não está associada à sua maior resistência.

Estudando diferentes genótipos de milho, RAMALHO *et alii* (1977) e SANTOS (1977) identificaram alguns materiais disponíveis no Brasil com características de resistência ao *S. zeamais*. Em 1983, SANTOS e FOSTER estudaram os mecanismos de resistência envolvidos na manifestação deste caracter por parte de alguns genótipos.

RAMALHO *et alii* (1976) estudaram a relação entre a dureza do grão de milho e sua resistência a *S. zeamais*, encontrando correlação positiva. MATIOLI (1985) concluiu que a dureza não é um fator único de resistência, e que o teor de carboidratos tem grande importância no desenvolvimento da infestação.

2.4.3. Controle químico de *Sitophilus* spp:

2.4.3.1. Considerações gerais:

O controle químico é o meio mais empregado para o controle de pragas de produtos armazenados e é realizado diretamente nos grãos ou nas estruturas de armazenamento. Não será considerada, no escopo desta revisão, a utilização de inseticidas para o controle ambiental, como nebulização, mas apenas as formas de controle realizadas diretamente nos grãos de cereais.

2.4.3.2. Controle da infestação com fumigantes:

WHITNEY *et alii* (1958) estudaram o efeito do expurgo com brometo de metila sobre a viabilidade de sementes de aveia, milho, sorgo, cevada e trigo e concluíram que deve ser observada uma série de fatores para que a dosagem requerida para o controle de insetos não provoque injúrias às sementes.

PUZZI *et alii* (1966) estudaram o efeito de dois fumigantes (brometo de metila e fosfina) no controle de *S. oryzae* e concluiu que existe alguma forma de resistência das formas imatura aos fumigantes, o que pode ser compensado com um aumento no tempo de exposição.

BOND & MONRO (1967) estudaram a influência de diferentes tensões de oxigênio atmosférico na toxicidade de fumigantes aos insetos. Neste trabalho são discutidas algumas funções fisiológicas dos insetos que são influenciadas por diferentes tensões de oxigênio e relatadas as respostas toxicológicas observadas aos fumigantes. Os auto-

res indicam ainda futuras linhas de pesquisas que possam incrementar os conhecimentos sobre as taxas de oxigênio e a toxicidade de fumigantes.

BOND & DUMAS (1967), estudando a absorção de fosfina por diferentes materiais, observaram que embora se acredite que quando as concentrações ambientais deste fumigante estão acima de 0,3 ppm o odor de alerta esteja presente, isto nem sempre é correto. Os autores encontraram altos níveis de fosfina em locais onde o odor de alerta estava ausente. Segundo os autores, as frações produtoras de odor podem ser absorvidas preferencialmente por alguns materiais, sem a correspondente absorção de fosfina.

SINHA *et alii* (1967) acompanharam o desenvolvimento normal de um ecossistema armazenador de trigo com uma infestação natural bem estabelecida de 10 espécies de ácaros e 8 de insetos (sendo uma do gênero *Sitophilus*) e não observaram efeitos detectáveis sobre a germinação ou microflora associada após a fumigação com fosfina, embora os resultados de desinfestação houvessem sido satisfatórios. Com exceção de uma espécie de ácaro, não haviam insetos vivos ou formas móveis de ácaros após 6 dias da colocação das pastilhas de fosfeto de alumínio. A distribuição e a persistência da fosfina no ar intergranular foram acompanhadas por cromatografia de fase gasosa.

BITRAN *et alii* (1971) estudaram a ação da fosfina sobre o gorgulho do milho em silos e armazéns e obtiveram uma eficiência de 100% de controle em ambos os

tipos de unidades armazenadoras.

HOLE *et alii* (1976) estudaram o efeito tóxico da fosfina a todos os estágios de desenvolvimento de 13 espécies de coleopteros-praga de grãos armazenados em diferentes temperaturas . Os autores observaram que, com exceção de larvas em diapausa de *Trogoderma granarium*, as espécies de *Sitophilus* foram as mais tolerantes. Dentre as fases de desenvolvimento, as mais tolerantes são ovos e pupas, segundo os autores.

JORDÃO (1976) faz um relato sobre a escolha do fumigante e suas doses, concentrações e previsão de riscos nas operações de fumigação.

WILLIAMS *et alii* (1980) fizeram um estudo para a vedação de um silo metálico para utilizar expurgo e concluíram que existe viabilidade técnica, embora o custo seja elevado.

GREENING (1981) diz que a dosagem é menos importante que o tempo de exposição, quando se utiliza fosfina, e que este fumigante deve ser utilizado preferencialmente em locais de temperatura mais elevada, nos quais o fumigante apresenta melhor performance. O autor afirma, ainda, que não existe inseto resistente à fosfina mas, sim, estágios de desenvolvimento mais tolerantes e isto pode ser contornado aumentando o período de exposição para que os indivíduos saiam deles, atingindo outro mais suscetível.

ANDRADE (1981) relata que o brometo de metila, embora não seja tão tóxico para os insetos como a

fosfina e o ácido cianídrico, é menos tóxico para o homem e altamente tóxico para os insetos de grãos armazenados. Segundo o autor, a grande vantagem do brometo de metila está em sua capacidade de penetrar rápida e profundamente na massa do produto estocado e, também rapidamente, dissipar seus vapores após abertos e ventilados os locais de fumigação.

LISCOMB (1981) diz que para a fumigação com fosfina a dosagem deve ser tão maior quanto menor for a temperatura e que em temperaturas mais baixas, onde é menor a atividade dos insetos, a eficiência do fumigante se ve reduzida. Este aumento de dosagem não implica em resíduos nos grãos. O autor afirma, ainda, que em silos com grandes alturas e com temperatura interna maior que a externa, as correntes de convecção normais são suficientes para distribuir o gas, liberado à partir de pastilhas colocadas no topo, para toda a massa estocada. Em outro relato, o mesmo autor (1981 b) discute a possibilidade de utilização de fosfina para o expurgo de grãos em porções de navios em transito. Esta prática é mais segura, segundo o autor, que as operações normais de expurgo, além de ser bastante mais barata.

SANTOS (1981), estudando o efeito da fumigação com fosfina sobre as diferentes fases de desenvolvimento do *S. zeamais*, observou que nenhuma delas foi tolerante a um expurgo com 5 comprimidos/metro cúbico de grãos, durante 72 horas a uma temperatura de 26 graus.

2.4.3.3. Controle da infestação com inseticidas em mistura direta aos grãos:

PARKIN (1956) fez uma revisão sobre os métodos disponíveis para o controle das pragas dos grãos armazenados. No tocante aos fumigantes, menciona o brometo de metila e sugere a possibilidade de utilização do brometo de etila. Em relação a formulações em pó, cita alguns inseticidas clorados, embora alguns países já não os aceitassem, e sugere a utilização de piretrum sinergizado com butóxido de piperonila.

BROOK (1961) verificou a eficiência de piretrinas sinergizadas contra pragas de produtos armazenados.

Enquanto FLOID (1961) menciona uma melhor performance do inseticida fosforado malatíom, em relação às piretrinas, BITRAN e CAMPOS (1975) verificaram uma maior ação residual de piretroides sinergizados, em relação ao malatíom.

WAQUIL (1977) cita o malatíom como o inseticida padrão no controle de pragas de grãos em geral.

ALMEIDA (1970) recomenda a utilização de 10 a 40 ppm de malatíom para um armazenamento seguro por 60 a 80 dias.

D'ANTONINO *et alii* (1978) estudaram o efeito do malatíom na preservação de milho em palha, expurgado e não expurgado com fosfina, e concluíram ser be-

néfico o uso do malathion em pó . Estes resultados diferem daqueles encontrados no controle de pragas de milho armazenado em espiga com palha por SANTOS et alii (1983) , que citam a ineficiência deste inseticida contra as duas pragas principais , *Sitophilus* spp e *Sitotroga cerealella* . Estes últimos resultados concordam com aqueles obtidos no controle das pragas que ocorrem no milho armazenado em espigas com palha em paióis , realizados em Sete Lagoas , MG , por CAJUEIRO e SANTOS (1) .

STRONG & SBUR (1961) mencionaram como sendo o DDVP um dos inseticidas mais eficientes, dentre os 36 inseticidas testados, no controle de pragas de grãos armazenados.

SARID et alii (1966) utilizaram DDVP em pulverização ambiental com 100% de eficiência contra *Rhyssoperta dominica*, *Tribolium castaneum*, e *Sitophilus oryzae*, após 24 horas da aplicação de 0,27 litro do produto a 0,5% por metro cúbico de armazém. Dez dias depois da aplicação já não se observavam insetos mortos.

Em mistura direta aos grãos de trigo, o DDVP causou uma mortalidade de 90 a 100% a *S. oryzae*, 14 dias após a aplicação de 0,8 a 2,5 ppm, reduzindo a progênie em

CAJUEIRO, I. V. M. e SANTOS, J. P. (CNPMS/EMBRAPA) Estudo da eficiência do malathion em pó na preservação de milho em palha, após expurgo com fosfina. (Não publicado)

89%, segundo KIRKPATRICK *et alii* (1968).

A mistura de DDVP com tetraclorvinfós foi estudada por McGAUGHEY (1973), que comprovou sua eficiência contra *Sitotroga cerealella* em arroz com casca; COURSEIUL e DA SILVA (1975), que comprovaram sua eficiência contra *Sitophilus* spp e HAREIN & SCHESSER (1975), que comprovaram sua eficiência na mortalidade de vários insetos-praga de grãos armazenados em vagão ferroviário.

McFARLANE (1970) comprova o efeito fumigante do DDVP contra pragas de armazenamento e MUTHU & AHMED (1973) mencionam o interesse no desenvolvimento de uma formulação que diminua a velocidade de liberação do vapor, com o intuito de aumentar o efeito residual do produto.

SARMIENTO (1973) utilizou tetraclorvinfós e malation contra *S. oryzae* e verificou que a alta eficiência encontrada na primeira semana (100%) foi perdida com o tempo e após 120 dias o primeiro apresentava uma eficiência de 62% e o segundo 58%. Esta relação de eficiência foi encontrada invertida no trabalho de LA HUE (1973).

SODRESTRON & ARMSTRONG (1973), SPITLER & HARTSELL (1975) e COGBURN (1976) comprovaram a eficiência do pirimifós metílico no controle de pragas de armazenamento, por períodos de até 12 meses, nas dosagens de 5 a 16,1 ppm.

BITRAN *et alii* (1974) estudaram o inseti-

cida bromofós em milho armazenado e verificaram sua eficiência no controle de *S. zeamais* por um período de 6 meses, nas dosagens de 15 e 30 ppm.

BITRAN *et alii* (1979) estudaram a persistência residual de pirimifós metílico, CGA 20168 (produto experimental), malation e bromofós contra adultos de *S. zeamais* e concluíram que, para a dosagem de 10 ppm e 100% de eficiência, os prazos máximos de proteção foram de 120 dias para o malation, 150 dias para o composto experimental, 270 dias para o pirimifós metílico e 60 dias para o bromofós.

BITRAN e CAMPOS (1981) citam para o armazenamento de milho em sacaria que, após um expurgo, pode-se utilizar o malation, o tetraclorvinfós, piretroides ou o pirimifós metílico. Em nebulização podem ser utilizados o DDVP ou o pirimifós metílico. No mesmo trabalho, os autores recomendam a mistura direta para o armazenamento granelizado e a fumigação mais um inseticida em pó, em camadas, para o armazenamento de milho em espigas.

Para o sorgo, especificamente, LEFREVE (1953) verificou maior eficiência dos clorados DDT e BHC, em relação ao piretro sinergizado. Utilizando piretro sinergizado na proporção de 1:10, com 1,75 ppm de piretro, JOUBERT (1964) evitou o dano, por pragas, à germinação de sementes de sorgo. ALLI *et alii* (1973) citam como os melhores inseticidas no controle de pragas de sorgo as emulsões de foxim (11 meses de proteção) e DDVP (9 meses

de proteção).

Embora os inseticidas com bom efeito fumigante sejam considerados por SPEIRS (1975) muito promissores no controle de pragas de produtos armazenados, eles apresentam um efeito residual aquém do necessário para o período normal de armazenamento e, por isto, não devem ser considerados como um produto a ser utilizado isoladamente.

2.5. Degradação e resíduos de inseticidas:

GUNTHER *et alii* (1958) determinaram que a meia vida do malathion em trigo foi de 5,6 meses e o lindane não perdeu sua efetividade biológica nem química em todo o período de armazenamento. EL-RAFIE *et alii* (1969, 1970) observaram uma degradação mais rápida de vários inseticidas em grãos ensacados que em silos e, nestes, mais lenta no fundo que no topo. Verificaram, também, que a degradação não foi afetada pelo grão utilizado, trigo ou milho. WATTERS (1959); STRONG & SBUR (1960); KING *et alii* (1962) e KADOUM & LA HUE (1969) citam a alta umidade dos grãos como um acelerador do processo de degradação do malathion. Em trigo e sorgo, os segundo e terceiro trabalhos relacionam 14% como sendo um nível crítico. KADOUM & LA HUE (1972) acrescentam que em sementes vivas a degradação é maior. STRONG & SBUR (1964 a) assinalaram, também, a temperatura e MOSHER & KADOUM (1972) a radiação infraver-

melha como sendo aceleradores da degradação de inseticidas.

GODAVARI BAY (1964) cita que o malation é muito utilizado em pré e pós-colheita pois apresenta baixa toxicidade a mamíferos e alta a insetos, tendo-o estudado quanto, à degradação, sobre panículas maduras na pré-colheita, sobre farinha armazenada e durante o processamento de trigo e sorgo por cozimento a vapor e assadura. Investigou também o efeito do tamanho das partículas sobre a persistência deste inseticida. O autor conclui que a umidade e a temperatura, principalmente juntas, aceleram a degradação do malation, que não é afetada pelo tamanho das partículas. A degradação mais rápida, segundo o autor, se deu na cocção a vapor.

Uma queda de depósito de DDVP de 2,5 para 0,2 ppm foi verificada em 14 dias, por KIRKPATRICK *et alii* (1968). Em 1970, MINETT & BELCHER compararam um lote de trigo tratado com 50 ppm de DDVP com outro tratado com 10 ppm de malation e observaram que, após 30 dias, o lote que apresentou menor resíduo inseticida foi o tratado com o primeiro. Ainda em tratamento de trigo, foi verificado que uma aplicação de 15 ppm de DDVP resulta em um depósito efetivo de 2,5 a 6 ppm, logo após a aplicação, e um resíduo de apenas 0,5 ppm após um mes e meio de estocagem dos grãos (VARDELL *et alii* (1973). Estes autores observaram que em trigo armazenado por tres meses a -18 graus centígrados não houve degradação do inseticida e quando armazenado a 27 graus centígrados uma semana de armazenamento ocasionou uma

degradação equivalente a 5-6 semanas em um ambiente de 18-12,5 graus centígrados.

