

TOXICIDADE RELATIVA DE INSETICIDAS PARA
Callosobruchus maculatus (Fabr., 1775), *Zabrotes subfasciatus*
(Boh., 1833) E *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (COL., BRUCHIDAE)
E SEUS EFEITOS NA MORTALIDADE, OVIPOSIÇÃO E
EMERGÊNCIA DAS ESPÉCIES, EM CONDIÇÕES
DE LABORATÓRIO

JOSÉ VARGAS DE OLIVEIRA

Eng.º Agr.º - Prof. da UFRPE

Orientador: Dr. Gilberto Casadei de Batista

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universi-
dade de São Paulo, para obtenção do título
de Doutor em Entomologia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Março, 1978

Aos meus pais, irmãs,
cunhados e sobrinhos

OFEREÇO

À Guaraci, minha esposa
aos meus filhos, Marcos André
e Marcelo Alexandre

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade concedida e constante apoio durante a realização do Curso de Pós-Graduação.

- Ao Prof. Livre-Docente do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, Dr. Gilberto Casadei de Batista, pela segura orientação da pesquisa e sugestões apresentadas.

- Ao Programa de Educação Agrícola Superior, pela ajuda material através de uma bolsa de estudos.

- Ao Prof. Dr. Domingos Gallo, chefe do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, pelo incentivo.

- Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia da ESALQ-USP, pelos valiosos ensinamentos recebidos.

- Ao Dr. Richard J. Daum do United States Department of Agriculture (USDA), pelo fornecimento de cópia do Programa de Análise de Próbite, facilitando, sobremaneira, as análises estatísticas dos resultados.

- Ao Dr. Vito R. Vanin do Instituto de Física e ao Centro de Computação Eletrônica da USP, pela ajuda na interpretação do Programa de Análise de Próbite e análise estatística dos resultados, respectivamente.

- Ao Prof. Dr. José Higino Ribeiro dos Santos, da Universidade Federal do Ceará, pela doação de sementes de feijão e fornecimento da tecnologia racional de criação de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775).

- Ao Setor de Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear

na Agricultura de Piracicaba, SP, na pessoa do seu Chefe, Dr. Frederico Maximiliano Wiendl, pela atenção dispensada no empréstimo de material e fornecimento das culturas iniciais dos bruquídeos.

- Ao Dr. Evôneo Berti Filho, pela versão do resumo para o inglês.

- Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Entomologia da ESALQ-USP, pela amizade.

- À Srta. Elizabeth F. de Carvalho, pela orientação na citação da literatura.

- Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Francisco Lourenço Dias e Antonio Forti, pelos auxílios prestados.

- À Sra. Sônia Novaes Rasesa, pelo serviço de datilografia.

INDICE

	<u>página</u>
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	8
3.1. Técnica de aplicação tópica	8
3.2. Técnica de exposição dos insetos a depósitos de inseticidas	13
3.3. Tratamentos com inseticidas e substâncias inertes, em mistura direta aos grãos	17
3.4. Resíduos de inseticidas utilizados na proteção dos grãos armazenados	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1. Técnica de aplicação tópica	31
4.2. Técnica de impregnação de papel de filtro	34
4.3. Tratamento dos grãos de feijão, em mistura direta, com pós inseticidas e talco mineral	36
4.3.1. Experimentos com <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh., 1833)	36
4.3.2. Experimentos com <i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say, 1831)	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1. Técnica de aplicação tópica	46
5.1.1. Toxicidade de inseticidas em <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr., 1775)	46

5.1.2. Toxicidade de inseticidas em <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh., 1833)	48
5.1.3. Toxicidade de inseticidas em <i>Acanthoscelides obte-</i> <i>tus</i> (Say, 1831)	50
5.2. Técnica de impregnação de papel de filtro com inseticidas.	53
5.2.1. Experimentos com <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr., 1775)	53
5.2.2. Experimentos com <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh., 1833)	55
5.2.3. Experimentos com <i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say , 1831)	56
5.3. Tratamento do feijão <i>Phaseolus vulgaris</i> L. com inseticidas e talco mineral	71
5.3.1. Ensaaios com <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh., 1833)	71
5.3.2. Ensaaios com <i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say, 1831) ..	80
6. CONCLUSÕES	86
7. SUMMARY	89
8. LITERATURA CITADA	92

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela</u>	<u>página</u>
1. Produtos utilizados na proteção do feijão <i>P. vulgaris</i> , contra o ataque de <i>Z. subfasciatus</i> , durante 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	42
2. Teores de umidade das sementes de <i>P. vulgaris</i> , com 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	43
3. Produtos utilizados na proteção do feijão <i>P. vulgaris</i> , contra o ataque de <i>A. obtectus</i> durante 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78	44
4. Teores de umidade das sementes de <i>P. vulgaris</i> , com 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78	45
5. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópica, em adultos não sexados de <i>C. maculatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	59
6. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópica, em machos de <i>C. maculatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	60
7. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópica, em fêmeas de <i>C. maculatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	61

Tabela

8. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópica, em adultos não sexados, machos e fêmeas de <i>C. maculatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	62
9. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópica, em adultos não sexados de <i>Z. subfasciatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	63
10. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópica, em machos de <i>Z. subfasciatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	64
11. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópica, em fêmeas de <i>Z. subfasciatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	65
12. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópica, em adultos não sexados, machos e fêmeas de <i>Z. subfasciatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	66
13. Toxicidade comparativa de inseticidas através de aplicação tópica, em adultos não sexados de <i>A. obtectus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	67
14. Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos não sexados de <i>C. maculatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977	68

Tabela

15. Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos não sexados de <i>Z. subfasciatus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977	69
16. Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos não sexados de <i>A. obtectus</i> . Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977	70
17. Percentagens médias de mortalidade em adultos de <i>Z. subfasciatus</i> , após 48 horas de exposição em amostras de feijão <i>P. vulgaris</i> tratadas com inseticidas e talco, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	76
18. Percentagens médias de ovos de <i>Z. subfasciatus</i> em amostras de feijão <i>P. vulgaris</i> tratadas com inseticidas e talco, após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77 .	77
19. Número médio de <i>Z. subfasciatus</i> emergidos de 30 g de feijão <i>P. vulgaris</i> tratado com inseticidas e talco, após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77	78

Tabelapágina

20. Percentagens médias de grãos danificados por *Z. subfasciatus* em amostras de feijão *P. vulgaris* tratadas com inseticidas e talco, após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77 79
21. Percentagens médias de mortalidade em adultos de *A. obtectus*, após 48 horas e 5 dias de exposição em amostras de feijão *P. vulgaris* tratadas com inseticidas e talco, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78 83
22. Número médio de *A. obtectus* emergidos de 30 g de feijão *P. vulgaris* tratado com inseticidas e talco, após 5 dias de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78 84
23. Percentagens médias de grãos danificados por *A. obtectus* em amostras de feijão *P. vulgaris* tratadas com inseticidas e talco, após 5 dias de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78 85

1. RESUMO

O presente trabalho, trata da avaliação da suscetibilidade de populações de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) e *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera, Bruchidae) aos inseticidas malatium, tetraclorvinfos, diclorvos, clorpirifos metil e lindane, pela utilização das técnicas de aplicação tópica e impregnação de papel de filtro, além de investigações sobre a eficiência de inseticidas e talco mineral, em mistura direta aos grãos de *Phaseolus vulgaris* L., visando a proteção contra o ataque de *Z. subfasciatus* e *A. obtectus*, durante 5 meses de armazenamento.

Todos os experimentos foram conduzidos no Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP, no período de maio de 1976 a janeiro de 1978. A temperatura e umidade relativa mostraram uma variação de $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 10\%$, respectivamente.

A avaliação da toxicidade dos inseticidas, baseou-se nos valores DL_{50} e CL_{50} e nos cálculos da toxicidade relativa, utilizou-se o mala

tiom como padrão. Os dados foram analisados pelo Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo, usando-se o Programa de Análise de Próbite descrito por DAUM (1973).

Nos testes com aplicação tópica, tetraclorvinfos foi o inseticida mais tóxico para adultos não sexados de *C. maculatus*, seguindo-se-lhe, diclorvos, clorpirifos metil, lindane e malatim. Populações de machos de *C. maculatus* apresentaram-se mais sensíveis aos inseticidas em estudo, quando comparados às fêmeas. Os inseticidas testados apresentaram índices de toxicidade superiores ao malatim. Em *Z. subfasciatus* não sexados, clorpirifos metil, diclorvos e malatim foram os inseticidas mais eficientes. Ocorreu uma maior suscetibilidade dos machos ao diclorvos, clorpirifos metil e tetraclorvinfos; em fêmeas, diclorvos, clorpirifos metil e malatim foram os inseticidas mais eficientes. Lindane e tetraclorvinfos foram menos potentes em relação ao malatim, em adultos não sexados de *Z. subfasciatus*. Nos machos, tetraclorvinfos, diclorvos e clorpirifos metil superaram a toxicidade do malatim. Para as fêmeas, clorpirifos metil e diclorvos foram mais tóxicos que o malatim. Este foi mais eficiente que o tetraclorvinfos em fêmeas, e lindane em ambos os sexos. Em *A. obtectus*, tetraclorvinfos, diclorvos e clorpirifos metil foram mais tóxicos que o malatim, sendo a maior eficiência obtida com o tetraclorvinfos.

Houve similaridade nos resultados da toxicidade dos inseticidas, nas técnicas de aplicação tópica e impregnação de papel de filtro, para adultos não sexados de *C. maculatus*. *Z. subfasciatus* foi mais sensível ao clorpirifos metil, seguindo-se-lhe, diclorvos, lindane, malation e tetraclorvinfos, na técnica de impregnação de papel de filtro. Em *A. obtec*

tus, tetraclorvinfos, diclorvos, clorpirifos metil e lindane foram mais potentes em relação ao malatim, nesta técnica de bio-análise. A técnica de impregnação de papel de filtro, pela sua simplicidade, facilidade de execução, eficiência e homogeneidade mais acentuada na resposta das populações dos bruquídeos aos tóxicos, pode substituir com vantagens o método de aplicação tópica, nos estudos sobre a toxicidade e detecção da resistência de pragas de grãos armazenados a inseticidas.