HALL et alii (1973) estudaram a persistência e a distribuição de DDVP e tetraclorvinfós em alguns grãos e seus subprodutos. Para o milho, partindo de um tratamento dos grãos com 22 ppm de tetraclorvinfós + 11 ppm de DDVP, foram encontrados resíduos de 7,96 ppm e 0,03 ppm, respectivamente, em frações de grãos moídos após 8 meses de armazenamento. Para o trigo, o tratamento inicial foi de 26 ppm de tetraclorvinfós + 13 ppm de DDVP e os resíduos encontrados na farinha, após o mesmo período do tratamento dos grãos, foi de 23,11 ppm de tetraclorvinfós e 0,46 ppm de DDVP. RAJAK & KRISHNAMURTHY (1974) fizeram um estudo dos resíduos de diclorvós em 21 tipos de grãos e outros produtos alimentícios armazenados.

Estudando a penetração dos resíduos de malatium em grãos de trigo, milho e sorgo, KADOUM & LA HUE (1974) verificaram que tipo de grão não afetou o movimento do resíduo e sua penetração afetou a efetividade e a degradação do princípio ativo. O malatium aplicado por via líquida, segundo LA HUE (1975), resultou em um controle não satisfatório e um alto nível de resíduo. Quando aplicado na forma granulada, o controle foi bom mas os níveis de resíduo oscilaram bastante.

A FAO tem tolerado um resíduo de DDVP de 2 ppm nos grãos destinados ao consumo (MINETT & BELCHER, 1970). Os mesmos autores advertem que os resíduos de mala-

tiom podem retardar a degradação do diclorvos , sendo perigoso utiliza-lo em grãos que tenham resíduos daquele inseticida.

2.6. Resistência de insetos a inseticidas:

CHAMP & CAMPBELL-BROWN (1970) descrevem um método de teste para detectar a resistência de insetos a inseticidas. São comparados métodos tópicos de tratamento e os princípios que governam a escolha de métodos de teste adequados são colocados em linhas gerais.

ELLIS (1972) seleccionou, por 67 gerações, *S. granarius* para resistência ao brometo de metila e conseguiu estirpes com resistência 1,3 vezes superior às não seleccionadas. SANTOY & MORALLO-REJESUS (1972) verificaram que *S. oryzae* resistentes ao DDT tiveram sua suscetibilidade alterada a outros inseticidas, segundo o substrato de criação (sorgo, milho e trigo). Estudando a suscetibilidade de 40 linhagens selvagens de *S. zeamais*, oriundas de regiões onde era corrente o uso de lindane , LIMA (1977) observou aumento de resistência de até 49 vezes, em relação ao padrão suscetível.

Em 1974, PASALU *et alii* fizeram uma revisão sobre a resistência a inseticidas apresentada por insetos pragas de grãos armazenados. DYTE (1974) cita que pelo menos 11 espécies dessas pragas são resistentes ao lindane

e são encontradas estirpes de *S. zeamais* e *S. oryzae* com esta resistência em mais de 30 países. As estirpes de campo não costumam apresentar resistência a fumigantes, mas há referências de raças resistentes ao brometo de metila, fosfina e dibrometo de etileno. GREENING (1981) diz que a dosagem é menos importante que o tempo de exposição, quando se usa fosfina, e que não existe resistência a este fumigante mas, apenas, fases mais tolerantes, o que se resolve com o incremento do tempo de exposição. Esta afirmativa é confirmada por SANTOS (1981).

A FAO (1975) descreve um método padrão para que se possa detectar raças de insetos pragas de grãos armazenados resistentes aos inseticidas.

HALISCAK & BEEMAN (1983) estudaram a resistência ao malathion em mais de 100 raças de *Tribolium castaneum*, *Rhyzoperta dominica*, *Sitophilus* spp, *Cryptolestes* spp e *Oryzaephilus* spp, coletadas em 14 estados produtores de grãos nos EUA e encontraram resistência em 31 das 36 raças de *T. castaneum*, 11 das 13 de *R. dominica*, 7 das 22 de *Sitophilus* spp, 5 das 42 de *Cryptolestes* spp e nenhuma de *Oryzaephilus* spp. NAVARRO et alii (1986) determinaram a extensão da resistência ao malathion em populações coletadas em 9 diferentes regiões de Israel de *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus oryzae* e *Rhyzoperta dominica*, e sugerem a seleção de um novo inseticida para substituir o malathion na proteção de grãos armazenados.

3. MATERIAIS E METODOS:

Todos os experimentos foram desenvolvidos em um dos laboratórios do Setor de Entomologia do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS - da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, no município de Sete Lagoas, no estado de Minas Gerais, entre outubro de 1983 e dezembro de 1987.

Os grãos de sorgo utilizados, tanto para a criação de insetos como para os testes de inseticidas foram oriundos de colheitas de experimentos de melhoramento genético de sorgo, no município de Porteirinha, no estado de Minas Gerais, e no próprio CNPMS, do híbrido BR 300.

Para a criação de insetos, foram utilizados vidros de boca larga, de 1500 ml, contendo grãos até aproximadamente sua metade. Esta criação se prestou, exclusivamente, ao fornecimento de adultos para serem utilizados nos bioensaios, sem que houvesse a preocupação de acompanhar a biologia dos gorgulhos. Os únicos cuidados que foram tomados em relação a esta criação foram os de manter uma quantidade tal de vidros que permitissem o

fornecimento mensal de insetos, com idade variando entre 20 e 50 dias que, segundo ROSSETTO (1972), é aquela em que apresentam alta atividade reprodutiva; e o de descartar periodicamente os grãos, substituindo-os, para evitar o desenvolvimento de agentes microbianos de deterioração que pudessem afetar a qualidade dos insetos produzidos.

Os grãos de sorgo a serem tratados com inseticidas, foram limpos e expurgados, como forma de evitar uma infestação cruzada que pudesse alterar os resultados experimentais. O expurgo foi feito em câmaras construídas com tambores de 200 litros de capacidade estática, no próprio CNPMS, e os grãos expurgados foram acondicionados em lata de 20 litros, herméticamente fechadas e baldes de 40 litros, cujas tampas foram vedadas com fita crepe, para evitar uma infestação acidental.

Para a preparação das soluções de inseticidas foram utilizados recipientes Becker de diferentes capacidades, pipetas, pipetador de borracha tipo "pera" e bastões de vidro para homogeneizá-las.

A mistura das soluções de inseticidas foi realizada em vidros com tampa, com capacidade de 4 litros, onde se colocavam 2 kg de grãos e a quantidade de calda necessária para a dosagem desejada. Foram colocadas pequenas porções de grãos e de solução, alternadamente, até que se completasse o conteúdo previsto e, após isto, o vidro foi agitado, manualmente, por 1 minuto, com uma inclinação tal que permitisse uma mistura mais homogênea.

Após a mistura dos grãos com a solução de inseticida, estes foram condicionados em sacos de algodão, para simular a condição de armazenamento convencional, e vidros com tampa rosqueável, para simular as condições de armazenamento em silos. Ambas as embalagens foram colocadas em prateleiras de madeira em um laboratório, em condições ambientais naturais. Para cada tratamento (inseticida e dosagem) foram preparados 2 vidros e 2 sacos, com 1 kg de grãos tratados. De cada conteúdo de 2 kg do vidro de mistura de solução de inseticida com os grãos se retirou 1 kg para um saco e 1 kg para um vidro.

No terceiro dia depois do tratamento haver sido realizado, retiravam-se alíquotas de 30 g para a realização dos bioensaios. Estes, foram realizados em quatro repetições para cada tratamento, e constaram da infestação de 20 insetos adultos, não sexados, em uma caixinha plástica contendo 30 g de grãos tratados. Estas caixinhas foram condicionadas em caixas de madeira com tampa de vidro e colocadas em um armário de metal. Após o quinto dia da colocação, foram realizadas contagens diárias para a verificação da mortalidade de insetos, por um período de uma semana, após o que se retiravam os insetos remanescentes, quando os houvesse. Os insetos mortos eram retirados quando se constatava a sua morte. Para a contagem dos insetos, o conteúdo de cada caixinha foi peneirado sobre uma bandeja plástica com aba que não permitisse a fuga de insetos. A peneira utilizada era de uma malha tal que não

oferecia resistência à passagem dos gorgulhos, mas que não permitia a passagem de grãos de sorgo. Após a contagem dos insetos vivos e mortos, os vivos retornavam à caixinha, assim como os grãos, e os mortos eram descartados.

Com o intuito de observar a possível ocorrência de oviposição, com a posterior emergência depois da perda do poder residual dos inseticidas, ou a ocorrência de danos, apesar deles, foram realizadas verificações de emergência após 45 e 60 dias da retirada dos insetos das caixinhas-teste, registrando-se a ocorrência ou não de insetos, e se estavam vivos.

Os inseticidas utilizados neste trabalho se limitaram às formulações comerciais existentes no mercado, que foram registradas para o uso em armazenamento (MINISTÉRIO, 1985) e alguns outros, indicados como promissores para esta finalidade. Não foram realizadas misturas de princípios ativos, ou adição de sinergizantes. A razão principal para este procedimento reside no fato de que, no escopo deste trabalho buscou-se oferecer aos agricultores um auxílio para a escolha do produto a comprar, para utilizá-lo na formulação adquirida, sem necessidade de outros cuidados ou manuseios.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com 40 tratamentos e 4 repetições. A relação dos tratamentos está na Tabela 1. As análises estatísticas e o processamento do texto foram realizados na área de métodos quantitativos do Centro Na-

cional de Pesquisa de Defesa da Agricultura - CNPDA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, no município de Jaguariúna, no estado de São Paulo.

Os princípios ativos inseticidas bromofós e diclorvós não foram utilizados na montagem deste estudo pois, além de serem produtos praticamente não utilizados apresentam um poder residual curto demais, em relação àquele em que normalmente se mantém grãos armazenados.

Tabela 1. Relação dos princípios ativos de inseticidas, e suas respectivas dosagens na composição dos tratamentos utilizados no presente trabalho, em Sete Lagoas, 1983/1987.

Tratamento	Princípio ativo	Dosagem (ppm)
1	pirimifós metílico	2
2	" "	4
3	" "	6
4	" "	8
5	" "	10
6	malation CE	2
7	"	4
8	"	6
9	"	8
10	"	10
11	fenitrotion CE	2
12	"	4
13	"	6
14	"	8
15	"	10
16	fenitrotion + fenvalerato CE	2
17	" " "	4
18	" " "	6
19	" " "	8
20	" " "	10
21	malation PS	2
22	"	4
23	"	6
24	"	8
25	"	10
26	permetrina CE	2
27	"	4
28	"	6
29	"	8
30	"	10
31	deltametrina CE	2
32	"	4
33	"	6
34	"	8
35	"	10
36	deltametrina PS	2
37	"	4
38	"	6
39	"	8
40	"	10

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO :

Inicialmente, os princípios ativos envolvidos serão discutidos, em seus resultados, segundo o grupo químico a que pertencem (fosforados ou piretróides) e à condição de simulada armazenamento.

Em relação aos organosintéticos fosforados, aplicados sobre grãos de sorgo que foram armazenados em sacos de pano, simulando a condição de armazenamento convencional. Os tratamentos de números 16 a 20 referen-se, na realidade a uma mistura de um princípio ativo fosforado, o fenitrotiom, com um piretróide, o fenvalerato, que foi incluída na análise com o grupo dos fosforados devido ao fenitrotiom representar 83,3% da composição inseticida desta mistura comercializada. A dosagem foi definida tomando por base um concentrado emulsionável com 300 ml de ingrediente ativo por litro (250 de fenitrotiom + 50 ml de fenvalerato).

Na análise dos resultados (Tabela 2) pode-se notar que o princípio ativo pirimifós metílico apresenta uma proteção residual superior aos demais produtos, sen-

do seguido pelo fenitrotiom, malatrom PS, malatrom CE e, finalmente, a mistura de fenitrotiom com fenvalerato.

O quadro 1, torna claro que as diferenças entre os tratamentos não se devem ao acaso e, sim, às tres fontes de variação consideradas (dosagem, princípio ativo e suas interações).

A tabela 2 permite também sequenciar os tratamentos (Princípio ativo x dosagem) segundo o tempo médio do efeito inseticida residual. Os diferentes grupos de semelhança estatística evidenciam a grande superioridade temporal do efeito residual do princípio ativo pirimifós metílico nas dosagens de 8 e 10 ppm sobre os outros tratamentos realizados, uma vez que tenham apresentado proteção média de 17 e 24 meses, respectivamente. Esta grande duração do efeito residual deste princípio ativo, nestas duas dosagens, permite ao agricultor tratar e armazenar suas próprias sementes, quando plantar uma variedade de interesse, por até 2 safras. No caso do agricultor estar interessado em armazenar sementes dentro do espaço de tempo referente a um único calendário agrícola, ou queira fazê-lo apenas com grãos, visando alimentação humana ou animal, existem outros tratamentos que podem fornecer a proteção necessária: fenitrotiom a 10 ppm; fenitrotiom a 8 ppm ou pirimifós metílico a 6 ppm. O tratamento com malatrom em pó a 10 ppm não difere estatisticamente deste último, mas como também não o faz em relação ao grupo seguinte, que por sua vez não difere totalmente do próximo

Tabela 2. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas fosforados contra *S. zeamais* sobre sorgo em sacos de pano.

trat.	dose	pa	média	grupo
5	10	1	24,00	a
4	8	1	17,00	b
15	10	3	14,25	c
14	8	3	10,25	d
3	6	1	10,00	d
25	10	5	9,50	e d
13	6	3	8,00	e f
24	8	5	6,50	g f f
2	4	1	6,50	g g f
10	10	2	6,50	g g f
1	2	1	5,00	h g g
9	8	2	5,00	h g
12	4	3	4,75	h i
20	10	4	4,25	h j i
11	2	3	3,75	h j i k
19	8	4	3,50	h j i k l
8	6	2	3,25	j j i k l m
18	6	4	3,00	j j i k l m
23	6	5	2,75	j j i k l m
22	4	5	2,25	n k l m
7	4	2	2,25	n k l m
6	2	2	2,00	n l m
21	2	5	1,75	n m
17	4	4	1,75	n m
16	2	4	1,00	n

obs. medias ligadas com uma mesma letra nao sao significativamente diferentes.

onde:

p.a. 1= pirimifós metílico CE

p.a. 2= malation CE

p.a. 3= fenitrotion CE

p.a. 4= fenitrotion + fenvalerato CE

p.a. 5= malation PS

Quadro 1. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas fosforados sobre sorgo em sacos de pano

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado medio	Valor F
dose	4	1100.3400	275.0850	842.0969
pa	4	1282.6400	320.6600	981.6122
dose*pa	16	453.5600	28.3475	86.7781
Resíduo	75	24.5000	0.3266	
Total	99	2861.0400		

Média	:	6.3600
Raiz Quad. QMres.	:	0.5715
Coef. Variação	:	8.9866

grupo e assim sucessivamente. Por esta razão, considera-se como recomendáveis apenas os quatro primeiros grupos de semelhança estatística (a, b, c e os dois tratamentos que se incluem apenas no grupo d). Os piores resultados foram apresentados pela mistura de fenitrotion com fenvalerato e o malatim. Nas dosagens em que o princípio ativo malatim mostrou o melhor efeito residual (8 e 10 ppm) a formulação pó seco foi temporalmente mais estável que o concentrado emulsionável. A pior atuação inseticida foi apresentada pela mistura do princípio ativo organossintético fosforado fenitrotion com o piretróide fenvalerato, nas dosagens menores (2 e 4 ppm). A priori, esperava-se um comportamento melhor desta mistura pois fenitrotion participa em 83,3%, sendo o segundo melhor produto, em termos de residual, de acordo com este trabalho.