Nas investigações com inseticidas e talco mineral, em mistura direta aos grãos, malatim a 10 ppm e pirimifos metil e tetraclorvinfos a 5 e 10 ppm, respectivamente, preservaram o feijão contra *Z. subfasciatus* durante 5 meses de armazenamento, quando comparados os parâmetros de mortalidade, oviposição, emergência de progênie e percentagens de grãos perfurados. Clorpirifos metil, pela sua baixa eficiência e por conferir um péssimo aspecto comercial aos grãos, não deve ser recomendado na preservação do feijão armazenado, quando na formulação em pó seco. Nos ensaios com *A. obtectus*, malatim a 10 ppm e pirimifos metil e tetraclorvinfos a 5 ppm, proporcionaram mortalidades de 100%, preveniram a emergência de adultos e presença de grãos danificados, durante o período de 5 meses de armazenamento.

São necessárias pesquisas no Brasil sobre a eficiência de formulações líquidas de inseticidas e presença de resíduos tóxicos em feijão armazenado, acompanhadas de provas relativas ao odor e sabor dos grãos tratados.

2. INTRODUÇÃO

O feijão, um dos principais alimentos básicos para a população brasileira, é severamente danificado no armazenamento por algumas espécies de bruquídeos, que comprometem o seu valor quantitativo e qualitativo.

Segundo *WIENDL (1975)*, as perdas ocasionadas pelos insetos que danificam os grãos e outros produtos alimentícios armazenados, são maiores nos países tropicais e sub-tropicais, motivadas pelas próprias condições ecológicas de temperatura e umidade relativa elevadas, propiciando um curto ciclo evolutivo das pragas.

As espécies, *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) e *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) constituem, sem dúvida, as pragas⁴ mais importantes do feijão armazenado no Brasil. *BONDAR (1936)* mencionou o *C. maculatus* como a mais temível praga dos feijões do gênero *Vigna* armazenados na Bahia, iniciando o seu ataque nas vagens. *BASTOS (1973a.)*, coletando diversas amostras de feijão *Vigna sinensis* (L.) Savi no comércio de Fortaleza-CE, verificou um deságio no valor comercial do produto, correspondente a 53,52% e 81,27%, respectivamente, para

os níveis de infestação de 5% e 100% de grãos danificados. No Estado do Ceará, esta praga constitui fator limitante no armazenamento de *V. sinensis*, causando-lhe sensíveis perdas, inclusive reduzindo o poder germinativo das sementes (SANTOS e VIEIRA, 1971). Segundo TAYLOR (1974), *C. maculatus* é a praga mais importante do feijão *Vigna unguiculata* Walp e outros grãos armazenados nas regiões tropicais e sub-tropicais. Para as condições da Nigéria foi estimada uma perda anual de 24.000 toneladas de grãos, correspondente a 0,84 milhões de libras esterlinas.

Não obstante *Z. subfasciatus* e *A. obtectus* serem muito prejudiciais ao feijão *Phaseolus vulgaris* L, apenas *A. obtectus* é capaz de infestá-lo no campo, devido a sua maior capacidade de vôo. No entanto, BONDAR (1936) e OLIVEIRA et alii (1977) no Brasil e DAVIES (1972) em Uganda, também referiram-se sobre a importância de *Z. subfasciatus* como praga dos feijões do gênero *Vigna*. ROSSETO (1966) estimou perdas de 30% ao feijão armazenado em Campinas-SP, devido ao ataque de *Z. subfasciatus* e *A. obtectus*. WIENDL (1975) mencionou prejuízos de 20% em todo o feijão colhido em São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, provocados por *Z. subfasciatus*.

É fato conhecido que o feijão armazenado, sem um preparo preliminar relativo ao teor de umidade e ao sistema ou tipo de acondicionamento, está sujeito a um envelhecimento prematuro, ao perigo de reinfestações por bruquídeos e, quando muito úmido, à deterioração por microorganismos. BASTOS (1973b) verificou que o envelhecimento do feijão *V. sinensis* é acompanhado pelo seu escurecimento, com reflexos marcantes no valor comercial. As amostras que apresentaram maior grau de escurecimento, tiveram

uma depreciação no preço, na ordem de 80,46%. A conservação do feijão por tempo mais prolongado, pela utilização de meios racionais de armazenamento que permitam manter as suas qualidades naturais desejáveis ao consumidor mais exigente, constitui uma etapa reguladora na estabilização dos preços nas entressafras.

JORDÃO e STOLE (1973/74) estudaram a conservação de *P. vulgaris* em células de concreto e armazenagem comum, em diferentes tipos de embalagens, durante o período de 12 meses. Em todos os tratamentos não foram verificadas variações nas percentagens de proteína, matérias graxas e açúcares totais. Quanto ao sabor e textura, as embalagens de sacos de juta foram as mais satisfatórias; no entanto, o armazenamento nas células pode ser melhorado, desde que, após o carregamento não apresentem espaços vazios na parte superior. Concluíram que o feijão armazenado com umidade em torno de 11% poderá ser preservado satisfatoriamente durante um ano, sem alterações sensíveis nas suas características físicas, químicas e organolépticas.

Dependendo do tipo de acondicionamento e condições de armazenagem, o feijão pode sofrer reinfestações por bruquídeos, necessitando, comumente, de tratamentos com inseticidas, como medida complementar à operação de expurgo, para assegurar uma proteção mais eficiente e duradoura. Dessa maneira, é plenamente justificável o desenvolvimento de pesquisas sobre a avaliação da suscetibilidade das pragas do feijão armazenado aos inseticidas recomendados na proteção dos grãos que se destinam ao consumo humano ou animal e ao plantio. As informações coligidas fornecerão subsídios indispensáveis para o controle químico racional destas pragas. Em consonância com as informações apresentadas, foram conduzidas investigações, utili-

zando-se as técnicas toxicológicas de aplicação tópica e impregnação de papel de filtro, além de outros estudos básicos sobre a toxicidade de inseticidas, em mistura direta aos grãos de feijão. Os objetivos pretendidos foram os seguintes:

a. determinar a suscetibilidade de *C. maculatus*, *Z. subfasciatus* e *A. obtectus* a inseticidas, pelo estabelecimento dos valores DL_{50} e CL_{50} . Estes resultados servirão de base para comparações com populações potencialmente resistentes a inseticidas, em pesquisas futuras;

b. avaliar a eficiência de inseticidas, em mistura direta aos grãos de *P. vulgaris* sobre *Z. subfasciatus*, utilizando-se os parâmetros de mortalidade, oviposição, emergência de adultos e número de grãos danificados;

c. investigar os parâmetros anteriores, exceto a influência dos inseticidas na oviposição de *A. obtectus*.

A pesquisa em menção fundamentou-se, basicamente, nos aspectos a seguir:

a. a importância do feijão na alimentação do povo brasileiro;

b. a falta de informações no Brasil sobre a eficiência das técnicas de aplicação tópica e impregnação de papel de filtro, em bruchídeos do feijão armazenado;

c. a necessidade de maiores estudos sobre os efeitos de inseticidas na oviposição e progênie das pragas em referência, durante períodos relativamente longos de armazenamento.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A literatura mundial referente ao controle de pragas do feijão armazenado é muito vasta e diversificada. Um grande acervo de informações concentra-se, principalmente, sobre os efeitos de substâncias inertes e inseticidas em mistura direta aos grãos, em períodos variáveis de armazenamento.

Com referência à utilização das técnicas toxicológicas de aplicação tópica e impregnação de papel de filtro, visando investigar a suscetibilidade e resistência de pragas a inseticidas, poucas pesquisas foram conduzidas com os bruquídeos do feijão, quando comparadas com outras pragas de grãos armazenados, como os coleópteros dos gêneros *Tribolium* e *Sitophilus*. Por essa razão, foram incluídas neste capítulo algumas informações, julgadas pertinentes, com pragas de outros grãos e produtos alimentícios armazenados, em virtude da semelhança das técnicas empregadas e objetivos procurados.

3.1. Técnica de aplicação tópica

Nos ensaios bilógicos com aplicações tópicas de insetici-

das em insetos, vários tipos de aparelho e técnicas de fabricação têm sido descritas.

HEWLETT (1954), fazendo uma revisão criteriosa sobre os diversos aparelhos utilizados na aplicação tópica de inseticidas, descreveu a técnica de construção de um micro-aplicador para ser utilizado em ensaios biológicos com pequenos insetos. Empregando diversas concentrações de aldrina em *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 verificou, mediante a aplicação de 0,05 μ l/inseto, que o inseticida foi 1,47 vezes mais tóxico quando aplicado na junção entre o protórax e mesotórax, em comparação com a junção entre a cabeça e protórax. KERR (1955) descreveu a técnica de fabricação de um aparelho de aplicação tópica, usando micro-buretas feitas de tubos capilares de vidro. Com este sistema foi possível a administração de doses em pequenos insetos, variando de 0,005 - 0,035 μ l. HEWLETT e LLOYD (1960) forneceram uma descrição minuciosa sobre a fabricação de tubos micro-capilares de vidro, utilizados na aplicação tópica de líquidos voláteis e não voláteis em pequenos insetos. São discutidas as vantagens e limitações das técnicas de aplicação tópica, comumente empregadas em bio-análise, em comparação ao sistema de tubos micro-capilares propostos.

Empregando o método de HEWLETT e LLOYD (1960), LEMON (1966) investigou a eficiência de diversos inseticidas em *T. castaneum* e *Tribolium confusum* Du Val, 1868. Houve maior suscetibilidade da primeira espécie à aplicação tópica de malatim na dose de 0,05 μ l/inseto, fato justificado pela diferença de tamanho entre as espécies estudadas. As medias de peso entre *T. confusum* e *T. castaneum* foram de 2,70 e 2,14 mg, respectivamente. Os valores DL_{50} do malation foram de 0,0475 μ g/inseto para *T. confu*

sum e de 0,0424 µg/inseto em *T. castaneum*. Os inseticidas fenitro-
tiom, dicaptrom, dimetoato e clorotiom apresentaram maior toxicidade para
ambas espécies, em comparação ao malatium.

McDONALD e GILLENWATER (1967), empregando um microaplica-
dor automático, observaram uma maior toxicidade dos inseticidas foxim e
clorpirifos para adultos de *Lasioderma serricorne* (Fabr., 1792), *T. confu-
sum* e larvas de *Plodia interpunctella* (Huebner, 1813), quando comparados ao
malatium, usado como padrão. Foram obtidos os seguintes valores DL₅₀, em
µg/g: foxim - 0,011, 0,036 e 0,021; clorpirifos - 0,008, 0,0052 e 0,089;
malatium - 0,042, 0,075 e 0,266, respectivamente, para as espécies estuda-
das. Em trabalho semelhante, McDONALD e GILLENWATER (1976) verificaram
que os inseticidas pirimifos metil e Bay SRA 7660 foram mais tóxicos que o
malatium para as pragas mencionadas no trabalho anterior. Os valores DL₅₀
dos inseticidas, em µg/g, respectivamente, para *L. serricorne*, *T. confusum*
e larvas de *P. interpunctella* foram os seguintes: pirimifos metil - 4,68,
46,09 e 104,57; Bay SRA 7660 - 7,31, 71,73 e 41,23; malatium - 42,0, 75,0 e
266,0.

Através de determinações dos valores DL₅₀ e DL₉₅ e estudos
comparativos das curvas dosagem - mortalidade, ZETTLER (1974 e 1975) ava-
liou a resistência de raças de *T. castaneum* ao malatium.

NISA e AHMED (1970) investigaram a toxicidade comparativa
de inseticidas em *Callosobruchus analis* (Fabr., 1775), usando um micro-apli-
cador Arnold. Os testes foram conduzidos com adultos não sexados, na faixa
etária de 24-48 horas e com média de peso correspondente a 7,29 ± 0,95 mg.

As quantidades requeridas dos inseticidas, em soluções acetônicas, foram aplicadas em doses de 0,5 µl/inseto. Foram obtidos os valores DL₅₀, em µg/g: lindane - 4,5; paratiom metílico - 7,1; dimetoato - 14,4; malatiom - 32,2 e carbaril - 322,8. Os resultados mostraram que o lindane foi 2, 3, 7 e 100 vezes mais tóxico, em relação aos inseticidas estudados.

Em ensaios desenvolvidos nas Filipinas, *BATO e SANCHEZ (1972)* estudaram a suscetibilidade de fêmeas de *Callosobruchus chinensis* (L., 1758) a aplicações tópicas de inseticidas, sendo os valores DL₅₀, expressos em µg/g: tetraclorvinfos - 3,030; DDT - 37,90; diclorvos - 11,82; lindane - 14,37 e malatiom - 9,68. A partir destes valores foi possível o estabelecimento da seguinte ordem de toxicidade dos inseticidas: tetraclorvinfos > malatiom > diclorvos > lindane > DDT.

SU et alii (1972a) investigaram a toxicidade de óleos liofilizados, extraídos do epicarpo de frutos cítricos, usando como organismo experimental, adultos de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775). Testes de aplicação tópica evidenciaram que os óleos provenientes de limão, grapefruit, lima e tangerina foram altamente tóxicos para a praga em menção, apresentando mortalidades variando de 65-100%, nas doses de 25 e 50 µg/inseto, 5 dias após as aplicações. Preparações de laboratório de óleos liofilizados de frutos de limão, foram mais eficientes do que os óleos comerciais de limão. Doses de 12,5 µg/inseto deram mortalidade de 100%, decorridas 24 horas da aplicação. Estudos cromatográficos demonstraram que o componente tóxico do fruto de limão, não se tratava de resíduos de inseticidas, fungicidas e acaricidas.

ABDEL-RAHIM e ABDEL-WAHAB (1973) analisaram os efeitos do

químico-esterilizante metepa, na longevidade, fecundidade e esterilidade de *C. maculatus*, tratados topicamente com doses de 5,6 e 2,8 µg/inseto. Na dose de 5,6 µg/inseto, a média do número de ovos postos por fêmea decresceu significativamente, quando cada sexo tratado foi confinado com o sexo oposto não tratado. Os efeitos do químico-esterilizante foram mais pronunciados na esterilização dos machos do que das fêmeas. Houve apreciável redução do número de insetos emergidos provenientes dos tratamentos com o químico-esterilizante. A longevidade de machos e fêmeas não foi alterada com o tratamento. A dose média de esterilidade foi de 1,12 µg/macho.

ABDEL-WAHAB et alii (1974) observaram uma maior sensibilidade de machos do *C. maculatus* a aplicações tóxicas de inseticidas, quando comparados com fêmeas da mesma idade. Dos inseticidas testados, aldicarbe foi o composto mais eficiente, sendo cerca de 4,5 e 10 vezes mais tóxico que o malatim para machos e fêmeas, respectivamente. Endrim apresentou a menor toxicidade para ambos os sexos; clorpirifos foi tão eficiente quanto o malatim para os machos, porém 2 vezes mais tóxico para fêmeas; DDT e lindane apresentaram uma toxicidade equivalente para machos e fêmeas. Entre os carbamatos, o inseticida UC 30045 foi 2, 3 e 4 vezes mais tóxico que o metomil, aminocarbe e carbaril, respectivamente, para machos; entretanto, foi menos potente que estes, em se tratando de fêmeas; fenitrotiom foi um pouco menos eficiente que o diazinom e 13 vezes mais tóxico que o triclorfom para ambos os sexos. Baseando-se nos valores DL_{50} , os inseticidas foram agrupados nas seguintes ordens de eficiência: machos - aldicarbe > malatim > clorpirifos > UC 30045 > fenitrotiom > diazinom > metomil > aminocarbe > carbaril > triclorfom > DDT > lindane > endrim; fêmeas - aldicarbe > clorpi

rifos > malatium > fenitrotiom > diazinom > metomil > aminocarbe > carbaril
> triclorfom > DDT > lindane > UC 30045 > endrim.

3.2. Técnica de exposição dos insetos a depósitos de inseticidas

PARKIN e GREEN (1943) descreveram a técnica de impregnação de papel de filtro, utilizada na avaliação biológica de piretrinas em *Tri-
bolium castaneum* Herbst, 1797. As soluções inseticidas, em óleo Shell P.31 foram pulverizadas em discos de papel de filtro Whatman 544 de 9 cm de diâmetro, conforme *POTTER (1941)*. Os insetos adultos foram expostos aos depósitos durante 24 horas e as mortalidades observadas aos 6 e 9 dias após a exposição. Os autores discutem a influência de diversos fatores na mortalidade da praga e homogeneidade dos resultados.

Usando a técnica de *PARKIN e GREEN (1943)*, *HEWLETT (1952)*, investigou a eficiência de piretrinas e piretrinas sinergisadas com butóxido de piperonila em adultos de *T. castaneum*. Depósitos de 23,40 mg/10 cm² de piretrinas em óleo Shell P.31, provocaram mortalidades de 86 e 98% aos 6 e 9 dias, respectivamente. Depósitos de 20,67 mg/10 cm² de soluções de 1,6% de piretrinas + 5% de butóxido de piperonila causaram mortalidades de 98 e 100%. A ação tóxica do butóxido de piperonila foi observada com o depósito de 18,21 mg/10 cm², causando mortalidades de 8 e 26%, respectivamente, para os mesmos períodos de exposição.

LLOYD e HEWLETT (1959) determinaram a suscetibilidade de 31 pragas de grãos e produtos alimentícios armazenados, a soluções de piretrinas e piretrinas sinergisadas com butóxido de piperonila, em óleo mineral

Shell Risella 17, pelo emprego das técnicas de pulverização direta e exposição a depósitos em papel de filtro. De acordo com a suscetibilidade apresentada, os insetos adultos e larvas, foram incluídos nos seguintes grupos: muito suscetíveis, suscetíveis, moderadamente suscetíveis, moderadamente resistentes, resistentes e muito resistentes. Adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) e *Callosobruchus chinensis* (L., 1758) enquadraram-se no primeiro grupo; as larvas das outras espécies, nos grupos restantes. Verificou-se que, para determinadas espécies, as larvas foram mais resistentes do que os adultos.

CHAMP e CAMPBELL-BROWN (1970) apresentaram a descrição da técnica utilizada na Austrália, na detecção da resistência de *T. castaneum* aos inseticidas malatium, carbaril, lindane e piretrinas. O método consiste na exposição de adultos da praga a discos de papel de filtro Whatman nº 1, de 7 cm de diâmetro, impregnados com 0,5 ml das soluções inseticidas, dissolvidas numa mistura de éter de petróleo (ponto de ebulição 60 - 80°C), acetona - óleo de Rizela 17 e dibutil ftalato, na proporção de 3:1:1. Foram estabelecidas comparações deste método com a técnica de aplicação tópica e discutidos os princípios que governam a escolha da técnica mais adequada.

A FAO (1974) recomenda o uso da técnica de impregnação de papel de filtro, na detecção da resistência de *Sitophilus oryzae* (L., 1763), *Sitophilus granarius* (L., 1758), *Rhyzopertha dominica* (Fabr., 1792), *T. castaneum*, *Tribolium confusum* Du Val, 1868 e *Oryzaephilus surinamensis* (L., 1758) ao malatium e lindane. A técnica é análoga nos princípios e detalhes básicos, ao método descrito para *T. castaneum* (FAO, 1970 e CHAMP e CAMPBELL-BROWN, 1970).

Considerando a necessidade de maiores estudos sobre o espectro da resistência de pragas de grãos armazenados ao malatium, *RAJAK et alii* (1973) estabeleceram uma técnica de bio-análise modificada para a detecção da resistência de raças de *T. castaneum* e *S. oryzae* a este tóxico.

MELLO e TAKEMATSU (1976) iniciaram estudos pioneiros no Brasil, visando a determinação das linhas ld-p e valores CL₅₀ em *Sitophilus zeamais* Mots., 1855. ■ trabalho consiste, basicamente, na avaliação das diferenças na sensibilidade de populações da praga, provenientes de diferentes regiões do Estado de São Paulo, aos inseticidas usados no tratamento dos grãos, bem como estudar o tipo de resistência e extensão das resistências cruzadas com os demais inseticidas, inclusive os clorados, empregados no tratamento de sementes para o plantio. O método empregado foi proposto pela *FAO* (1974).