A atuação inseticida dos princípios ativos organossintéticos fosforados, quanto à proteção residual em grãos de sorgo armazenados em condições simuladas de silos (dentro de vidros com tampa rosqueável) pode ser analisada através da Tabela 3.

O Quadro 2 mostra o resultado da análise da variância apresentada pelos tratamentos nestas condições de armazenamento e evidencia que a variação ocorrida não se deve ao acaso, e que a influência do princípio ativo inseticida, da dosagem e da interação (que constitui o tratamento, neste trabalho) foi altamente significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 3. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas fosforados contra *S. zeamais* sobre sorgo em vidros.

trat.	dose	pa	média	grupo
5	10	1	24,00	a
15	10	3	17,75	b
4	8	1	17,75	b
14	8	3	14,25	c
25	10	5	12,75	d
13	6	3	12,50	d
3	6	1	12,25	d
10	10	2	12,00	d
2	4	1	9,00	e
12	4	3	7,75	e
11	2	3	5,75	f
8	6	2	5,25	g
1	2	1	5,25	g
9	8	2	5,25	g
23	6	5	5,25	g
24	8	5	5,25	g
20	10	4	4,50	g
22	4	5	4,25	g
19	8	4	3,75	j
7	4	2	3,50	j
18	6	4	3,00	k
17	4	4	2,50	k
21	2	5	2,00	k
6	2	2	2,00	k
6	2	4	1,00	l

obs. medias ligadas com uma mesma letra nao sao significativamente diferentes.

onde:

p.a. 1= pirimifós metílico CE

p.a. 2= malation CE

p.a. 3= fenitrotion CE

p.a. 4= fenitrotion + fenvalerato CE

p.a. 5= malation PS

Quadro 2. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas fosforados sobre sorgo em vidros

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F
dose	4	1393.1000	348.2750	1173.9607
pa	4	1606.1000	401.5250	1353.4551
dose*pa	16	379.3000	23.7062	79.9087
Resíduo	75	22.2500	0.2966	
Total	99	3400.7500		

Média	:	7,9500
Raiz Quad. QMres.	:	0,5447
Coef. Variação	:	6,8512

Pode-se perceber que, também na condição de armazenamento em condições simuladas de silos, os princípios ativos pirimifós metílico e fenitrotiom se mostraram os melhores.

Pela tabela 3, percebe-se, também, que o tratamento mais eficiente continua sendo o pirimifós metílico a 10 ppm. O segundo grupo de semelhança estatística agora passa a ser integrado pelo pirimifós metílico a 8 ppm e o fenitrotiom a 10 ppm. Estes dois grupos de tratamentos permitem ao agricultor um armazenamento de sementes por até duas safras. Com vistas ao armazenamento de sementes apenas para uma safra, ou a proteção aos grãos para o consumo, recomenda-se também o fenitrotiom e outro grupo de semelhança estatística, constituído por malatíon PS a 10 ppm, fenitrotiom a 6 ppm, pirimifós metílico a 6 ppm e malatíon CE a 10 ppm. A pior performance inseticida foi apresentada pela mistura dos princípios ativos fenitrotiom + fenvalerato, seguida por malatíon a 2 ppm (nas duas formulações), que não diferiram estatisticamente do primeiro nem da mistura de fenitrotiom + fenvalerato a 4 e 6 ppm. Nesta condição simulada de armazenamento, não se observaram as diferenças de efeito residual entre as duas formulações do princípio ativo malatíon, apresentadas na condição de armazenamento convencional simulado. Pode-se observar, por estes dados que nesta condição simulada de armazenamento a proteção temporal dos inseticidas foi maior que aquela apresentada nas condições simuladas de

armazenamento convencional.

CARINO & MORALLO-REJESUS (1976) verificaram que uma pulverização pré-colheita com pirimifós metílico e malation pode preservar grãos de sorgo por até 3 meses , na época das secas, e 2 meses, na época das chuvas.

Os resultados aqui apresentados concordam com os de LA HUE & DICKE (1976 e 1977) que , trabalhando com uma espécie do gênero *Sitophilus*, definiu a efetividade inseticida na seguinte ordem: pirimifós metílico, fenitrotiom e malation . WAQUIL (1977), trabalhando com sorgo armazenado , também conclue pela maior eficiência do pirimifós metílico, em relação ao malation. BITRAN et alii (1979),trabalhando com produtos organofosforados, observaram que utilizando pirimifós metílico e malation a, 10 ppm, foi possível obter um efeito inseticida residual de 270 e 120 dias, respectivamente. TAKEMATSU (1981) também comparou estes dois princípios ativos, entre outros, e concluiu pela melhor performance do primeiro. NEGREIROS (1980) observou que, em sorgo, o malation é mais persistente que o pirimifós metílico.

Existem trabalhos como o de BENGSTON et alii (1980) que relatam a persistência inseticida do pirimifós metílico como superior à do fenitrotiom, em trigo, contra raças de insetos resistentes ao malation. Por outro lado, SILVA e OLIVEIRA (1987) relatam uma relação inversa entre estes dois produtos. Acredita-se que estas diferenças podem ser devidas a uma influência mais acentuada das temperatura

potencialmente pudessem ser estudadas para serem utilizadas em armazenamento. A tabela 4 mostra os resultados dos testes realizados com os princípios ativos, em pré-seleção, em sacos de pano e a tabela 5 em vidros com tampa rosqueável. Não se fez nenhuma análise estatística com estes resultados devido ao fato de que apenas um dos princípios ativos, nas duas formulações registradas para armazenamento, apresentou alguma eficiência. Os produtos comerciais ou experimentais foram utilizados sem adição de sinergizante ou realização de misturas.

Para a segunda etapa do estudo dos piretróides, pretendia-se trabalhar apenas com as duas formulações comerciais de deltametrina que manifestaram eficiência na pré-escolha, mas trabalhos como os de BITRAN e CAMPOS (1982), PEREZ et alii (1982) e outros não publicados pela professora M. H. CALAFIORI na Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves", no município de Espírito Santo do Pinhal, no estado de São Paulo, fizeram com que o princípio ativo permetrina também fosse incluído nesta fase.

Analisando-se os resultados apresentados pelos princípios ativos piretróides, em suas formulações comerciais, aos grãos de sorgo armazenados em sacos de pano pode-se perceber a ineficiência do princípio ativo permetrina, em relação à deltametrina (Tabela 6). O pior resultado apresentado pelo princípio ativo deltametrina (2 ppm, nas duas formulações) ofereceu uma proteção efetiva

Tabela 4. Duração em meses do efeito inseticida de piretróides, em pré-seleção, sobre sorgo armazenado em sacos de pano, em Sete Lagoas, MG. 1983/87.

p.a.	sinerg.	form.	dose (ppm)	repet.			
deltametrina	sim	CE	.27	1	0	1	0
"	"	"	.35	1	1	1	1
"	"	"	.43	1	1	1	1
"	"	"	.50	2	2	2	2
"	"	"	.58	2	2	2	2
"	nao	Ps	.27	1	1	1	1
"	"	"	.35	1	2	2	2
"	"	"	.43	2	3	3	3
"	"	"	.50	4	5	4	3
"	"	"	.58	6	6	5	5
"	"	CE	.27	0	0	0	0
"	"	"	.35	0	0	0	0
"	"	"	.43	0	0	0	0
"	"	"	.50	0	0	0	0
fluocitrinate	"	"	.27	0	0	0	0
"	"	"	.35	0	0	0	0
"	"	"	.43	0	0	0	0
"	"	"	.50	0	0	0	0
"	"	"	.58	0	0	0	0
permetrina	"	"	.27	0	0	0	0
"	"	"	.35	0	0	0	0
"	"	"	.43	0	0	0	0
"	"	"	.50	0	0	0	0
"	"	"	.58	0	0	0	0

 Fonte: Cajueiro

Tabela 5. Duração em meses do efeito inseticida de piretróides, em pré-seleção, sobre sorgo armazenado em vidros, em Sete Lagoas, MG. 1983/87.

p.a.	sinerg.	form.	dose (ppm)	repet.			
deltametrina	sim	CE	.27	1	1	1	0
"	"	"	.35	1	2	2	1
"	"	"	.43	2	2	2	1
"	"	"	.50	2	2	3	3
"	"	"	.58	3	2	3	2
"	nao	Ps	.27	2	2	1	1
"	"	"	.35	1	2	2	2
"	"	"	.43	2	3	3	2
"	"	"	.50	4	5	4	5
"	"	"	.58	6	6	6	5
"	"	CE	.27	0	0	0	0
"	"	"	.35	0	0	0	0
"	"	"	.43	0	0	0	0
"	"	"	.50	0	0	0	0
fluocitrinate	"	"	.27	0	0	0	0
"	"	"	.35	0	0	0	0
"	"	"	.43	0	0	0	0
"	"	"	.50	0	0	0	0
"	"	"	.58	0	0	0	0
permetrina	"	"	.27	0	0	0	0
"	"	"	.35	0	0	0	0
"	"	"	.43	0	0	0	0
"	"	"	.50	0	0	0	0
"	"	"	.58	0	0	0	0

Fonte: Cajueiro

Tabela 6. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas piretróides contra *S. zeamais* sobre sorgo em sacos de pano.

trat.	dose	pa	média	grupo
40	10	3	24,00	a
35	10	2	24,00	a
34	8	3	24,00	a
39	8	2	23,75	a
38	6	3	21,00	b
33	6	2	19,25	c
37	4	3	18,75	c
32	4	2	17,00	d
36	2	3	12,25	e
31	2	2	10,75	f
30	10	1	2,25	g
29	8	1	1,25	g
28	6	1	0,00	h
27	4	1	0,00	h
26	2	1	0,00	h

onde: p.a. 1= permetrina CE

p.a. 2= deltametrina CE

p.a. 3= deltametrina PS

obs. médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

de praticamente um ano , o que permite ao agricultor seu com segurança, e grãos para o consumo. Nas dosagens de 8 e 10 ppm, o período de proteção oferecido pelo piretróide deltametrina foi de, pelo menos, dois anos.

O quadro 3 define que a variação apresentada entre os tratamentos não se deve ao acaso e, sim aos tratamentos utilizados.

Ao se fazer uma análise dos resultados apresentados por estes princípios ativos piretróides em condições simuladas de armazenamento em silos (tabela 7) percebe-se que a performance inseticida se mantém de forma semelhante à apresentada para o armazenamento em condições simuladas de armazenamento convencional.

O quadro 4 mostra que, também neste caso, a variação ocorrida não se deve ao acaso.

Os inseticidas piretróides, na formulação CE , só apresentam um bom efeito no controle de pragas de armazenamento se sinergizados por botóxido de piperonila. A adição do sinergizante citado apresenta duas grandes vantagens em relação à sua falta, segundo COLAS (1983), que são o aumento da eficiência e a diminuição da concentração de princípio ativo.

A insistência com que se busca descobrir uma forma de utilização eficiente, pelo aumento de concentração, da permetrina que está sendo retirada do mercado internacional é inexplicável . BITRAN e CAMPOS (1982) concluíram que, assim como ocorre com os demais piretróides , a adição

Quadro 3. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas piretróides sobre sorgo em sacos de pano

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F
dose	4	657.9000	164.4750	1020.8793
pa	2	4705.6333	2352.8166	9999.9999
dose*pa	8	246.2000	30.0000	191.0172
resíduo	45	7.2500	0.1611	
total	59	5616.9833		

média : 13.0166

Raiz Quad. QMRes : 0.4013

Coef. variação : 3.0836

Tabela 7. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas piretróides contra *S. zeamais* sobre sorgo em vidros.

trat.	dose	pa	média	grupo
40	10	3	24,00	a
35	10	2	24,00	a
39	8	3	24,00	a
34	8	2	23,75	a
38	6	3	21,00	b
33	6	2	19,25	c
37	4	3	18,75	c
32	4	2	17,00	d
36	2	3	12,25	e
31	2	2	10,75	f
30	10	1	2,25	g
29	8	1	1,25	g
28	6	1	0,00	h
27	4	1	0,00	h
26	2	1	0,00	h

onde: p.a. 1= permetrina CE

p.a. 2= deltametrina CE

p.a. 3= deltametrina PS

obs. médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

Quadro 4. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas piretróides sobre sorgo em vidros

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F
dose	4	656.7667	164.1917	1019.1207
pa	2	4711.0333	2355.5167	9999.9999
dose x pa	8	217.1333	27.1417	168.4655
resíduo	45	7.2500	0.1611	
total	59	5592.1833		

média : 13.2167

Raiz Quad. QMRes : 0.4014

Coef. variação : 3.0370

de butóxido de piperonila permite que a permetrina mantenha seu poder inseticida residual . PEREZ et alii (1982) realizaram um estudo onde compararam as formulações pó de permetrina e deltametrina (dentre outras) e verificaram que os produtos foram eficientes até 379 dias , sem que apresentassem diferenças estatísticas entre si . A permetrina foi utilizada nas dosagens de 10, 15 e 20 ppm e a deltametrina o foi a 1 e 1,5 ppm . DUGUET (1983) cita uma série de estudos em que a deltametrina é eficiente para o controle das mais diferentes espécies e ordens de insetos que atacam grãos armazenados .

Como o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a performance inseticida de produtos e formulações comerciais, não se fez qualquer modificação. Pesquisadores tem obtido resultados satisfatórios com a adição de butóxido de piperonila às formulações comerciais de diversos piretróides. O usual, para trabalhos relacionados com pragas de grãos armazenados, é sinergizar estes produtos. CROCOMO e GUASSU (1987) compararam a permetrina CE a 2, 4, 8, e 16 ppm, com e sem o sinergizante, com deltametrina sinergizada a 0,5 ppm, chegando à conclusão de que as melhores performances foram as apresentadas pela permetrina sinergizada com butóxido de piperonila a 8 + 40 ppm e 16 + 80 ppm.