DESMORAS et alii (1960), trabalhando com adultos de *A. obtectus*, expostos a filmes secos de inseticidas em papel de filtro, encontraram os valores CL₅₀ de 6,0 e 0,1 µg/cm², respectivamente, para etiom e para tium.

Em ensaios empregando a técnica de filme seco em papel de filtro, *PRADHAN e BHATIA* (1956) verificaram que os inseticidas dieldrim, aldrim, lindane, clordane e toxafeno, foram 11,4, 15,4, 6,9, 1,5 e 1,06 vezes mais tóxicos que o DDT para *C. chinensis* respectivamente.

KASHI (1972) fez um estudo comparativo da eficiência do malatium, diazinom e fenitrotium, contra *T. castaneum*, *S. oryzae* e *C. chinensis*, usando filmes secos de soluções acetônicas em placas de petri. Feni-

trotiom apresentou maior toxicidade do que o malatium para as pragas em apreço e diazinom foi mais tóxico que o fenitrotiom para *S. oryzae* e *C. chinensis*. Os valores DL_{50} em $\mu\text{g}/\text{inseto}$ para os inseticidas, malatium, diazinom e fenitrotiom em *C. chinensis* foram de 2,350, 1,090 e 1,950, respectivamente.

EL-RAFIE et alii (1974a), adotando a técnica de filme seco em placas de petri, a partir de pulverizações diretas em Torre de Potter, avaliaram a toxicidade comparativa do malatium, bioaletrina e carbaril, em *C. chinensis*. Foram obtidos os valores CL_{50} de 0,00061, 0,0054 e 0,012%, respectivamente, para os inseticidas testados. Baseando-se nestes valores, verificaram que o malatium foi 7,4 vezes mais tóxico que o bioletrina e 19,6 vezes mais potente que o carbaril. Este foi 2,6 vezes menos eficiente que o piretróide.

BRAVO (1957) estudou a eficiência dos inseticidas lindane, malatium, metoxicloro e uma mistura de piretrinas + butóxido de piperonila, em *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833), na Colômbia. Os produtos foram aplicados no fundo de placas de petri, a uma vazão equivalente a 8 litros das aspersões/90 m^2 . Após a secagem, os insetos foram confinados e as mortalidades observadas nos intervalos de 1, 2, 4, 8, 24, 32 e 48 horas. Todos os inseticidas foram eficientes para a praga em menção, porém o malatium provocou uma mortalidade mais rápida. Comparando os resultados, o autor ressaltou a importância do malatium como o produto mais promissor na desinfestação de armazens, contra um complexo de pragas.

Em experimentos conduzidos na Índia, *PAJNI (1966)* comparou a toxicidade de filmes de vários inseticidas, distribuídos em placas de

petri, usando machos de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775). Com apoio nos valores CL_{50} , observou-se que os inseticidas endrim, BHC, dieldrin, DDD, paratim e clordane foram 1,59, 1,51, 1,2, 0,89, 0,6 e 0,04 vezes mais tóxicos que o DDT.

QURESHI (1967) utilizou a técnica de impregnação de papel de filtro com as concentrações de 0,5, 1,0 e 2,0% de princípio ativo do inseticida biotim. Adultos de *Araecerus fasciculatus* (De Geer, 1775), *C. maculatus*, *S. zeamais* e *T. castaneum* foram expostos aos depósitos em placas de petri cobertas. As mortalidades dos insetos aumentaram com a concentração do inseticida e a duração do período de exposição. A menor mortalidade foi observada com a concentração de 0,5%, após 24 horas de exposição. Obteve-se total mortalidade das pragas, decorridas 96 horas de exposição com a concentração de 2,0%. Nos testes de persistência, os inseticidas começaram a perder a sua eficiência cerca de 14 dias após a impregnação, porém permaneceram ainda com razoável eficiência aos 21 dias.

3.3. Tratamentos com inseticidas e substâncias inertes, em mistura direta aos grãos

BITRAN e CAMPOS (1975a) comprovaram uma maior eficiência de piretróides sinergizados com butóxido de piperonila, em comparação com o malatim, na proteção do milho armazenado. O piretróide NRDC-107 acrescido ao sinergista na proporção de 1:8, foi altamente eficaz durante 180 dias contra *Sitophilus zeamais* Mots., 1855, na dosagem de 2 ppm. K-othrine + butóxido de piperonila (1:5) apresentou idêntica eficiência, na dosagem de 1 ppm. Aos 270 dias, os dois piretróides, a 2 ppm causaram mortalidades de

69 e 92%, respectivamente. Malatíom a 4 ppm deu completa proteção até 120 dias; aos 180 dias, mortalidades de 93% foram observadas com 8 ppm.

WEAVING (1975) estudou a toxicidade comparativa de inseticidas para *S. zeamais* em grãos de milho e sorgo. Em todos os experimentos, maiores dosagens dos inseticidas foram necessárias em sorgo, para a obtenção da mesma resposta na população de *S. zeamais* em milho. Deste modo, os fatores sorgo/milho, ao nível dos valores CL_{50} , foram de 16,5, 15,7, 12,8, 5,1 e 8,0, respectivamente, para os inseticidas fenitrotíom, fentíom, iodofenfos, tetraclorvinfos e piretrinas + butóxido de piperonila (1:5). Nos testes de persistência residual, pirimifos metil e fentoato, nas dosagens de 5 e 4 ppm em milho, respectivamente, e fenitrotíom a 8 ppm em milho e sorgo, apresentaram excelente controle do *S. zeamais* durante 12 meses.

LAHUE e DICKE (1976) verificaram que os inseticidas pirimifos metil e clorpirifos metil, nas dosagens de 8,4 e 6,7 ppm, respectivamente, foram mais eficientes que o malatíom a 11,2 ppm, na proteção do trigo armazenado contra o ataque de *Sitophilus oryzae* (L., 1763), *Tribolium castaneum* Herbst, 1797, *Tribolium confusum* Du Val, 1868 e *Oryzaephilus surinamensis* (L., 1758), durante 12 meses.

REDLINGER (1976) encontrou uma maior eficiência do pirimifos metil a 20,9 ppm, em comparação ao malatíom a 52,2 ppm, na proteção do amendoim armazenado contra um complexo de pragas, durante o período de 12 meses.

A superioridade do pirimifos metil em relação ao malatíom na proteção de grãos e outros produtos alimentícios armazenados, também foi

comprovada em investigações de *COGBURN (1976)* e *LAHUE e DICKE (1977)*.

WAQUIL (1977) demonstrou que os inseticidas diclorvos a 20%, em formulação granulada e malatim foram superiores ao tetraclorvinfos e clorpirifos metil, na proteção do sorgo armazenado contra *S. zeamais*, 72 horas após a exposição aos tóxicos. Aos 3 meses de armazenamento, os melhores resultados foram obtidos com diclorvos, malatim e tetraclorvinfos, nas dosagens de 2g/kg de grãos, 20 ppm e 40 ppm, respectivamente.

Os efeitos do teor de umidade dos grãos e temperatura de ar armazenamento sobre o poder residual e eficiência de inseticidas, foram enfatizados em diversas investigações. É sabido que teores de umidade acima de um determinado limite, decompõem o princípio ativo dos inseticidas. SAL DARRIAGA (1958) verificou a influência do teor de umidade das sementes de milho na eficiência de inseticidas, visando o controle de *S. oryzae*. Dos produtos estudados, lindane foi o menos afetado, mesmo nos grãos com 24,64% de umidade. As piretrinas sinergizadas começaram a perder a sua eficiência em grãos com conteúdo de umidade acima de 12,85%. Nos grãos com 24,64% de umidade, malatim e piretrinas + butóxido de piperonila diminuíram drasticamente a sua eficácia, provocando baixas mortalidades num longo intervalo de tempo. Pesquisas de *CANDIA e BARNES (1959)* e *STRONG e SBUR (1960 e 1964)* evidenciam, também, a importância do teor de umidade e temperatura de armazenamento, na eficiência de inseticidas protetores de grãos armazenados.

Experimentos de laboratório têm demonstrado que certos materiais inertes, quando aplicados em polvilhamento, apresentam toxicidade para diversas pragas de grãos armazenados. *CHIU (1939)* observou a seguinte

ordem de eficiência de substâncias inertes em *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831): bentonita > carbonato de magnésio > sílica cristalina > sílica amorfa > talco. O mecanismo de ação destas substâncias foi explicado pela maior perda d'água nos insetos, resultando na morte por dessecação. Houve incremento da toxicidade com a diminuição do tamanho das partículas. Os inertes não interferiram no consumo de oxigênio da praga. Resultados semelhantes do mecanismo de ação de substâncias inertes em insetos, foram obtidos por *MACELJSKI e KORUNIC (1973)*, pela aplicação de sílica aerogel em *A. obtectus*, *T. castaneum*, *Sitophilus granarius* (L., 1758) e *S. oryzae*.

Segundo *PARKIN e BILLS (1955)*, *Callosobruchus chinensis* (L., 1758) foi mais suscetível do que *A. obtectus* a pós de diatomita em diversas concentrações. Maiores mortalidades e redução na emergência de insetos na primeira geração, foram observadas com pós de partículas menores. Em outros experimentos com inertes, sílica foi mais eficiente em relação ao silicato de alumínio e fosfato tricálcico, em *C. chinensis*; para *A. obtectus* teve comportamento equivalente a ambos; talco e caulim foram ineficazes contra as duas pragas.

SOARES DE GOUVEIA et alii (1961), em ensaios biológicos com *A. obtectus* e *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833), observaram uma maior toxicidade de pós de diatomita em comparação ao caulim, talco e bentonita.

EL-RAFIE et alii (1974b) estudaram os efeitos do tipo de semente, temperatura, umidade relativa e propriedades físicas de pós inertes, em ensaios biológicos com *C. chinensis*. Houve maiores mortalidades dos insetos expostos a sementes de feijão tratadas, em comparação a sementes de

lentilhas. Dos inertes testados, fosfato tricálcio foi o mais eficiente, se guido pelo caulim, talco e sílica. A variação da temperatura proporcionou um incremento significativo na eficiência dos tratamentos, sendo mais pronunciado na faixa de 27 - 36^oC. Com aumento da temperatura e decréscimo da umidade relativa, resultou numa maior eficácia dos inertes, com exceção do fosfato tricálcico, que não sofreu influência dos fatores analisados.

Testes de laboratório efetuados por *McFARLANE (1969a)* mostraram que formulações de piretrinas sinergizadas com butóxido de piperonila (5:1) aplicadas em feijão, na dosagem de 1,25 ppm, deram completa proteção contra *A. obtectus*, no período de 16 meses. Piretrinas não sinergizadas produziram mortalidades de 100% aos 3 meses e 95% de controle aos 9 meses. Experimentos em armazens revelaram que as piretrinas sinergizadas a 2,0 e 3,7 ppm foram tão eficientes quanto o lindane a 1 ppm, durante 5 meses.

McFARLANE (1969b) comprovou os efeitos do lindane e piretrinas sinergizadas com butóxido de piperonila, em sementes de feijão infestadas, na mortalidade dos estágios de pré-adulto em *A. obtectus*. Lindane a 1,25 ppm reduziu significativamente a emergência total de adultos e aumentou a mortalidade pupal, em comparação com as piretrinas. Todos os tratamentos aumentaram a frequência de adultos mortos no interior dos grãos, sen do os maiores efeitos observados com as piretrinas a 2,5 ppm.

BITRAN e CAMPOS (1975b) testaram a ação residual de inseticidas de baixa toxicidade no controle de *A. obtectus*. Baseando-se no critério de mortalidade, houve completa proteção do feijão tratado com tetraclorvinfos nas dosagens de 8 e 15 ppm, seguido pelo pirimifos metil a 15 ppm ,

decorridos 6 meses de armazenamento; malatim foi o menos eficiente, mesmo a 15 ppm.

RUPPEL (1955) estudou os efeitos de vários inseticidas em prevenir a emergência de *A. obtectus*, em feijão infestado. Heptacloro, clordane, BHC, aldrim e dieldrin, reduziram significativamente, o número de adultos emergidos e proporcionaram uma menor perda de peso no feijão tratado. O autor concluiu que, embora eficientes, BHC, clordane e dieldrin não devem ser recomendados, por reduzirem o poder germinativo das sementes.

SALAS e RUPPEL (1959), desenvolvendo ensaios de eficácia residual de inseticidas, mostraram que lindane e malatim a 5 e 10 ppm e as misturas de piretrinas + butóxido de piperonila (8,5 - 0,5; 17 - 1,0; 34 - 2,0 ppm), protegeram o feijão contra *A. obtectus* durante 3 meses de armazenamento. Nos testes com *Z. subfasciatus*, o melhor desempenho foi obtido pelas misturas de piretrinas + butóxido de piperonila, seguidas pelo lindane e malatim no prazo de 6 meses. Posteriormente, *BRAVO et alii (1960)* também avaliaram a superioridade das piretrinas sinergisadas em *Z. subfasciatus*, quando comparadas com lindane e malatim. Os inseticidas não produziram odor desagradável no feijão tratado, nem afetaram o poder germinativo das sementes. No entanto, a presença de pós residuais no final do 6º mês de armazenamento, foi uma desvantagem por depreciar o valor comercial do produto.

Segundo o Informe Anual do CIAT na Colômbia de 1976, *Z. subfasciatus* é eficientemente controlado pelas piretrinas sinergisadas com butóxido de piperonila e piretróides. Os produtos fabricados, tendo farinha moída como inerte, embora apresentando menor aderência às sementes, quando

comparados com aqueles formulados com talco, deram melhor aparência aos grãos.

SOARES DE GOUVEIA (1959) obteve excelentes resultados no controle de *Z. subfasciatus* com pós de lindane + bentonita. A mistura a 2 ppm e nas concentrações de 0,025 e 0,05%/peso de feijão, causou um efeito significativo de "knock-down" e mortalidades de 100%, aos 3, 6 e 9 dias. Não se observou nenhuma emergência de insetos nas parcelas tratadas, durante a primeira e segunda gerações.

WEAVING (1970) encontrou uma maior suscetibilidade de *A. obtectus*, *Z. subfasciatus* e *C. chinensis* a piretrinas sinergisadas com butóxido de piperonila, em comparação às piretrinas. Nos experimentos, após 48 horas de exposição dos insetos em amostras de trigo tratadas, obteve-se uma variação dos valores CL_{50} de 6,59 a 8,93 ppm e 0,27 a 1,16 ppm, respectivamente para as piretrinas e piretrinas sinergisadas. As concentrações letais 50% das piretrinas foram equivalentes nas 3 espécies estudadas, porém *A. obtectus* foi mais suscetível ao nível do valor CL_{90} . A ótima proporção da mistura piretrinas + butóxido de piperonila foi de 1:10 em *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* e 1:15 em *C. chinensis*. Nos ensaios com 6 dias de exposição, não houve diferenças na sensibilidade de *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* às piretrinas, verificando-se apenas com relação às piretrinas sinergisadas, cujos valores CL_{50} foram de 0,35 e 0,59 ppm, respectivamente, para a proporção da mistura de 1:15. Com base nas proporções das misturas de 1:10 e 1:15, a dosagem de 2 ppm de piretrinas foi suficiente para um perfeito controle de *A. obtectus* e *C. chinensis*, necessitando confirmação para *Z. subfasciatus*. O autor recomenda o uso de pós contendo 0,2% de piretrinas e 1,0 %

de butóxido de piperonila no controle destes bruquídeos.

BANG (1963) avaliou a eficiência de inseticidas na proteção do feijão *P. angularis* contra *C. chinensis*. Os inseticidas fentiom e triclorfom em pós secos a 1, 2, 4 e 16 ppm e 4 ppm de fentiom, triclorfom e malatim emulsionáveis, não reduziram a oviposição da praga aos 30 dias, apresentando uma variação de 79 a 95% de grãos infestados. Aos 60 dias, apenas fentiom na formulação de pó seco a 16 ppm e o concentrado emulsionável a 4 ppm, mostraram algum controle, com 58 e 22% de grãos infestados, respectivamente. Baseando-se no total de insetos emergidos no período de 28 a 65 dias, fentiom a 4 e 16 ppm foi superior aos outros tratamentos. A percentagem de grãos danificados após 30 dias, foi considerada mais baixa com o pó seco de fentiom a 2, 4 e 16 ppm, pó seco de triclorfom a 16 ppm e concentrados emulsionáveis de fentiom, triclorfom e malatim a 4 ppm. Aos 60 dias, a proteção foi menos pronunciada. Houve completa mortalidade dos adultos, 1 dia após o tratamento com pós secos de fentiom a 4 e 16 ppm e concentrados emulsionáveis de malatim e fentiom a 4 ppm. Aos 5 dias, fentiom em pó seco a 16 ppm proporcionou total mortalidade, vindo em seguida, os concentrados emulsionáveis de malatim e fentiom a 4 ppm, com as percentagens de mortalidade variando de 93 a 98%. A lavagem dos grãos de feijão reduziu drasticamente, a eficiência dos produtos, principalmente após 30 dias.

BASTOS (1965a) demonstrou que os inseticidas DDT-4,5 + lindane-0,5% e malatim a 2%, aplicados nas dosagens de 1 g/kg de grãos, protegeram eficientemente as sementes de *Vigna sinensis* (L.) Savi contra a oviposição e emergência de *Callosobruchus analis* (Fabr., 1775).

BASTOS (1965b) não observou efeito curativo do malatim em

sementes de *V. sinensis*, infestadas por *C. analis*.

SU et alii (1972b) utilizaram os critérios de oviposição e emergência de adultos, na avaliação da suscetibilidade de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) a óleos extraídos de frutos cítricos. Todos os produtos testados, nas concentrações de 0,75 e 1,0% por peso de grãos, foram eficazes em prevenir o desenvolvimento da primeira geração da praga. Houve menor oviposição nas amostras tratadas com óleos de limão, tangerina e grapefruit. Nos testes de persistência residual, os óleos de limão e grapefruit propiciaram uma baixa emergência de adultos em períodos superiores a 250 dias.

GOUHAR et alii (1974) determinaram os valores CL_{50} de 7,52, 10,50, 17,21 e 30,11 ppm, respectivamente, para os inseticidas, triclorfom, lindane, malatim e carbaril, utilizando ensaios biológicos com *C. maculatus*. Todos os produtos exerceram uma ação inibidora na oviposição da praga, sendo os melhores efeitos observados com dosagens maiores: 200 ppm para triclorfom e carbaril e 32 ppm para lindane e malatim.

3.4. Resíduos de inseticidas utilizados na proteção dos grãos armazenados

Os produtos químicos usados no controle das pragas dos grãos e outros produtos alimentícios armazenados, variam grandemente na sua estabilidade e persistência. Aquelos produtos altamente reativos, combinam-se com algumas substâncias componentes dos grãos e, por conseguinte, perdem rapidamente a sua identidade e eficácia. Compostos quimicamente não

reativos retêm a sua eficiência por longos períodos de tempo. Estudos detalhados sobre o metabolismo de inseticidas nos grãos armazenados, foram efetuados por ROWLANDS (1970 e 1971).

O conhecimento da persistência dos inseticidas nos grãos é de capital importância na seleção e aplicação dos produtos, e na compreensão do destino dos resíduos. Substâncias extremamente estáveis contribuem para o aumento da persistência dos resíduos, os quais são inaceitáveis nos grãos e outros produtos alimentícios armazenados.

Em muitas circunstâncias, os resíduos presentes nos grãos, podem ser idênticos à substância originalmente empregada, porém nos casos de compostos reativos, são distintamente diferentes do composto original. Em tais casos, os resíduos podem ser provenientes da decomposição dos produtos, um produto de reação entre o tóxico e componentes dos grãos ou uma mistura destes vários tipos de resíduos ocorrem simultaneamente. Comumente, a natureza dos inseticidas determina a persistência dos resíduos; no entanto, existe a interferência de vários fatores que podem afetar o teor de resíduos remanescentes nos grãos, destacando-se os seguintes: tempo, temperatura, umidade dos grãos, ventilação, ação química, limpeza, processamento e cocção.