WATTERS et alii (1983) estudou a possibilidade do uso de piretróides para a desinsetização de unidades de armazenamento vazias, mas concluiu pela

inviabilidade deste procedimento devido ao alto custo.

Na análise conjunta dos dois tipos de princípios ativos (organossintéticos fosforados e piretróides), comparando-se suas performances (tabela 8) pode-se ver que o piretróide deltametrina, nas duas formulações, nas dosagens de 8 e 10 ppm só foram igualadas pelo pirimifós metílico a 10 ppm, na proteção por pelo menos 24 meses . Considerando um período de armazenamento , necessário, entre 1,5 e 2 anos outros tratamentos passam a ser recomendáveis: deltametrina PS a 6 ppm, deltametrina sinergizada a 6 ppm, deltametrina PS a 4 ppm, pirimifós metílico a 8 ppm e deltametrina sinergizada a 4 ppm, nesta ordem. Para uma necessidade de armazenamento de aproximadamente um ano, outros tratamentos também se tornam viáveis: fenitrotiom a 10 ppm, deltametrina PS a 2 ppm, deltametrina sinergizada a 2 ppm, fenitrotiom a 8 ppm, pirimifós metílico a 6 ppm e malatim PS a 10 ppm, nesta ordem. Os tratamentos fenitrotiom a 6 ppm, malatim PS a 8 ppm, pirimifós metílico a 4 ppm e malatim CE a 10 ppm, nesta ordem, protegem satisfatoriamente aos grãos de sorgo armazenados por períodos entre 3 e 6 meses de armazenamento. Os demais tratamentos só oferecem proteção por períodos variáveis entre 1 e 5 meses de armazenamento ou, no caso das dosagens 6, 4 e 2 ppm de permetrina, menos de um mes. Assim sendo, não são recomendáveis para uso, uma vez que não se justifica a realização de qualquer tratamento com efeito residual tão pequeno.

Tabela 8. Comparação de médias de tratamentos com inseti-
cidas contra *S. zeamais* sobre sorgo em sacos

trat.	dose	pa	média	grupo
40	10	8	24,00	a
35	10	7	24,00	a
5	10	1	24,00	a
34	8	7	24,00	a
39	8	8	23,75	a
38	6	8	20,75	b
33	6	7	19,25	c
37	4	8	18,00	c d
4	8	1	17,00	d e
32	4	7	16,25	e
15	10	3	14,25	f
36	2	8	11,75	g
31	2	7	11,00	h g
14	8	3	10,25	h i
3	6	1	10,00	h i
25	10	5	9,50	i
13	6	3	8,00	j
24	8	5	6,50	k
2	4	1	6,50	k
10	10	2	6,50	k
9	8	2	5,00	l
1	2	1	5,00	l
12	4	3	4,75	l m
20	10	4	4,25	l m n
11	2	3	3,75	l m n o
19	8	4	3,50	m n o p
8	6	2	3,25	q n o p
18	6	4	3,00	q r n o p
23	6	5	2,75	q r r s o p
7	4	2	2,25	q r r s p
22	4	5	2,25	q r r s p
6	2	2	2,00	q r r s t
21	2	5	2,00	q r r s t
30	10	6	1,75	r r r s t
17	4	4	1,75	r r r s t
16	2	4	1,00	u s t
29	8	6	0,75	u t
28	6	6	0,00	u
27	4	6	0,00	u
26	2	6	0,00	u

onde:

p.a. 1= pirimifós metílico p.a. 5= malation PS
 p.a. 2= malation CE p.a. 6= permetrina CE
 p.a. 3= fenitrotion CE p.a. 7= deltametrina CE
 p.a. 4= " + Fenvalerate p.a. 8= deltametrina PS

O quadro 5 demonstra que as diferenças entre os tratamentos não são devidas ao acaso.

Na análise conjunta dos tratamentos realizados nos grãos armazenados em condições simuladas de silo (tabela 9) pode-se perceber que esta situação melhora um pouco a performance de alguns tratamentos. Provavelmente isto se deva ao fato de ser um ambiente estável e, assim, minimizar ou estabilizar algumas condições que favorecem à degradação dos princípios ativos inseticidas. Quanto ao armazenamento seguro por pelo menos dois anos, os tratamentos que se mostraram eficientes são os mesmos da condição simulada de armazenamento convencional adrede descrita. Para uma proteção segura por um período entre 1,5 e 2 anos, o tratamento fenitrotiom a 10 ppm passa a integrar o grupo dos viáveis, tendo apresentado um resultado igual àquele do pirimifós metílico a 8 ppm. Para uma necessidade de armazenamento de, aproximadamente, 1 ano a ordem dos tratamentos que o garantiram em sacos de pano se altera e alguns outros que não o faziam passam a fazê-lo. Para este período, os tratamentos eficientes, em ordem de eficiência decrescente são: fenitrotiom a 8 ppm, malatim PS a 10 ppm, fenitrotiom a 6 ppm, pirimifós metílico a 6 ppm, deltametrina PS a 2 ppm, malation CE a 10 ppm, deltametrina sinergizada a 2 ppm e pirimifós metílico a 4 ppm. Para um período de armazenamento entre 6 e 8 meses, nesta condição simulada de silo, os tratamentos pirimifós metílico e fenitrotiom a 2 ppm, que não se mostraram eficientes na

Quadro 5. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas sobre sorgo em sacos de pano

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F
dose	4	1677,1625	419,2906	1584,7205
pa	7	7649,9437	1092,8491	4130,4533
dose*pa	28	780,8375	27,8871	105,3999
resíduo	120	31,7500	0,2646	
total	159	10139,6937		

média : 8,8562

Raiz Quad. QMRes : 0,5144

Coef. variação : 5,8081

Tabela 9. Comparação de médias de tratamentos com inseticidas contra *S. zeamais* sobre sorgo em vidros.

trat.	dose	pa	média	grupo
40	10	8	24,00	a
35	10	7	24,00	a
5	10	1	24,00	a
39	8	8	24,00	a
34	8	7	23,75	a
38	6	8	21,00	b
33	6	7	19,25	c
37	4	8	18,75	c
4	8	1	17,75	d
15	10	3	17,75	d
32	4	7	17,00	e
14	8	3	14,25	f
25	10	5	12,75	g
13	6	3	12,50	g
3	6	1	12,25	g
36	2	8	12,25	g
10	10	2	12,00	h
31	2	7	10,75	h
2	4	1	9,00	i
12	4	3	7,75	i
11	2	3	5,75	j
1	2	1	5,25	j
23	6	5	5,25	j
24	8	5	5,25	j
8	6	2	5,25	j
9	8	2	5,25	j
20	10	4	4,50	j
22	4	5	4,25	k
19	8	4	3,75	l
7	4	2	3,75	l
18	6	4	3,00	l
17	4	4	2,50	o
30	10	6	2,25	o
21	2	5	2,00	o
6	2	2	2,00	o
29	8	6	1,25	p
16	2	4	1,00	p
28	6	6	0,00	p
27	4	6	0,00	p
26	2	6	0,00	p

onde:

p.a. 1= pirimifós metílico p.a. 5= malation PS
 p.a. 2= malation CE p.a. 6= permetrina CE
 p.a. 3= fenitrotion CE p.a. 7= deltametrina CE
 p.a. 4= " + Fenvalerate p.a. 8= deltametrina PS

simulação de armazenamento convencional, passaram a integrar o grupo de eficientes. Quanto aos demais tratamentos, aplicam-se as considerações feitas para o armazenamento na condição simulada de armazenamento convencional. O quadro 6 evidencia que as diferenças havidas não se devem ao acaso.

SILVA e OLIVEIRA (1987) determinaram as concentrações letais e índices de toxicidade de alguns inseticidas organofosforados e piretróides para *S. zeamais* e concluíram pela maior eficiência do fenitrotiom 50 CE, seguido pela deltametrina PB 2,5 CE, o pirimifós metílico 50 CE e o malation 50 CE, para a concentração letal 50. Para a concentração letal 95, os autores concluíram a seguinte sequência decrescente de eficiência: fenitrotiom 50 CE, pirimifós metílico 50 CE, deltametrina PB 2,5 CE e malation 50 CE. AQUINO et alii (1982) fizeram um trabalho com deltametrina e malation, no controle de *S. zeamais* e concluíram que a deltametrina, nas dosagens utilizadas em grãos de sorgo (1 e 2 ppm) só apresentaram eficiência nos primeiros meses , com perda paulatina e progressiva , enquanto o malation (20 e 40 ppm) foi o único tratamento que funcionou. PEREZ et alii (1982), comparou 3 formulações em pó (permetrina, deltametrina e malation) e constataram que a de malation (8 ppm) apresentou uma queda de efetividade entre 185 e 215 dias por mais de um ano, enquanto os outros não apresentaram modificações de performance.

Quadro 6. Quadro da análise da variância entre tratamentos com inseticidas sobre sorgo em vidros

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F
dose	4	1952,2875	488,0719	1985,3771
pa	7	7357,3000	1051,0429	4275,4286
dose x pa	28	694,0125	24,7862	100,8251
resíduo	120	29,5000	0,2458	
total	159	10033,1000		

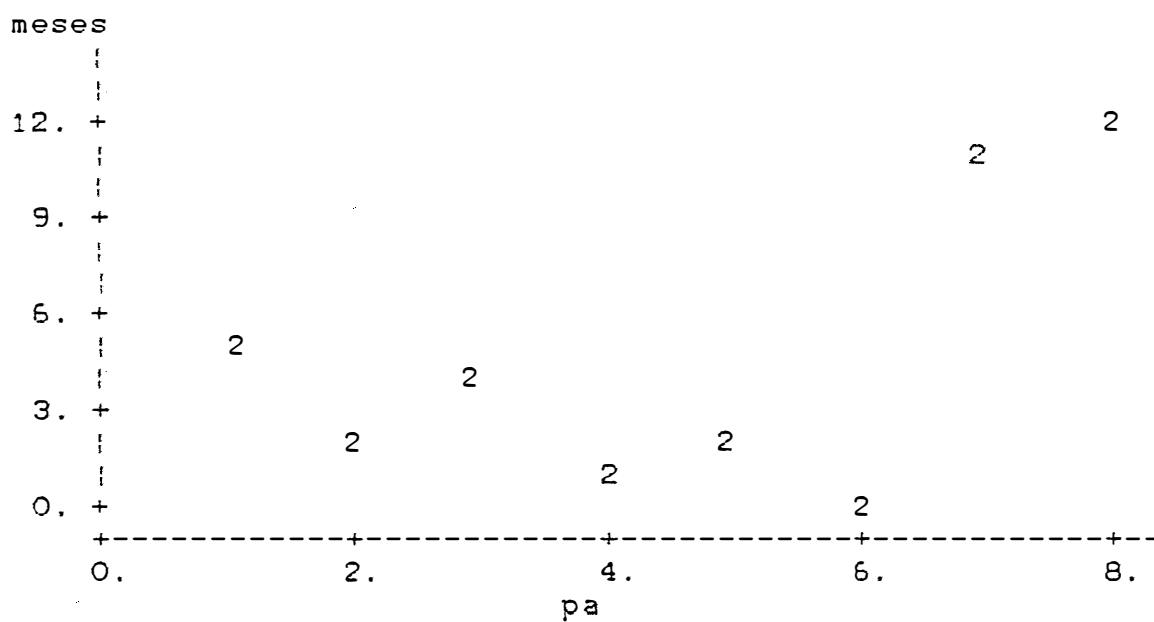
média	:	9,9250
Raiz Quad. QMRes	:	0,4953
Coef. variação	:	4,9956

Ao analisar o comportamento dos diferentes princípios ativos em cada dosagem, para cada condição de armazenamento, verifica-se através do Gráfico 1 o período de atuação para os tratamentos em que a dosagem do princípio ativo foi de 2 ppm, sendo o sorgo armazenado em sacos de pano. Pelos valores plotados, pode-se ver, claramente, que apenas os tratamentos com o princípio ativo deltametrina, nas duas formulações, se mostraram eficazes para um período de armazenamento de, no mínimo, 6 meses. O Gráfico 2 mostra que situação se repete para a armazenagem em condições simuladas de silo.

Para a dosagem de 4 ppm, o Gráfico 3 mostra que além do princípio ativo que já se mostrou eficiente a 2 ppm, também o pirimifós metílico oferece uma proteção mínima de 6 meses, nas condições simuladas de armazenamento convencional. O gráfico 4 mostra que além daqueles que se mostraram eficientes para os grãos ensacados, o fenitrotion também se mostra eficiente para a condição simulada de silo.

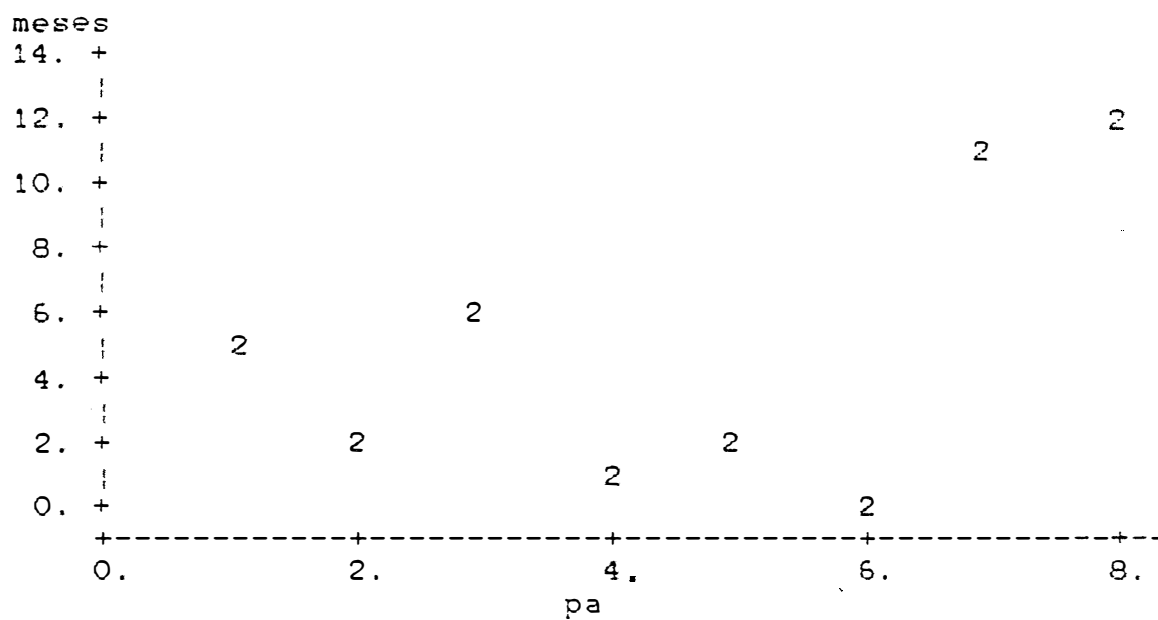
Na dosagem de 6 ppm, os gráficos 5 e 6 mostram que os princípios ativos deltametrina (nas duas formulações), pirimifós metílico e fenitrotion oferecem a proteção mínima de 6 meses. Em sacos, o tempo de atuação residual do princípio ativo piretróide é duas vezes, ou mais, maior que aquele apresentado pelos organofosforados. Em grãos armazenados em vidros a eficiência do piretróide é semelhante à apresentada em sacos de pano, mas a dos