Segundo recomendações apresentadas na Reunião Técnica do Comitê Interamericano de Proteção Agrícola (CIPA), realizada em Brasília de 9 a 15 de abril de 1972, os limites de tolerância para o malatim e tetraclorvinfos em feijão, foram fixados em 8 e 1 ppm, respectivamente, não sendo estabelecidos, todavia, limites de tolerância para clorpirifos metil e

pirimifos metil, No entanto, *SALAZAR CAVERO et alii* (1976), baseando-se em literatura estrangeira, referiram-se sobre as tolerâncias de 0,5 ppm para pirimifos metil em farinhas e de 1 a 5 ppm para outros produtos. Os autores não fizeram alusão sobre as tolerâncias de clorpirifos metil.

SOARES DE GOUVEIA (1965) avaliou por método colorimétrico, resíduos de malatim em grãos de *Phaseolus vulgaris* L.. Dosagens de 4, 8 e 16 ppm forneceram resíduos de 0,64, 0,65 e 2,29 ppm, respectivamente, no fim de 4 meses. Tendo em vista o limite de tolerância do malatim em feijão, os resíduos remanescentes nos grãos não comprometeriam a saúde dos consumidores.

MINNETT e BELCHER (1969) descreveram a técnica de determinação de resíduos de malatim e diclorvos em grãos de trigo, através de cromatografia à gás.

QADRI (1971), utilizando bio-análise com adultos de *Musca domestica* *nebulosa* Fabr., *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 e *Callosobruchus chinensis* (L., 1758), avaliou resíduos de malatim em arroz. Depósitos iniciais de 10 ppm foram aplicados em grãos com casca e os resíduos determinados em grãos com casca, casca e grãos sem casca. Duas semanas após o tratamento, a degradação do tóxico obedeceu a seguinte sequência: grãos sem casca > casca > grãos com casca, sendo que os teores residuais estavam abaixo do limite de tolerância de 8 ppm. A análise química dos resíduos mostrou uma degradação mais rápida do tóxico, em comparação com a bio-análise, no mesmo período de amostragem. A maior perda do malatim na casca e nos grãos sem casca, pode ser atribuída a uma degradação química e enzimática ou a reações hidrolíticas e oxidativas que se processam nos grãos.

KADOUM e LAHUE (1974) determinaram resíduos de malatium no interior e exterior de grãos de milho, trigo e sorgo com 14% de umidade, usando cromatografia à gás com detector de captura eletrônica. Análises efetuadas 24 horas após a aplicação de um depósito de 10 ppm, mostraram uma recuperação dos resíduos de 96,8, 77,9 e 82,77%, respectivamente, para milho, trigo e sorgo. Após 30 dias de armazenamento, os resíduos aumentaram internamente e sofreram uma degradação no exterior dos grãos. Aos 3 e 6 meses, ocorreu uma degradação mais acentuada no exterior dos grãos. O resíduo total, incluindo o externo e interno, estava abaixo do limite de tolerância de 8 ppm, 30 dias após o tratamento, nos grãos de trigo e sorgo e acima do limite permissível, de 2 ppm, em milho. Somente no 6º mês, os resíduos foram inferiores ao limite de tolerância. Os resultados demonstraram que o tipo de grãos não afetou o movimento dos resíduos do malatium no seu interior e que a taxa de penetração pode influenciar não apenas a eficiência do tóxico na proteção dos grãos, mas também a sua degradação.

KADOUM e LAHUE (1976) estudaram a degradação do malatium em grãos de milho, trigo e sorgo com 15% de umidade. A análise cromatográfica evidenciou que durante as primeiras 24 horas após a aplicação de 10 ppm, houve desaparecimento de 5,7, 9,4 e 25,7% dos resíduos em sorgo, trigo e milho, respectivamente. Decorridos 28 dias, as perdas residuais foram de 39,1, 63,0 e 69,0%. Os resultados obtidos confirmaram outras investigações, mostrando que o aumento do teor de umidade dos grãos acelera a degradação do malatium, sendo esta maior em milho e trigo do que em sorgo. A atividade biológica dos grãos de sorgo, aumenta a decomposição química do malatium e, por conseguinte, a idade dos grãos, conteúdo de umidade e características físicas podem influenciar a retenção do produto.

HALL et alii (1973) analisaram os resíduos provenientes da mistura de tetraclorvinfos e diclorvos em trigo e milho armazenados. Os produtos foram aplicados nas dosagens de 26 e 13 ppm e 22 e 11 ppm da mistura, em trigo e milho, respectivamente, e as análises efetuadas por cromatografia à gás. Decorridos 8 meses de armazenamento, os resíduos de tetraclorvinfos foram de $18,13 \pm 3,93$ e $24,71 \pm 3,99$ ppm em trigo e de $5,28 \pm 0,54$ e $6,36 \pm 0,82$ ppm, nas amostras de milho. Com relação do diclorvos, os resíduos foram praticamente desprezíveis, apresentando os valores de $0,04 \pm 0,01$ ppm e $0,02 \pm 0,01$ ppm, respectivamente, em trigo e milho. Os resultados mostram, claramente, uma maior persistência residual de tetraclorvinfos em grãos de trigo e uma rápida degradação do diclorvos nos dois cereais estudados. Frações de milho moído apresentaram 94% do resíduo total de tetraclorvinfos e apenas quantidades detectáveis de diclorvos, enquanto o farelo de trigo continha 67 e 90%, respectivamente, dos resíduos de diclorvos e tetraclorvinfos.

LAHUE (1977) estudou a persistência residual de pirimifos metil em trigo armazenado. Foram aplicadas dosagens crescentes do tóxico no intervalo de 1 a 10 ppm e os resíduos analisados por cromatografia à gás, nos períodos de 7, 14 e 21 dias e com 1, 2, 3, 6, 9 e 12 meses. Verificou-se uma alta persistência residual do tóxico, em todas as dosagens empregadas. As dosagens de 3, 6 e 10 ppm forneceram resíduos de 1,5, 4,9 e 8,2 ppm aos 6 meses e 1,1, 4,0 e 7,2 ppm, no final de 12 meses, respectivamente.

LAHUE e DICKE (1976) compararam a degradação do pirimifos metil e clorpirifos metil com o malation, em grãos de milho. Os inseticidas foram aplicados, de modo a fornecerem depósitos de 8,4, 6,7 e 11,2 ppm,

respectivamente. Análises efetuadas por cromatografia à gás, evidenciaram uma recuperação dos resíduos de 94,0, 91,0 e 80,4%, 24 horas após a aplicação. Aos 12 meses, os grãos apresentavam 38,0% do depósito inicial de pirimifos metil e 23,0% e 39,0%, respectivamente, para clorpirifos metil e malatim. Estas percentagens correspondem aos resíduos de 3,0, 1,4 e 1,4 ppm, respectivamente, para os inseticidas empregados.

Em grãos de sorgo, *LAHUE e DICKE (1977)* investigaram a persistência dos inseticidas malatim, pirimifos metil e clorpirifos metil. Depósitos iniciais de 16,7, 8,4 e 6,7 ppm, forneceram resíduos de 13,4, 7,5 e 6 ppm, respectivamente, 24 horas após o tratamento. Decorridos 12 meses, existiam resíduos de 0,8 ppm de malatim, 3,7 ppm de pirimifos metil e 1,6 ppm de clorpirifos metil.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Técnica de aplicação tópica

Para a avaliação da suscetibilidade de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) e *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) a inseticidas orgânicos sintéticos, ensaios biológicos foram conduzidos com os adultos obtidos em criação de laboratório. A cultura dos insetos foi iniciada a partir de feijão infestado, fornecido pelo Setor de Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) de Piracicaba-SP e mantida por várias gerações no Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, à temperatura de $28^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ de umidade relativa. Os insetos foram criados em recipientes de vidro, tampados com tecido fino, contendo aproximadamente 300 gramas de feijão e, a cada geração, novas infestações eram efetuadas. *Z. subfasciatus* e *A. obtectus* foram criados em feijão *Phaseolus vulgaris* L., de preferência nas cultivares Rosinha e Jalo, respectivamente. Utilizou-se o feijão *Vigna sinensis* (L.) Savi, cv. Pitiúba, fornecido pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do

Ceará. na criação de *C. maculatus*.

Os experimentos foram realizados no Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, na temperatura de $28^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ de umidade relativa, no período de 01/06/1976 a 28/05/1977.

Os testes de aplicação tópica foram efetuados com insetos adultos de 0-72 horas de idade, obtidos através de peneiramento das culturas, após o início do nascimento. Utilizaram-se os seguintes inseticidas técnicos:

malatium	- 99,0% de p.a.
tetraclorvínfos	- 94,0% de p.a.
diclorvos	- 100,0% de p.a.
clorpirifos metil	- 99,0% de p.a.
lindane	- 100,0% de p.a.

Como trabalho preliminar, efetuaram-se diversos testes, visando estabelecer intervalos de concentração dos inseticidas capazes de provocar mortalidades crescentes nos insetos testados. Para tanto, foram preparadas soluções dos inseticidas técnicos com acetona destilada, em concentrações conhecidas, partindo de padrões com concentrações de 10 mg/ml. Baseando-se nos resultados preliminares determinaram-se por tentativa, intervalos de mortalidade em função de doses crescentes dos tóxicos.

A aplicação dos inseticidas foi efetuada por meio de micropipetas ("microcaps" fabricadas por Drummond Scientific Company, USA), permitindo a aplicação no corpo de cada inseto, de um volume de 0,5 μl de solução inseticida. Os detalhes do aparelho são mostrados na Figura 1. Como os

inseticidas foram empregados em diversas concentrações expressas em mg/ml , o valor da dose aplicada correspondeu à metade da concentração em µg/inseto. Antes da aplicação dos tóxicos, os insetos foram anestesiados com gás carbônico que, segundo *STRONG et alii (1968)* não afeta a biologia de *C. maculatus* e *A. obtectus*. Para *Z. subfasciatus* foram efetuados ensaios preliminares, visando investigar os efeitos do referido anestésico.

Efetuararam-se experimentos com machos e fêmeas de *C. maculatus* e *Z. subfasciatus* e com adultos não sexados em *A. obtectus*. Procurou-se trabalhar com insetos de tamanho relativamente uniforme, para diminuir os efeitos de heterogeneidade das populações dos bruquídeos na resposta aos tóxicos. A sexagem de *Z. subfasciatus* foi bastante simples, em virtude do dimorfismo sexual apresentado, conforme mostraram *MENDES FERREIRA (1961)* e *CARVALHO e ROSSETTO (1968)*. Devido a sua baixa capacidade de vôo, foram manipulados em bandejas de plástico brancas e recolhidos com aspirador acoplado a bomba à vácuo. A sexagem de *C. maculatus* baseou-se em características do pigidium, de acordo com observações iniciadas por *SANTOS (1971)* e posteriormente empregadas por *WALDER (1974)*. Este verificou que a utilização de uma campânula de plástico circular tornava a operação de sexagem bem prática e eficiente. Por essa razão, foi adotada no presente trabalho.

Para cada concentração de inseticida foram empregados 40 insetos, distribuídos em duas repetições. O tratamento testemunha recebeu apenas acetona destilada. Após a aplicação, os insetos foram transferidos para placas de petri fechadas, onde permaneciam durante 24 horas. Decorrido este prazo, determinavam-se as percentagens de mortalidade, adotando-se como critério de resposta aos tóxicos, a incapacidade de locomoção.

Em cada experimento foram requeridas, no mínimo, 4 concentrações dos inseticidas mais uma testemunha.

Os dados obtidos foram analisados pelo Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo, utilizando-se o Programa de Análise de Próbite descrito por *DAUM (1973)*. O programa é escrito em FORTRAN IV para ser utilizado em Computador IBM 360. Foi possível a obtenção das seguintes informações: valores DL_{10} , DL_{20} , DL_{30} , DL_{40} , DL_{50} , DL_{60} , DL_{70} , DL_{80} , DL_{90} , DL_{95} e DL_{99} , com seus respectivos intervalos de confiança; homogeneidade dos dados, comparando-se a soma dos quadrados dos desvios da regressão com o valor crítico do qui-quadrado a 5% de probabilidade; significância das retas de regressão, pela comparação do valor crítico de F a 5% com K-2 graus de liberdade, com o F obtido pelo quociente da soma dos quadrados atribuídos a regressão e o quadrado médio dos desvios da regressão.

A toxicidade relativa dos inseticidas foi obtida pelo Índice de toxicidade proposto por *SUN (1950)*, dividindo-se o valor DL_{50} do malathion, usado como padrão, pelo valor DL_{50} de cada produto testado, multiplicado por 100. O índice de toxicidade do padrão foi fixado em 100.

4.2. Técnica de impregnação de papel de filtro

Nos ensaios de bio-análise efetuados com *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) e *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) foi utilizada a técnica de impregnação de papel de filtro, descrita por *CHAMP e CAMPBELL-BROWN (1970)* e *FAO (1974)*, com algumas adaptações.

Todos os ensaios foram desenvolvidos no Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, na temperatura de $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$, durante o período de 1/5/77 a 10/11/77.

A técnica empregada consistiu, basicamente, na impregnação de papéis de filtro Whatman nº 1, de 7 cm de diâmetro, com soluções inseticidas preparadas a partir das soluções padrão dos mesmos produtos referidos nos ítem 4.1. Os tóxicos foram distribuídos, obedecendo a um espalhamento em espiral, com o intuito de se obterem depósitos uniformes. Cada papel recebeu um volume de 0,5 ml, distribuído por meio de pipetas de pontas finas de 1 ml. As concentrações dos inseticidas foram expressas em mg/ml. A impregnação foi efetuada com os papéis colocados sobre anéis de plástico, a fim de se evitarem perdas dos inseticidas. Após um breve período de secagem, os papéis foram dispostos em lâminas de vidro planas e mantidos em repouso durante à noite. Empregaram-se anéis de plásticos de 4,7 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura, anteriormente tratados com Fluon GP.1. (Resina fluoretileno), para confinamento dos insetos nas superfícies tratadas. Os anéis foram tampados com tecido fino e transparente, para evitar a fuga dos insetos. Todo o conjunto foi mantido no interior de placas de petri (Figura 2.). Cada teste constou, no mínimo, de 4 concentrações de inseticidas mais uma testemunha que recebeu apenas acetona destilada. Utilizaram-se 3 repetições para cada concentração, sendo as parcelas compostas de 40 adultos não sexados, de tamanho relativamente uniforme e na faixa etária de 0-72 horas. As técnicas de criação e manipulação dos insetos foram idênticas às descritas no ítem 4.1. A avaliação da resposta fisiológica das populações dos bruquídeos, expostas aos diferentes níveis tóxicos, baseou-se no critério de mortalidade, após 24 horas de exposição.

Os dados obtidos foram analisados em Computador IBM 360, utilizando-se o Programa de *DAUM (1973)*, no Centro de Computação Eletrônica da USP.

A toxicidade relativa dos inseticidas foi determinada de acordo com o índice de toxicidade proposto por *SUN (1950)*.

4.3. Tratamento dos grãos de feijão, em mistura direta, com pós inseticidas e talco mineral

4.3.1. Experimentos com *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833)

Os ensaios em apreço foram conduzidos no Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, no período de 15/10/76 e 30/4/77.

Lotes de feijão *Phaseolus vulgaris* L., cv. Rosinha, aparentemente livres de impurezas e grãos quebrados, foram acondicionados em sacos de polietileno e conservados em congelador à temperatura de -10°C , durante 6 dias para a eliminação de eventuais infestações latentes. Em seguida foram transferidos para o local onde seriam desenvolvidos os experimentos, para entrarem em equilíbrio higroscópico. Os produtos utilizados com suas respectivas dosagens encontram-se na Tabela 1. Os experimentos foram instalados, obedecendo ao esquema fatorial, constando de 4 inseticidas, talco mineral, 1 testemunha, 3 dosagens e 4 repetições.

Efetuararam-se as pesagens em balança analítica Mettler H₁₀ com precisão de 0,1 mg, distribuindo-se os produtos em pedaços de papel encerado. A incorporação aos grãos foi efetuada no interior de vidros de bo-

ca larga de 3 litros, através de agitação manual, obedecendo a movimentos mais ou menos uniformes para todos os tratamentos. As tampas dos vidros foram revestidas internamente com tela finíssima, recoberta com papel de filtro para permitirem trocas gasosas com o exterior.

Na avaliação da eficiência dos produtos empregados, retiravam-se periodicamente, amostras de 30 g de feijão tratado e testemunha, perfazendo 4 repetições por dosagem. As amostras foram acondicionadas em copos plásticos tampados com tecido fino. Cada parcela recebia 10 casais de *Z. subfasciatus* com 0-72 horas de idade, obtidos conforme a técnica de manipulação apresentada no item 4.1. Foram efetuadas 4 infestações, sendo a primeira, logo em seguida a incorporação dos produtos aos grãos e as restantes, nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Investigaram-se os seguintes parâmetros:

a. percentagens de mortalidade dos insetos, após 48 horas de exposição nas parcelas, adotando-se como critério de resposta fisiológica, a incapacidade de locomoção;

b. número de ovos em 100 sementes retiradas ao acaso de cada parcela, 10 a 15 dias após as observações de mortalidade;

c. contagem da progênie de *Z. subfasciatus*, decorridos 40 dias da introdução dos casais;

d. número de grãos danificados, pelo exame de 100 grãos retirados ao acaso.

Utilizou-se o determinador de umidade universal para o estabelecimento do teor de umidade das sementes. A umidade inicial das se-

mentes foi de 12,9%, obtida da média de 4 amostras de lotes de feijão em equilíbrio higroscópico. Os teores de umidade das sementes, com 1, 3 e 5 meses de armazenamento, determinados a partir de uma amostra retirada para cada dosagem, são apresentados na Tabela 2.

A temperatura e umidade relativa apresentaram uma variação de $28^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 10\%$, respectivamente.

4.3.2. Experimentos com *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831)

Na avaliação da eficiência de inseticidas e talco mineral contra *A. obtectus*, utilizaram-se os mesmos parâmetros adotados nos ensaios com *L. subfasciatus* (item 4.3.1.), exceto o referente ao número de ovos em 100 sementes.

Os experimentos foram conduzidos no Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, no período de 26/6/77 a 15/01/78. A temperatura e umidade relativa apresentaram uma variação de $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 10\%$, respectivamente.

Os produtos usados e suas dosagens são apresentadas na Tabela 3. Adotou-se o esquema fatorial, constando de 3 inseticidas, talco mineral, 1 testemunha, 2 dosagens e 3 repetições.

A avaliação do poder residual dos produtos foi observada em amostras de 30 g de feijão *Phaseolus vulgaris* L., cv. Rosinha, com 3 repetições/dosagem. Cada parcela, devidamente acondicionada em copos plásticos tampados com tecido fino, recebia 20 adultos não sexados de *A. obtectus* com

0-72 horas de idade. Fez-se a introdução nas parcelas com os insetos anes-
tesiados com gás carbônico. A primeira infestação foi realizada após a in-
corporação dos produtos aos grãos. As restantes, nos intervalos de 1, 3 e
5 meses de armazenamento. Cada infestação compreendia dois experimentos: no
primeiro, avaliavam-se as percentagens de mortalidade, após 48 horas de ex-
posição dos insetos, adotando-se o critério da incapacidade de locomoção;
as mortalidades foram determinadas, decorridos 5 dias da introdução dos in-
setos, no segundo experimento. Após a contagem e retirada dos insetos, as
amostras permaneceram acondicionadas por 40-45 dias para as observações dos
parâmetros: contagem da progênie e número de grãos danificados.

As determinações dos teores de umidade das sementes obedeceram
ao mesmo procedimento relatado no item 4.3.1. A umidade inicial das semen
tes foi de 14,0% e os teores obtidos para as amostragens de 1, 3 e 5 me-
ses estão na Tabela 4.