Gráfico 1. Eficiência temporal de inseticidas a 2 ppm em
sorgo armazenado em sacos de pano



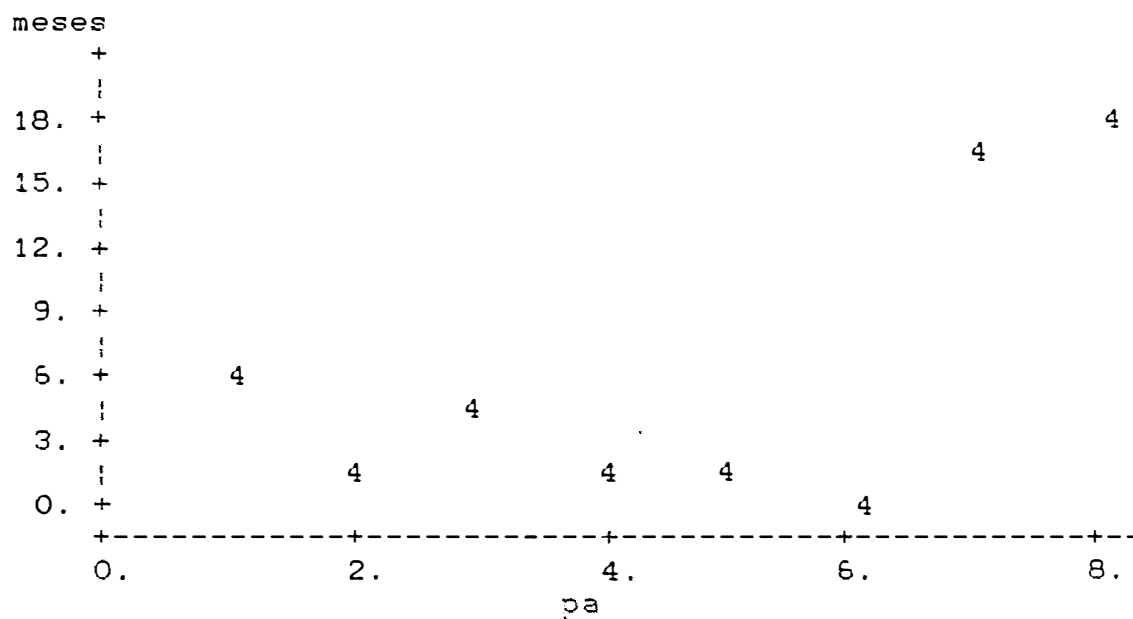
onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malation CE
 p.a. 3. = fenitrotiom CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malation PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

Gráfico 2. Eficiência temporal de inseticidas a 2 ppm em sorgo armazenado em vidros



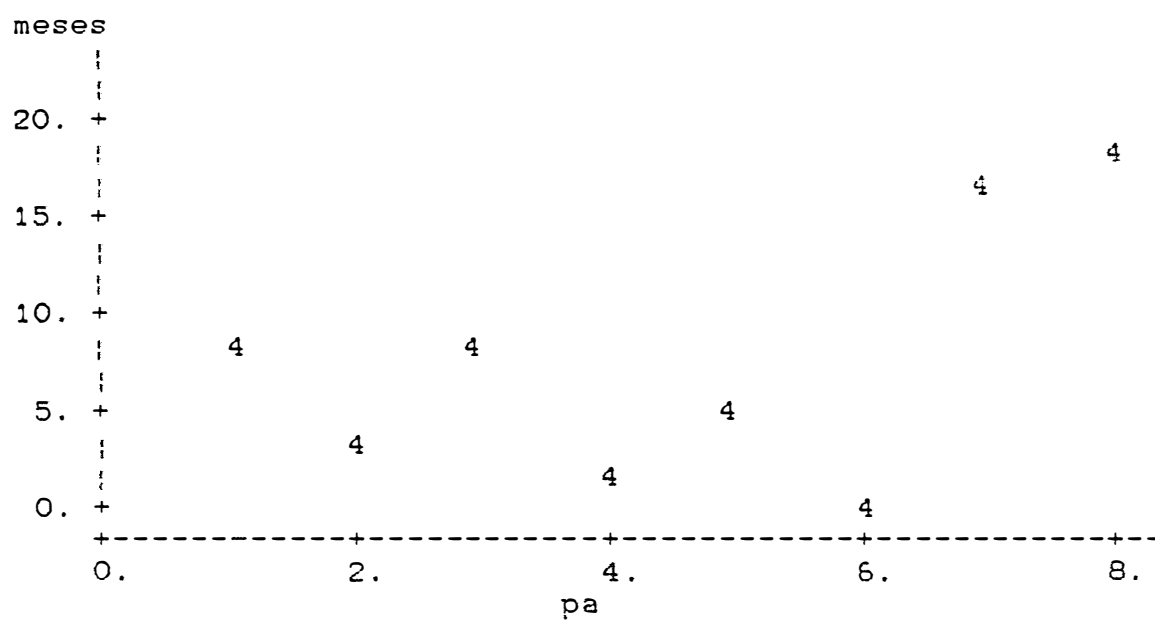
onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malatíon CE
 p.a. 3. = fenitrotíon CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malatíon PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

Gráfico 3. Eficiência temporal de inseticidas a 4 ppm em
sorgo armazenado em sacos de pano



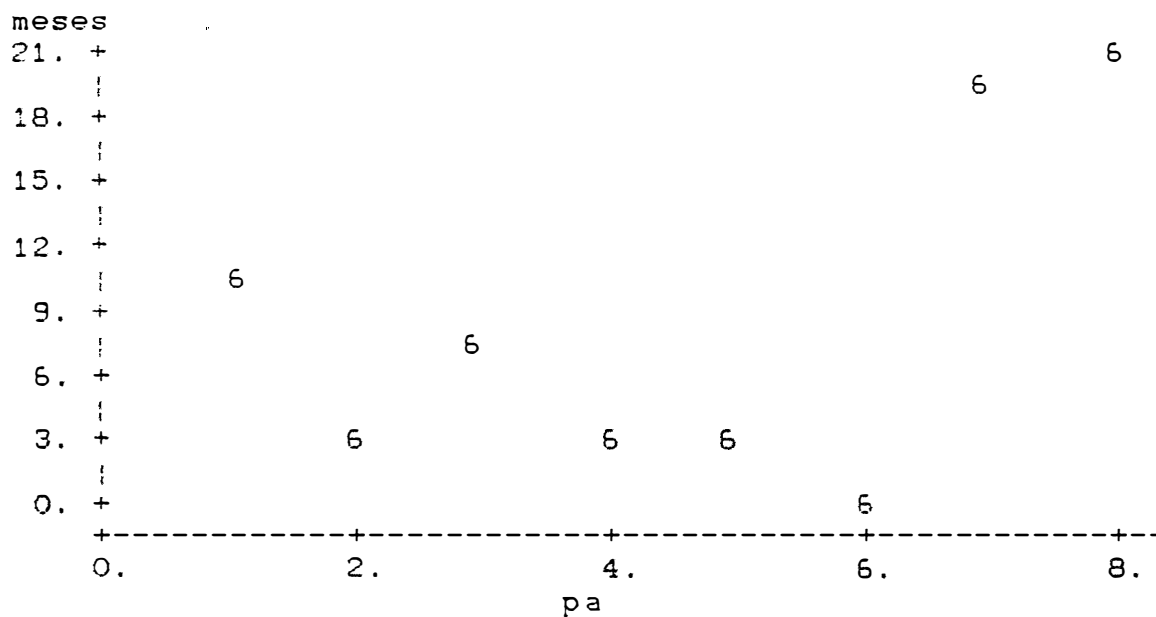
onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malation CE
 p.a. 3. = fenitrotion CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malation PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

Gráfico 4. Eficiência temporal de inseticidas a 4 ppm em
sorgo armazenado em vidros



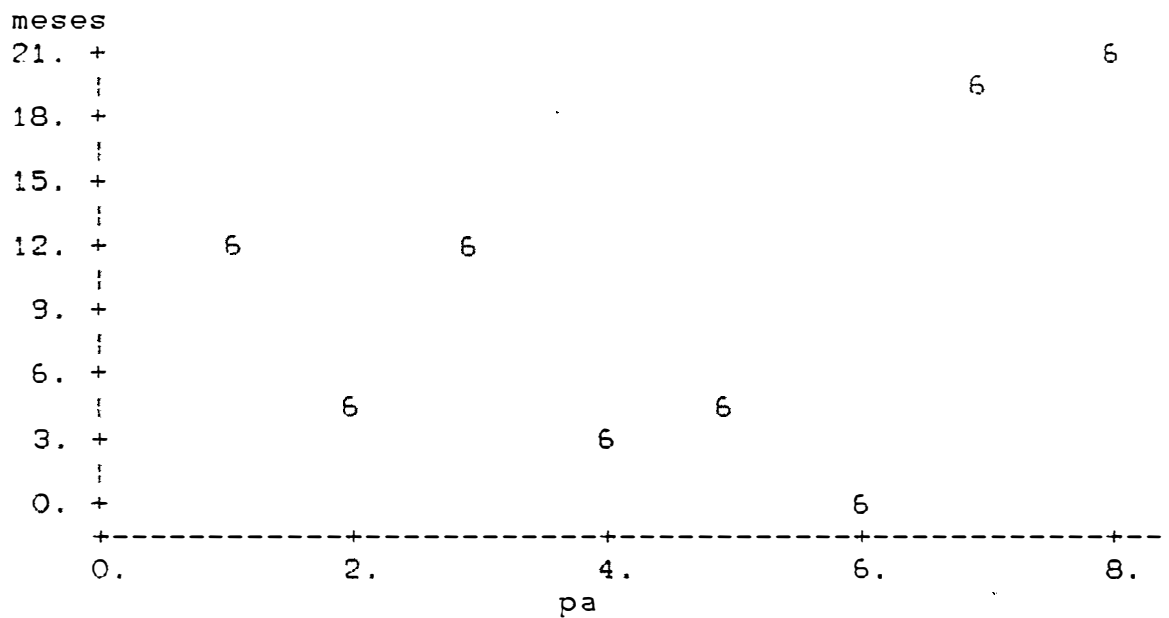
onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malatíon CE
 p.a. 3. = fenitrotíon CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malatíon PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

Gráfico 5. Eficiência temporal de inseticidas a 6 ppm em sorgo armazenado em sacos de pano



onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malation CE
 p.a. 3. = fenitrotiom CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malation PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

Gráfico 6. Eficiência temporal de inseticidas a 6 ppm em
sorgo armazenado em vidros



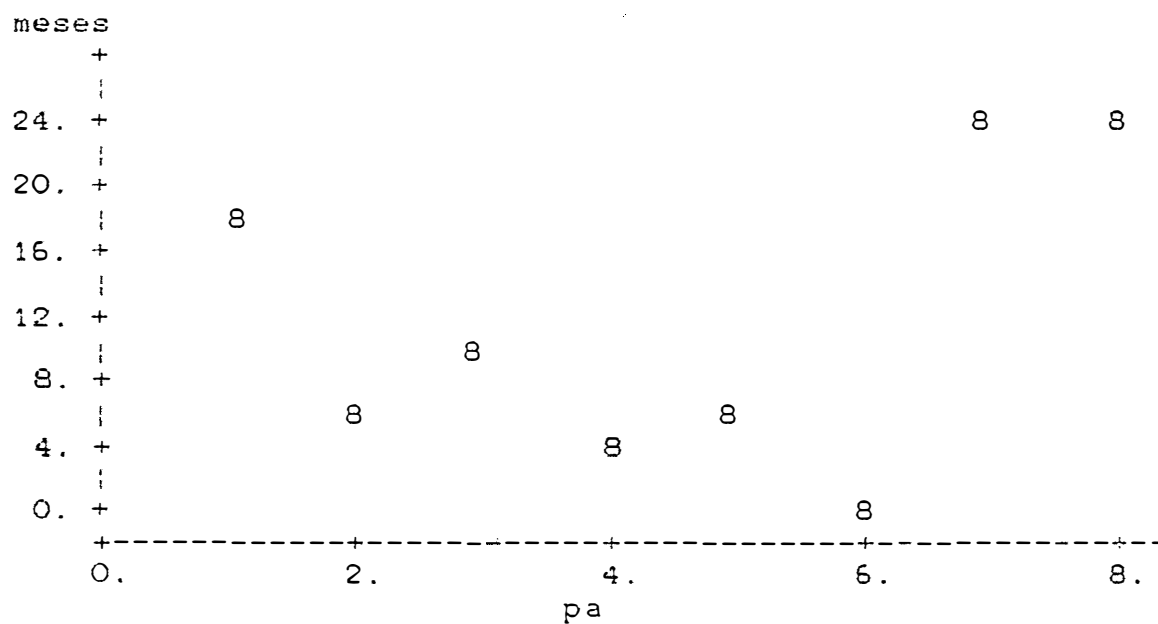
onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malation CE
 p.a. 3. = fenitrotiom CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malation PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

organossintéticos fosforados mostra-se melhorada.

A partir de 8 ppm, o tratamento com malatium PS passou para o grupo dos eficientes, para um período mínimo de 6 meses de armazenamento, se bem que com um período de proteção bastante inferior aos demais tratamentos. Nesta dosagem a deltametrina esta oferecendo uma proteção efetiva de pelo menos 24 meses, enquanto o pirimifós metílico atinge 17-18 meses, em ambas as condições de armazenamento; fenitrotiom por 10 meses em sacos de pano e 14 meses em vidros. Estas diferenças podem ser visualizadas nos gráficos 7 e 8.

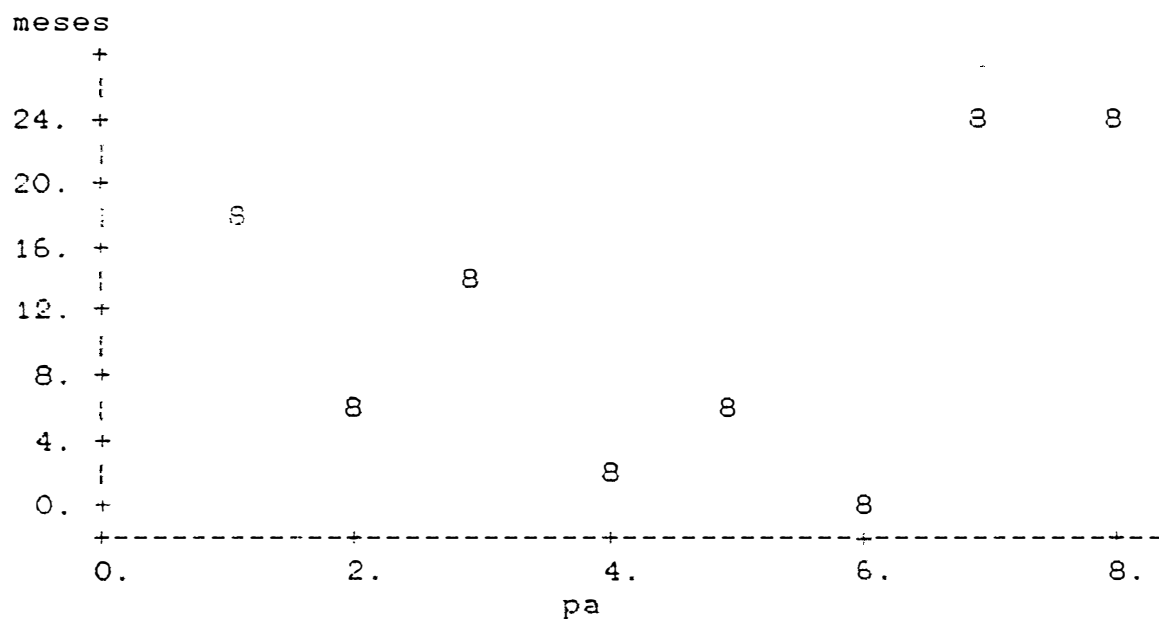
Na dosagem de 10 ppm, pode-se ver que apenas dois tratamentos não apresentaram uma proteção mínima de 6 meses; o piretroide permetrina e a mistura comercial de fenitrotiom + fenvalerato. O gráfico 9 evidencia que o pior dos tratamentos efetivos foi o malatium CE, com 6 meses de eficiência inseticida, seguido pelo malatium PS, com 10 meses de eficiência; o fenitrotiom, com 14 meses e os demais (pirimifós metílico e deltametrina nas duas formulações) com pelo menos 24 meses. Esta situação caracteriza o armazenamento convencional simulado. Para a condição simulada de armazenamento em silo, as eficiências dos inseticidas mantiveram-se na mesma sequência, mas com um tempo de proteção maior, como se pode ver no gráfico 10.

Gráfico 7. Eficiência temporal de inseticidas a 8 ppm em sorgo armazenado em sacos de pano



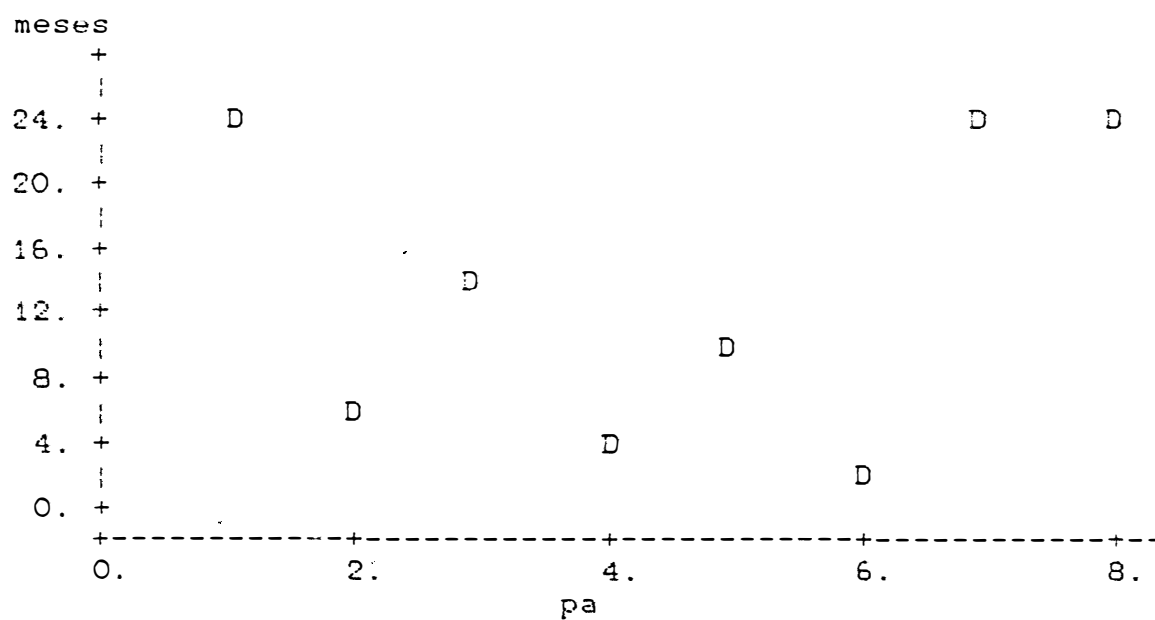
onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malatíon CE
 p.a. 3. = fenitrotíon CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malatíon PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

Gráfico 8. Eficiência temporal de inseticidas a 8 ppm em sorgo armazenado em vidros



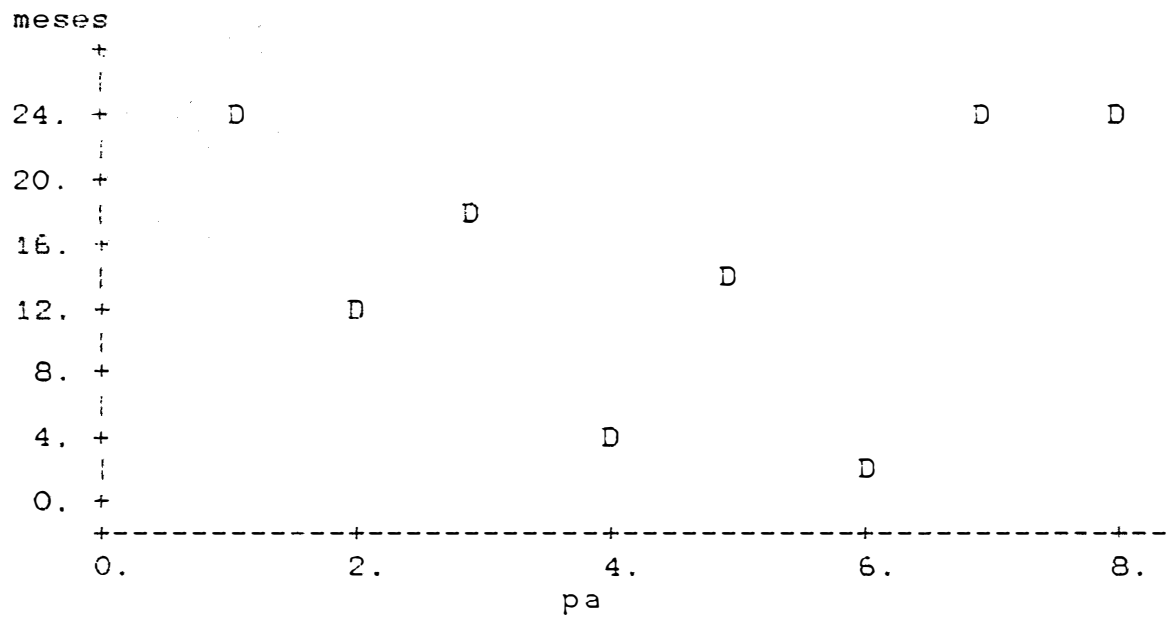
onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malatíon CE
 p.a. 3. = fenitrotíon CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malatíon PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

Gráfico 9. Eficiência temporal de inseticidas a 10 ppm em sorgo armazenado em sacos de pano



onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malation CE
 p.a. 3. = fenitrotion CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malation PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

Gráfico 10. Eficiência temporal de inseticidas a 10 ppm em
sorgo armazenado em vidros



onde: p.a. 1. = pirimifós metílico CE
 p.a. 2. = malatíon CE
 p.a. 3. = fenitrotíon CE
 p.a. 4. = " + fenvalerato CE
 p.a. 5. = malatíon PS
 p.a. 6. = permetrina CE
 p.a. 7. = deltametrina CE
 p.a. 8. = deltametrina PS

5. CONCLUSÕES :

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que:

a-) Deltametrina, nas duas formulações comerciais viáveis para utilização em armazenamento (CE com butóxido de piperonila e PS) se mostrou como o melhor para ser utilizado em armazenamento de grãos de sorgo, contra *S. zeamais*, nas dosagens de 8 e 10 ppm;

b-) os demais piretróides, nas formulações comerciais existentes no Brasil, não são eficientes no controle de *S. zeamais* em sorgo armazenado;

c-) dentre os inseticidas organossintéticos fosforados, o pirimifós metílico apresentou-se como o melhor para o controle de *S. zeamais* em grãos de sorgo armazenados, em todas as dosagens em que estes foram comparados;

d-) para a proteção de grãos de sorgo ensacados, por períodos inferiores a 1 ano, ou em silos por 1,5 anos, o fenitrotion pode ser recomendado;

e-) malation é o menos eficiente, no controle de *S. zeamais* em grãos de sorgo armazenado, dentre

os inseticidas registrados no Brasil para o controle de pragas de grãos armazenados;

f-) a mistura de fenitrotiom com fenvalerato (5 : 1) não se mostrou eficiente para o controle de **S. zeamais** em grãos de sorgo armazenados;

g-) em condições simuladas de armazenamento em silo, os inseticidas fosforados tiveram sua eficiência aumentada;

h-) a eficiência do inseticida deltametrina não se modificou nas diferentes condições simuladas de armazenamento.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- ADAMS, J. M. Weight losses caused by development of *Sitophilus zeamais* Motsch. in maize. *J. stored Prod. Res.*, Oxford, 12: 269-272. 1976
- ALI, K. A.; ABRAHAM, E. V.; SUBRAMANIAM, T. R. Phoxin as an effective protectant for sorghum seeds in storage. *Madras agr. J.*, Madras, 60(7): 582-583. 1973. Apud *Rev. appl. Ent.*, Series A: Agricultural. London. 63(10): 1176. 1975 (Abstract 4.307)
- ALMEIDA, G. Pragas dos grãos armazenados e seu combate. *Boletim do Campo*, Rio de Janeiro, 33(235): 5-12. 1970
- ANDRADE, A. N. Expurgo a bordo com brometo de metila. In: SIMPOSIO SOBRE O COMBATE DAS PRAGAS DOS GRÃOS ARMAZENADOS, I, Porto Alegre, RS, *Anais*. Livraria do Globo S.A., São Paulo, pp 37-51. 1981
- ANONIMOUS. Effectiveness of liquid fenitrothion against pests in stored grain. *Milling feed and fertilizer*, Sydney, CLXI(12): 30-32. 1979
- AQUINO, E. T.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R. e JUGURTA, A. Controle de *S. zeamais* em milho e sorgo com formula-

- ções de deltametrina e malation. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, XI, Campinas, São Paulo, 1987. **Resumos**. Campinas, Sociedade Entomológica do Brasil, 1987. p. 326.
- BENGSTON, M.; CONNELL, M.; DAVIES, R. A. H.; DESMARCHELIER, J. M.; PHILLIPS, M. P.; SNELSON, J. T. & STICKA, R. Fenitrothion plus (1R)-phenotrin, and pirimiphos methyl plus carbaryl, as a grain protectant combinations for wheat. **Pestic. Sci.**, Oxford, **11**: 471-482. 1980
- BITRAN, E. A. e CAMPOS, T. B. Ação específica de piretróides sinergizados no controle de *Sitophilis zeamais* Motschulsky e possibilidades de seu emprego na proteção de grãos armazenados. **O Biológico**, São Paulo, **41**(10): 287-289. 1975
- BITRAN, E. A. e CAMPOS, T. B. Armazenamento de milho a nível de fazenda. **O Biológico**, São Paulo, **47**(4): 115-122. 1981
- BITRAN, E. A. e CAMPOS, T. B. Avaliação da eficiência do piretróide permethrin, comparativamente a inseticidas organofosforados, no controle do gorgulho do milho. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 34, Campinas, SP. **Resumos**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 1982. p.5
- BITRAN, E. A.; CAMPOS, T. B. e OLIVEIRA, D. A. Avaliação da persistência residual de inseticidas na proteção de milho e café durante o armazenamento. I- Produtos organofosforados. **O Biológico**, São Paulo, **45**(11/12): 255-262. 1979

- BITRAN, E. A.; LAZARINI, S. e MENDONÇA, P. P. Ação da fosfina sobre o gorgulho do milho em armazéns e silos. *O Biológico*, São Paulo, 37: 195-198. 1971
- BITRAN, E. A. e MELLO, J. R. Prejuízos causados pelo *Sitophilus zeamais* Motschulsky em milho armazenado. In: REUNIAO BRASILEIRA DE MILHO, IX, Recife, PE, 1972. *Anais*, Recife, 1972. p.102-105
- BITRAN, E. A.; PIGATI, P.; UNGARO, M. T. e CAMPOS, T. B. Ensaios de avaliação da ação residual do bromofós em milho armazenado. *O Biológico*, São Paulo, 40: 156-159. 1974
- BOND, E. J. & MONRO, H. A. U. The role of oxygen in the toxicity of fumigants to insects. *J. stored Res.*, Oxford, 3(4): 295-310. 1967
- BOND, E. J. & DUMAS, T. Loss of warning odours from phosphine. *J. stored Prod. Res.*, Oxford, 3(4): 389-392. 1967
- BORDREAU, H. B. The identity of *Sitophilus oryzae*. *Ann. ent. Soc. Am.*, College Park, 62(1): 169-172. 1969
- BROOK, J. P. Protection of grain in storage. *World Crops*, London, 13(1): 27-30. 1961
- CAJUEIRO, I. V. M. Levantamento das pragas de sorgo no Brasil. EMBRAPA/CNPMS, Relatório Técnico 1980/84, Sete Lagoas, MG. 1986. p.150-151
- CALDERON, M. The ecosystem approach for apprehending the extent of post harvest grain losses. *Phytoparasitica*, Bet Dagan, 9(3): 157-167. 1981
- CAMPOS, T. B. e BITRAN, E. A. Avaliação experimental de prejuízos causados por *Sitophilus zeamais* Mots. em mi-

- lho ensacado. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA ,
III, Maceió. *Anais*. Sociedade Entomológica do Brasil,
1976. p. 121
- CARINO, F. O. & MORALLO-REJESUS, B. Control of *Sitophilus*
zeamais and *Rhyzoperta dominica* by pre-harvest sprays
and such treatment with three insecticides in three
sorghum varieties. *Philipp. Agric.*, Laguna, 60: 81-95
1976
- CARTWRIGHT, O. L. A survey of field infestation of the
insects attacking corn in the Ear in South Carolina. *J.*
econ. Ent., Menasha, 32(6): 780-782. 1940
- CHAMP, B. R. & CAMPBELL-BROWN, M. J. Inseticide resistance
in Australian *T. Castaneum* (Herbst.) - I. A test method
for detecting inseticide resistance. *J. stored Prod.*
Res., Oxford, 6: 53-70 . 1970 .
- COGBURN, R. R. Pirimiphos-methyl as a protectant for
stored rough rice: small bin tests. *J. econ. Ent.*,
College Park, 69(3): 369-373. 1976
- COLAS, R. Destrucion de los insectos de alimentos y produc-
tos almacenados. In: DELTAMETRIN. MONOGRAFIA. Russel U-
claf ed., Paris, pp. 219-231. 1983
- COTAIT, A. e PIZA, M. T. Prejuízos determinados pelos
insetos depredadores de grãos armazenados. *O Biológico* ,
São Paulo, 25(3): 53-58. 1969
- COTTON, R. T. Rice weevil. *J. Agric. Res.*, Washington DC,
20(6): 409-422. 1920 .
- COURSEIUL, E. e DA SILVA, T. L. Segundo informe sobre um

- ensaio de proteção de trigo armazenado . CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA , II , Anais , Pelotas , RS , Sociedade Entomológica do Brasil , 1975 . p. 33-34 .
- CROCOMO, W. B. e GUASSU, C. M. O. Eficiência de inseticidas para o controle do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Coleoptera : Curculionidae). CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, XI, Campinas, SP. Resumos. Campinas, Sociedade Entomológica do Brasil, 1987. p.321
- D'ANTONINO, L. R.; DAN, E. L. e DAN, E. Expurgo e proteção de milho em palha. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, 3(4): 39-45. 1978
- DAVEY, P. M. The susceptibility of sorghum to attack by the weevil *Sitophilus oryzae* (L.). *Bull. ent. Res.*, London , 56(2): 287-297. 1965
- DOGGETT, H. The breeding of sorghum in East Africa. I. Weevil resistance in sorghum grains. *Emp. J. exp. Agric.*, Oxford, 25(97): 1-9. 1957
- DOGGETT, H. The breeding of sorghum in East Africa. II. The breeding of weevil-resistant varieties. *Emp. J. exp. Agric.*, Oxford, 26(101): 37-46. 1958
- DONAHAYE, E.; NAVAFRO, S. & CALDERON, M. Studies on aeration with refrigerated air. -III. Chilling of wheat with a modified chilling unit. *J. stored Prod. Res.*, Oxford, 10 ; 1-8. 1974
- DUGUET, J. La protection des denres. Russel Uclaf ed., Paris, 164p. 1983
- DYTE, C. E. Problems arising from insecticide resistance in

- stored pests. *Bulletin Organization Europeenne et Mediterranéenne pour la protection des Plantes*, S. L., 4(3): 275- 289.1974
- EDEM,W. G. Effect of kernel characteristics and components of husk cover on rice weevil damage to corn. *J. econ. Ent.*, Menasha, 45: 1084-1085. 1952
- ELLIS,C.R. Susceptibility of two strains of *Sitophilus granarius* (L.) to 1,2 dibromoethane -1. Effect of weight-dependent respiration and fumigant uptake on strains susceptibility. *J. econ. Ent.*, College Park, 65: 42-47 1972
- EL-RAFIE,M. S.; ABO EL-GHAR,M. R. & METWALLY,F. A. The rate of degradation of certain grain protectants under common methods of storage in Egypte. *Bulletin of Entomological Society of Egypte*. Economic Series, Cairo, 3: 17-28. 1969
- EL-RAFIE,M. S.; ABO EL-GHAR,M. R. & METWALLY,F. A. Chemical analyses of malathion residues on stored grain under common methods of storage in Egypte. *Bulletin of Entomological Society of Egypte*. Economic Series, Cairo, 4: 89-98. 1970. Apud *Rev. apl. Ent.*, Series A: Agricultural, London, 62(5): 316. 1974 (Abstract 1981)
- FAO. Metodos recomendados para la deteccion y medicion de la resistencia de plagas agricolas a plaguicidas.*Bolletín Fitossanitario*, Roma, 15(1): 12-26. 1975
- FLOID,E. H. Effectiveness of malathion dusts as a protectant for farm-stored corn in Louisiana. *J. econ. Ent.* ,

- College Park , 54(5): 900-904 . 1961
- FLOID, E. H. Relationship between maize weevil infestation in corn at harvest and progressive infestation during storage. *J. econ. Ent.*, College Park, 64(2): 408-411. 1971
- FLOID, E. H. & NEWSON, L. D. Biological study of the rice weevil complex. *Ann. ent. Soc. Amer.*, College Park, 52(6) 687-695. 1959
- GENEL, M. R. & BARNES, D. Los insectos y sus daños a los granos almacenados. *Folleto Miscelaneo*, Secretaria Agric. y Ganaderia, Mexico, 6: 1-37. 1958
- GODAVARI BAI, S. Persistence of malathion residues on treated food-grains under different conditions of storage and processing. In: SYMPOSIUM ON PESTICIDES, Mysore, India, 1964. *Proceedings*. Mysore, India, 1964. p 310-315.
- GREENING, H. G. Expurgo com fosfina nos grãos armazenados a nível de fazenda- Medidas preventivas contra as infestações. In: SIMPOSIO SOBRE O COMBATE DAS PRAGAS DOS GRÃOS ARMAZENADOS, I, Porto Alegre, RS, 1981. *Anais*. Casa Bernardo Ltda, Santos, 1981
- GUNTHER, F. A.; LINDGREN, D. L. & BLINN, R. C. Biological effectiveness and persistence of malathion and lindane used for protection of stored wheat. *J. econ. Ent.*, Washington, 51(6): 843-844. 1958
- HALISCAK, J. P. & BEEMAN, R. W. Status of malathion resistance in five genera of beetles infesting farm-stored corn, wheat and oats in United States. *J. econ. Ent.*,

- College Park, 76(4): 717-722. 1983
- HALL, R. C.; BALLEE, D. L.; BENNETT, G. W. & FAHEY, J. E.
Persistence and distribution of gardona and dichlorvos in
grain and products. *J. econ. Ent.*, College Park, 66(2):
315-318. 1973
- HAREIN, P. K. & SCHESSER, H. J. A gardona-vapona mixture for
control of stored-product insects in railway boxcar. *J.
econ. Ent.*, College Park, 68(1): 113-118. 1975
- HINDS, W. E. & TURNER, W. F. Life history of the rice weevil
Calandra oryzae L., in Alabama. *J. econ Ent.*, Menasha, 4
(2): 230-236. 1911
- HINTON, H. E. & CORBET, A. S. Common insect-pests of stored
food products. A guide to their identification. **Trustees
of the British Museum**, London, Economic Series, 15, 62p.
1972
- HOLE, B. D.; BELL, C.H.; MILLS, K. A. & GOODSHIP, G. The
toxicity of phosphine to all development stage of thir-
teen species of stored product beetles. *J. stored Prod.
Res.*, Oxford, 12: 235-244. 1976
- HOWE, R. W. A study of heating of stored grain caused by
insects. *Ann. Appl. Biol.*, Cambridge, 50: 137-158. 1962
- IRABAGON, T. A. Rice weevil damage to stored corn. *J. econ.
Ent.*, Washington, 52(6): 1130-1136. 1959
- ITAL Instruções práticas para a utilização de silos subter-
râneos revestidos com polietileno. ITAL/CATI, Secretaria
da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo,
Campinas, 9p. 1981

- JAY, E. G. Methods of applying carbon dioxide for insect control in stored grain. USDA. Science and Education Administration. Advances in Agricultural Technology, Washington, AAT-5 13, april: 1-7. 1980
- JAY, E. G. & PEARMAN Jr., G. C. Carbon dioxide for control of an insect infestation in stored corn (maize). J. stored Prod. Res., Oxford, 9: 25-29. 1973
- JORDÃO, B. A. Fumigante, dose, concentração e previsão de riscos nas operações de fumigação. Bol. Inst. Tecnol. Alim, Campinas, 47: 1-19. 1976
- JOUBERT, P. C. The effect of piretrum treatment on germination of sorghum. Pyretrum Post, Nakaru, 7(3): 28-29. 1964. Apud Rev. appl. Ent., Series A: Agricultural, London, 54(2): 82. 1966
- KADOUN, A. M. & LA HUE, D.W. Effect of hybrid, moisture content, foreing material and storage temperature on degradation of malathion residue in grain sorghum. J. econ. Ent., College Park, 62(5): 1161-1164. 1969
- KADOUN, A. M. & LA HUE, D. W. Penetration of malathion in stored corn, wheat and sorghum grain. J. econ. Ent., College Park, 67(4): 475-476. 1974
- KING, D. R. ; MORRISON, E. D. & SUNDMAN, J. A. Biossay of chemical protectants and surface treatments for the control of insects in stored sorghum grain. J. econ. Ent. , College Park , 55(4): 506-510 . 1962
- KIRITANE, K. Biological studies on the Sitophilus complex (Coleoptera : Cucurilionidae) in Japan. J. stored Prod.

- Res.**, Oxford, 1: 169-175. 1965
- KIRKPATRICK, R. L.; HAREIN, P. K. & COOPER, C. V. Laboratory tests with dichlorvos applied as a wheat protectant against rice weevils. **J. econ. Ent.**, College Park, 61(2): 356-359. 1968
- KUSCHEL, G. On problems of synonymy in the *Sitophilus oryzae* complex (30th contribution) (Coleoptera : Curculionidae). **Ann. Mag. nat. Hist.**, London, 13(4): 241-244. 1961
- KOURA, A. & EL-HALFAWY, M. A. Weight loss in stored grains caused by insect infestation in Egypte. **Bull. Soc. ent. Egypte**, Cairo, 56: 413-417. 1973 . Apud **Rev. appl. Ent.**, Series A : Agricultural , London , 62(10): 1168. 1974 (Abstract 4.404)
- LA HUE, D. W. Evaluating gardona and malathion to protect wheat in small bins against stored-grain insect. **Marketing Research Report**, Agricultural Research, United States Department of Agriculture, Manhattan, 13037, 1975. 12p.
- LA HUE, D. K. & DICKE, E. B. Evaluating selected protectants for shelled corn against stored-grain insects. **Mkt. Res. Rep.**, Washington, 1058. 1976. 9p.
- LA HUE, D. K. & DICKE, E. W. Evaluation of selected insecticides to high moisture sorghum grain to prevent stored grain insect attack. **Mkt. Res. Rep.**, Washington, 1063, 1977. 10 p.
- LEFREVE, P. C. Etude de *Calandra oryzae* L. sur sorgho (

- Sorghum vulgare* Brot.). Bull. agric. Congo Belge, Bruxelles, 44(5): 1001-1046. 1953
- LIMA, C. P. F. Lindane resistance in field strains of *Sitophilus zeamais*, Motschulsky in Kenya. J. stored Prod. Res., Oxford, 8(3): 167-175. 1977 .
- LINK, D. e STEFANEL, V. Diferenças entre variedades de milho à infestação natural por *Sitophilus zeamais* Mots. e *Sitotroga cerealella* (Olivier). Agronomia Riograndense, Porto Alegre, 7(2): 157-161. 1971
- LISCOMB, E. A. Resíduos nos produtos tratados com fosfina. In: SIMPOSIO SOBRE O COMBATE DAS PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS, I, Porto Alegre, RS. 1981. Anais. Casa Bernardo, Santos, 1981 b .
- LISCOMB, E. A. Fumigação de cereais em trânsito a bordo de navios. In: SIMPOSIO SOBRE O COMBATE DAS PRAGAS DOS GRÃOS ARMAZENADOS, I, Porto Alegre, RS. 1981. Anais. Casa Bernardo, Santos, 1981 b .
- MARANHÃO, E. A. A. e OLIVEIRA, J. V. Efeito residual de inseticidas sobre *Sitophilus zeamais* Mots em grãos de milho (*Zea mais*) e sorgo (*Sorghum bicolor*). Anais da Soc. Bras. Ent., Porto Alegre, 16(1): 61-71. 1987
- MARICONI, F. A. M. Insetos que depredam grãos e outros produtos armazenados. São Paulo Agrícola, São Paulo, (60):17-27. 1963
- MATIOLI, J. C. Efeito de cultivares de milho sobre o crescimento de populações de *Sitophilus oryzae*. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 20(5): 500-503. 1985

- McAFARLANE, J. A. Treatment of large grain storage in Kenya with dichlorvos slow release strips for control of *Callosobruchus cautella*. *J. econ. Ent.*, College Park, 63(1): 288-292. 1970
- McGAUGHEY, W. M. Angoumois grain moth control in rough rice with a gardona-dichlorvos mixture. *J. econ. Ent.*, College Park, 66(6):1353. 1973
- MINISTERIO da Saude, Serviço Nacional de Vigilância Sanitária, Brasil. Portaria. 10, Brasília. 1985
- MINNETT, W. & BELCHER, R. S. Loss of dichlorvos residues in stored wheat. *J. stored Prod. Res.*, Oxford, 6: 269-273. 1970
- MOOKERJEE, P. B.; JOTWANI, M. G.; SIRCAR, P. & YADAV, T. D. Studies on the incidence and extent of damage due to insect pests in stored seeds. 1. cereal seeds. *Indian J. Ent.* New Delhi, 30(1): 61-65. 1968. Apud *Rev. appl. Ent. Series A: Agricultural*, London, 58(1): 83. 1970 (Abstract 304)
- MORRISON, E. D. The effect of particle size of sorghum grains on development of the weevil *Sitophilus zeamais* Mots. *J. econ. Ent.*, College Park, 53(3):390-391. 1964
- MOSHER, D. R. & KADOUN, A. M. Effects of four lights on malathion residues on glass beads, sorghum grains and wheat grains. *J. econ. Ent.*, College Park, 65(3): 847-850. 1972
- MUIR, W. E.; SINHA, R. N. & WALLACE, H. A. H. Biotic and abiotic characteristics of grain stored temporary bins.

- Can. Agric. Eng., 15(1):35-42. 1973
- MUTHU, M. & AHMED, S. M. Performance of a dichlorvos based insecticide vapour strip in an infested warehouse. *Inter. Pest Control*, London, 15(1):8-10. 1973
- NAVARRO, S. & CALDERON, M. Mode of action of low atmospheric pressures on *Ephestia cautella*. *EXPERIENTIA*, Cambridge-Ma-(USA), 35 (620): 620-621. 1979
- NAVARRO, S. & CALDERON, M. Integrated approach to the use of controlled atmospheres for insect control in grain storage. In: *Controlled atmosphere Storage of Grains*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, pp. 73-78. 1980
- NAVARRO, S.; CARMY, Y.; KASHANCHI, Y. & SHAAYA, E. Malathion resistance of stored product insects in Israel. *Phytoparasitica*, Bet Dagan, 14(4): 273-280. 1986
- NAVARRO, S.; DONAHAYE, E. & CALDERON, M. Studies on aeration with refrigerated air. -I. Chilling of wheat on a concret elevator. *J. stored Prod. Res.*, Oxford, 9: 253-259. 1973
- NEGREIROS, J. Toxicidade relativa de inseticidas para *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 e *Sitophilus oryzae* (Linne, 1763) (Coleoptera : Curculionidae) e seus efeitos na mortalidade e emergencia das especies, em condicoes de laboratorio. Piracicaba, 1980, 62p. (Mestrado-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)
- PARKIN, E. A. Stored Entomology (The assesment and reduction of losses caused by insects to stored foodstuff). *Ann.*

- Rev. Ent., Stanford, 1: 223-240. 1956
- PASALU, I. C.; GIRISH, G. K. & KRIHNAMURTHY, K. Status of insecticide resistance in insect of stored products. Part I. *Bulletin of Grain Technology*, Hapur, 12(1): 50-59. 1974 .
- PEREZ, C. A.; SANCHES, G. A.; PAULO, A. D.; MATSUO, T. e NAKANO, O. Efeito residual de piretróides sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera : Cucurlionidae) em milho armazenado. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO , XIV, Florianopolis (SC). 1982. EMPASC, Florianopolis , 1982. p. 194
- PEREZ, C. A.; SCARPELLINI, J. R.; SCHRÖTER, R. A.; NAKANO, O. e BERTRAND-CADI, J. Considerações quanto ao uso de defensivos no tratamento de grãos armazenados, referentes a relação superfície específica/peso de diversas espécies de grãos. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, X, Rio de Janeiro, 1986. *Resumos*. Sociedade Entomologica do Brasil, Rio de Janeiro, 1986. p. 334
- PROCTOR, D. L. An additional aededagal character for distinguish *Sitophilus zeamais* Motschulsky from *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera : Curculionidae). *J. stored Prod. Res.*, Oxford, 6: 351-352. 1971
- PUTTADRAPPA, A.; THIMMAIAH, G. & GOUD, J. V. Studies on the varietal resistance of sorghum grains to rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Madras agr. J.*, Madras, 58(5): 426-427. 1971
- PUZZI, D.; NOGUEIRA, G.; RIGITANO, A. e BARONI, O. Estudos

- preliminares sobre o emprego de fosfina e brometo de metila no expurgo do caruncho *Sitophilus oryzae* (L.), em milho ensacado. *O Biológico*, São Paulo, 32: 179-183. 1966
- RAJAK, R. L. & KRISHNAMURTHY, K. Studies on the use of dichlorvos for desinfestation of food grains. Part II, Analyses of dichlorvos residues in foodstuffs. *Bulletin of grain Technology*, Hapur, 12(3): 185-195. 1974
- RAMALHO, F. S.; ROSSETTO, C. J. e NAGAI, V. Relação entre dureza do milho e resistência a *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 28(12) : 1505-1506. 1976
- RAMALHO, F. S.; ROSSETTO, C. J. e NAGAI, V. Comportamento de germoplasmas de milho sob forma de palha e grãos debulhados em relação a *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 29(5):584-590. 1977
- RAMALHO, F. S.; ROSSETTO, C. J. e NAGAI, V. Relação entre características da espiga e resistência a *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 em milho. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 29(5): 590-593. 1977
- REDDY, D. B. Influence of sound kernels compared with halved kernels of wheat upon oviposition of rice weevil. *J. econ. Ent.*, Menasha, 43(3): 390-391. 1950
- RIBEIRO DOS SANTOS, J. H. e BRAGA SOBRINHO, R. Perdas de peso em sementes de *Sorghum bicolor* (L.) Moench devidas ao ataque de *Sitophilus zeamais*. *Ciências Agronômicas*, Jaboticabal, 7(1-2): 115-118. 1977

- RICHARDS, O. W. The two strains of rice weevil *Calandra oryzae* (L.). Roy. Ent. Soc. Lond., London, Trans. 94: 187-200. 1944
- RICHARDS, O. W. Observations of grain-weevil *Calandra*. (Coleoptera : Curculionidae). I: General biology and oviposition. Proc. Zool. Soc. Lond., London, 117:1-43. 1947
- RITCHIE, A. H. Entomological report. Tanganyika Tur. Rept. Dept. Agric., Dar-es-Salaan, p.33-36. 1925/26. Apud Rev. appl.Ent., Series A: Agricultural, London, 15: 325-327. 1927
- ROGERS, R. R. & MILLS, R. B. Evaluation of a world sorghum collection for resistance to the maize weevil *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera : Curculionidae). J. Kansas ent. Soc., Manhattan, 47(1): 36-41. 1974 a
- ROGERS, R. R. & MILLS, R. B. Reactions of sorghum varieties to maize weevil infestation under three relative humidities. J. econ.Ent., College Park, 67(5): 692. 1974 a
- ROSSETTO, C. J. Resistencia de milho a pragas de espiga, *Heliotis verpa* (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Olivier). Piracicaba, 1972. (Doutorado- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)
- RUSSEL, M. P. Effect of sorghum varieties on the lesser rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). I. Oviposition, immature mortality and size of adults. Ann. ent. Soc.

- Am., College Park, 55(6): 678-685. 1962
- RUSSEL, M. P. Effect of sorghum varieties on the lesser rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). J. stored Prod. Res., Oxford, 2: 75-79. 1966
- RUSSEL, M. P. & RINK, M. M. Some effects sorghum varieties on the development of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Curculionidae). Ann. ent. Soc. Am., College Park, 58: 763. 1965
- SANTHOY, D. & MORALLO-REJESUS, B. Toxicity of six organophosphorus insecticides to field-collected DDT-resistant strains of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) and red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.) Philippine Entomologist, Laguna, 2(4): 283-290. 1972
Apud Rev. appl. Ent., Series A: Agricultural, London, 64 (2): 308. 1976 (Abstract 1.025)
- SANTOS, J. H. R.; BARBOSA, A. P. Perda de peso em sementes de *Sorghum bicolor* (L.) Moench, var. stal, devida ao ataque de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855. Trabalho apresentado à disciplina de Entomologia Econômica, do curso de Pós-graduação em Entomologia da ESALQ/USP, Piracicaba, 10p. 1975
- SANTOS, J. P. A Brazilian corn germ plasma screened for resistance to *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera : Curculionidae) and *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera : Gelechiidae). West Lafayette, 1977. 182 p. (Doutorado - Purdue University)
- SANTOS, J. P. Efeitos da fosfina sobre formas jovens e

- adultas do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* In: SIMPOSIO SOBRE O COMBATE DAS PRAGAS DE GAOS ARMAZENADOS , I, Porto Alegre, RS. *Anais*. Livraria do Globo, São Paulo, p. 139-152. 1981
- SANTOS, J. P.; FONTES, R. A.; CAJUEIRO, I. V. M.; ARLEU, J. R.; FANTON, C. e FORNAZIER, M. Situação do armazenamento a nível de propriedade no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, XVI, Belo Horizonte , 1986. *Resumos*. CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, 1986a. p.43
- SANTOS, J. P.; CAJUEIRO, I. V. M.; FONTES, R. A.; BIANCO, R.; SEPULCRI, O.; LAZZARINI, F. A. e BEDANI, J. Levantamento de perdas causadas por insetos no milho armazenado em pequenas propriedades do estado do Paraná. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, XVI, Belo Horizonte, 1986. *Resumos*. CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, 1986b. p.48
- SANTOS, J. P.; CRUZ, I.; FONTES, R. A. e FERRARI, R. A. Avaliação do malathion pó no controle de pragas de milho armazenado em espiga com palha. Comunicado Técnico, 2. EMBRAPA/CNPMS, Sete Lagoas, 4p. 1983
- SANTOS, J. P. e FOSTER, J. R. Mecanismos de resistência do grão de milho ao gorgulho. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 18(10): 1059-1063. 1983
- SARID, J. N. K.; KAPOOR, I. P. e LALLAN, R. Preliminary trials with DDVP (Nuvan) for desinfestation of warehouses. *Bulletin of Grain Technology*, Hapur, 4(3): 140-142. 1966
- SARMIENTO, J. Efeito de inseticidas em polvo, mesclado con

- el grano como protectores de maiz almacenado contra *Sitophilus oryzae* (L.). *Revista Peruana de Entomologia.*, Lima, 16(1): 123-124. 1973
- SEGROVE, F. Oviposition behavior in two strains of the rice weevil, *Calandra oryzae* Linn. (Coleoptera : Curculionidae). *J. Exp. Biol.*, Colchestes, 28(3): 281-297. 1951
- SILVA, M. F. M. e OLIVEIRA, J. V. Determinação das concentrações letais e índices de toxicidade de inseticidas organofosforados e piretróides para *Sitophilus zeamais*. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, XI, Campinas, SP. **Resumos.** Soc. Ent. do Brasil., Campinas, 1987. p. 367
- SINGH, D. W. & McCAIN, F. S. Relationship of some nutritional properties of the corn kernel to weevil infestation. *Crop Science*, Madison, 3: 259-261. 1963
- SINGH, N. G.; SINHA, R. N. & WALLACE, H. A. H. Changes in oxygen, carbon dioxide and microflora of stored wheat induced by weevils. *Environmental Entomology*, College Park, 6(1): 111-117. 1977
- SINHA, R. N. Multiplication of some stored-product insects on varieties of wheat, oats and barley. *J. econ. Ent.*, College Park, 64(1): 98-102. 1971
- SINHA, R. N.; BERCK, B. & WALLACE, H. A. H. Effects of phosphine on mites, insects and microorganisms. *J. econ. Ent.*, College Park, 60(1): 125-126. 1967
- SINHA, R. N. & MUIR, W. E. Grains storage: part of a system. The Avi Publishing Company Inc., Westport, Connecticut. 1973

- SODERSTRON, E. L. & ARMSTRONG, J. W. PP-511: (pirimiphos-methyl-iso) evaluated as a protectant for raising and walnuts. *J. econ. Ent.*, College Park, **86**: 1305-1306. 1973
- SPEIRS, R. D. Contact, residues and vapour toxicity of new inseticides to stored-product insects III. **Marketing Research Report**, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Washington, 1039, 10p. 1975
- SPITLER, G. H. & HARTSELL, P. L. Pirimiphos-methyl as a protectant for stored almonds. *J. econ. Ent.*, College Park, **68**(6): 777-780. 1975
- STRONG, R. G. & SBUR, D. E. Influence of grain moisture and storage temperature on the effectiveness of malathion as a grain protectant. *J. econ. Ent.*, College Park, **53**(3): 341-349. 1960.
- STRONG, R. G. & SBUR, D. E. Evaluation of inseticides as protectants against pests of stored grains and seeds. *J. econ. Ent.*, College Park, **54**(2): 235-238. 1961
- STRONG, R. G.; SBUR, D. E. & PARTIDA, G. J. Rearing stored-product insect for laboratory studies: lesser grain borer, granary weevil, rice weevil, *Sitophilus zeamais* and angoumois grain moth. *J. econ. Ent.*, College Park, **60**(4): 1078-1082. 1967.
- TAKEMATSU, A. P. Susceptibilidade de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Coleoptera : Curculionidae) de diferentes regiões do estado de São Paulo a inseticidas fosforados e piretróides em condições de laboratório. Piracicaba,

- 1981, 81p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"/USP)
- TEETES, G. L.; SESHU REDDY, K. W.; LEUSCHNER, K. & HOUSE, L. R. Sorghum Insect Identification Handbook. ICRISAT Information Bulletin, Patancheru, 12: 106-107. 1983
- VARDELL, H. H.; GILLENWATER, H. B.; WHITTEM, M. E.; CAGLE, A.; EASON, G. & CAIL, R. S. Dichlorvos degradation on stored wheat and resulting milling fractions. J. econ. Ent., College Park, 66(3): 761-763. 1973
- VEIGA, A. F. S. L. Susceptibilidade relativa de diversas raças de milho da América Latina, híbridos e variedades comerciais do Brasil, ao gorgulho- *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855- e a traça - *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) - pragas de grãos armazenados, em condições de laboratório. Piracicaba, 1969, 154p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"/USP, 24: 59-68. 1982
- WATTERS, F. L. Effect of grain moisture content on residual toxicity and repellency of malathion. J. econ. Ent., Washington, 52(1): 131-134. 1959
- WATTERS, F. L.; WHITE, N. D. G. & COTTE, D. Effect of temperature and persistence of three pyrethroid insecticides applied to fir plywood for the control of red flour beetle. (Coleoptera : Tenebrionidae). J. econ. Ent., College Park, 76(1): 11-16. 1983
- WAQUIL, J. M. Avaliação de danos e controle químico de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Coleoptera : Curculio-

- nidae) em grãos de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Piracicaba, 1977, 111p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"/USP)
- WAQUIL, J. M. e NAKANO, O. Avaliação de danos de *Sitophilus zeamais* Mots, 1855 em grãos de sorgo com glumas, inteiros limpos e limpos quebrados em condições de laboratório. *Anais da Soc. Ent. do Brasil*, Porto Alegre, 8 (1): 63-75. 1979
- WHITNEY, W. K.; JANZ, O. K. & BURLGER, C. S. Effect of methyl bromide fumigation on the viability of barley, corn, grain sorghum, oats and wheat seeds. *J. econ. Ent.*, Washington, 51(6): 847-861. 1958
- WHITE, G. D. Weight losses in stored wheat caused by insect feeding. *J. econ. Ent.*, Washington, 46(4): 4098-610. 1953
- WHITE, N. G. D. & SINHA, R. N. Changes in stored-wheat ecosystem infested with combinations of insect species. *Canadian Journal of Zoology*, Ottawa, 58(9): 1524-1534. 1981
- WHITE, N. D. G.; NOWICK, T. W. & WATTERS, F. L. Comparison of fenitrothion and malathion for treatment of plywood and galvanized steel surfaces for control of the red flour beetle (Coleoptera : Tenebrionidae) and the rusty grain beetle (Coleoptera : Cucujidae). *J. econ. Ent.*, College Park, 76(4): 856-863. 1983
- WILLIAN, P.; MINETT, W.; NAVARRO, S. & AMOS, T. G. Sealing a farm silo for insect control by nitrogen swamp or fumi-

gation . *Aust. J. Exp. Anim. Husb.* , Melbourne , 20: 108
-114 . 1980

WILLIAMS, R. N. A comparative biological study of the
lesser rice weevil , *Sitophilus sasakii* Talk. , and the
greater rice weevil , *Sitophilus oryzae* (L.) . Louisia-
na , 1964 , 47 p. (Mestrado - Louisiana State
University Agricultural and Mechanical College .)

YADAV, T. D. ; SIRCAR P. & JOTWANI, M. G. Studies on insect
damage and germination of seeds . III. Germination of
wheat , jowar and maize seeds damaged by developing
grubs of *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzoperta dominica*
(F.) . *Indian J. ent.* , New Delhi , 30(1): 83-84 .
1968 . Apud *Rev. appl. Ent.* , Series A : Agricultural ,
London 58(2): 84 . 1970 (Abstract 308)