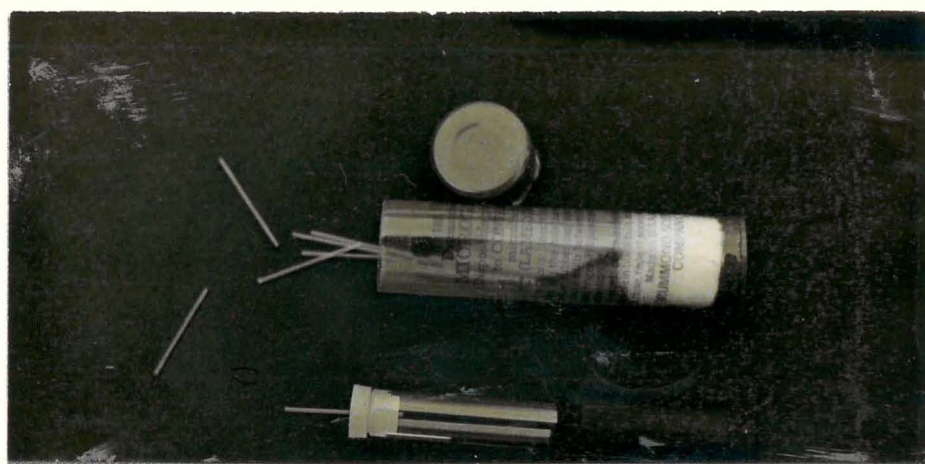


Figura 1. Equipamento utilizado na técnica de aplicação t \acute{o} pica dos inseticidas.

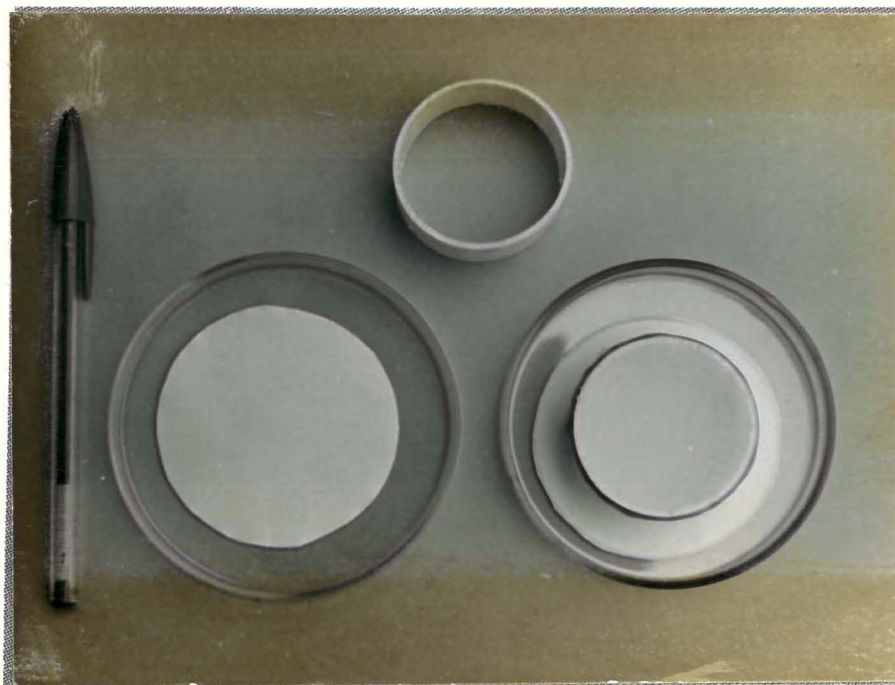


Figura 2. Equipamento utilizado na técnica de impregnação de papel de filtro com inseticidas.

Tabela 1. Produtos utilizados na proteção do feijão *P. vulgaris*, contra o ataque de *Z. subfasciatus*, durante 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77.

Produtos	Teor de p.a. (%)	Dosagens em ppm do p.a.	Dosagens em g/kg de grãos
talco mineral	-	-	0,5
		-	1,0
		-	1,5
malation	2	10	0,5
		20	1,0
		30	1,5
tetraclorvinfos	1	5	0,5
		10	1,0
		15	1,5
clorpirifos metil	2	10	0,5
		20	1,0
		30	1,5
pirimifos metil	1	5	0,5
		10	1,0
		15	1,5

Tabela 2. Teores de umidade das sementes de *P. vulgaris*, com 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77.

Tratamentos	Dosagens (ppm)	Percentagens de umidade		
		Tempo de armazenamento em meses		
		01	03	05
testemunha	-	12,4	13,4	13,7
talco mineral	-	12,5	13,3	13,6
	-	12,6	13,5	13,7
	-	12,4	13,2	13,8
malatium (2%)	10	12,4	13,0	13,5
	20	12,3	13,1	13,7
	30	12,4	13,4	13,7
tetraclorvinfos (1%)	5	12,5	13,3	13,6
	10	12,3	13,1	13,7
	15	12,5	13,0	13,6
clorpirifos metil (2%)	10	12,3	13,1	13,6
	20	12,2	13,0	13,6
	30	12,1	13,3	13,4
pirimifos metil (1%)	5	12,3	13,1	13,8
	10	12,4	13,2	13,4
	15	12,5	13,4	13,6

Tabela 3. Produtos utilizados na proteção do feijão *P. vulgaris*, contra o ataque de *A. obtectus*, durante 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78.

Produtos	Teor de p.a. (%)	Dosagens em ppm do p.a.	Dosagens em g/kg de grãos
talco mineral	-	-	0,5
		-	1,0
malatim	2	10	0,5
		20	1,0
tetraclorvinfos	1	5	0,5
		10	1,0
pirimifos metil	1	5	0,5
		10	1,0

Tabela 4. Teores de umidade das sementes de *P. vulgaris*, com 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78.

Tratamentos	Dosagens (ppm)	Percentagens de umidade		
		Tempo de armazenamento em meses		
		01	03	05
testemunha	-	13,6	12,9	13,9
talco mineral	-	13,6	13,0	13,9
	-	13,7	13,1	14,0
malation(2%)	10	13,8	13,2	14,0
	20	13,9	13,0	13,9
tetraclorvinfos (1%)	5	13,8	12,9	13,9
	10	13,8	13,1	14,0
pirimifos metil (1%)	5	13,7	13,1	14,0
	10	13,8	13,0	14,0

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Técnica de aplicação tópica

5.1.1. Toxicidade de inseticidas em *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775)

As Tabelas 5, 6 e 7 mostram os valores DL_{50} , DL_{95} , os coeficientes angulares das retas de regressão e os índices de toxicidade dos inseticidas, para as populações experimentais de adultos não sexados, machos e fêmeas de *C. maculatus*.

Para adultos não sexados, a maior toxicidade foi observada com tetraclorvinfos, com o valor DL_{50} de 0,019 $\mu\text{g}/\text{inseto}$, seguindo-se-lhe, em ordem decrescente, diclorvos, clorpirifos metil, lindane e malatim. No entanto, ao nível do valor DL_{95} , diclorvos foi mais tóxico que o tetraclorvinfos. De um modo geral, os coeficientes angulares das retas de regressão apresentaram valores baixos, exceção feita para os inseticidas tetraclorvinfos e diclorvos. Este apresentou o maior coeficiente angular, evidenciando

que a população de adultos não sexados de *C. maculatus* foi mais homogênea na resposta a dosagens crescentes deste tóxico. Por conseguinte, a heterogeneidade dos insetos na suscetibilidade aos inseticidas com baixos valores de coeficientes angulares das linhas ld-p, implica em maiores dificuldades no controle sob condições práticas. A resposta mais homogênea ao diclorvos, pode ser demonstrada pelos intervalos de confiança, ao nível dos valores DL_{50} (0,022-0,029) e DL_{95} (0,059-0,098). *NISA e AHMED (1970)*, em trabalho semelhante, verificaram que o lindane foi 7 vezes mais tóxico que o malatium para *Callosobruchus chinensis* (L., 1758). Em *C. maculatus*, lindane em mistura direta aos grãos de feijão, apresentou mais eficiência que o malatium (*GOUHAR et alii, 1974*).

O exame das Tabelas 6, 7 e 8 revela uma maior sensibilidade dos machos de *C. maculatus* aos inseticidas, em comparação às fêmeas. Baseando-se nos valores DL_{50} , tetraclorvinfos foi o inseticida mais tóxico para machos e fêmeas. À luz das doses letais 50%, observou-se a seguinte ordem na toxicidade dos inseticidas: machos - tetraclorvinfos > clorpirifos metil > diclorvos > lindane > malatium; fêmeas - tetraclorvinfos > diclorvos > clorpirifos metil > lindane > malatium. *BATO e SANCHEZ (1972)* também comprovaram a superioridade do tetraclorvinfos em comparação ao malatium, em experimentos com fêmeas de *C. chinensis*. Os valores DL_{50} , em $\mu\text{g/g}$, foram de 3,030 e 9,68, respectivamente. *ABDEL-WAHAB et alii (1974)* confirmaram os resultados obtidos na presente investigação, ao encontrarem diferenças na suscetibilidade entre machos e fêmeas de *C. maculatus* a aplicações tópicas de inseticidas. Dos produtos testados, malatium foi um dos mais eficientes, apresentando valores DL_{50} de 0,054 e 0,17 $\mu\text{g/inseto}$, respectivamente.

te, para machos e fêmeas. Comparando-se estes valores com as doses letais 50% do malatium (Tabela 8), verifica-se que aquelas populações de machos e fêmeas foram mais sensíveis ao referido tóxico.

A análise dos índices de toxicidade expressos na Tabela 8, evidencia que todos os inseticidas testados foram mais eficientes que o malatium para adultos não sexados, machos e fêmeas de *C. maculatus*, destacando-se com melhor comportamento, tetraclorvinfos, diclorvos e clorpirifos metil. Estes produtos devem ser incluídos em pesquisas futuras, visando a detecção da resistência de *C. maculatus* ao malatium.

Muitas investigações têm demonstrado que o peso corporal dos insetos é o fator responsável pelas diferenças de suscetibilidade entre machos, fêmeas e espécies, aos inseticidas. LAVADINHO (1976) verificou que a suscetibilidade de *Sitophilus granarius* (L., 1758) ao DDT e malatium diminuía, acentuadamente, com o aumento do peso corporal. LEMON (1966) demonstrou que *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 foi levemente mais suscetível a aplicações tópicas de inseticidas, em comparação ao *Tribolium confusum* Du Val, 1868. As diferenças de peso corporal entre machos e fêmeas de *C. maculatus*, determinaram a maior suscetibilidade dos machos aos inseticidas (ABDEL-WAHAB *et alii*, 1974), corroborando com os resultados contidos na Tabela 8.

5.1.2. Toxicidade de inseticidas em *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833)

Nas Tabelas 9, 10, 11 e 12 são apresentados os resultados da toxicidade comparativa de inseticidas em *Z. subfasciatus* não sexados, ma-

chos e fêmeas.

Com referência aos insetos não sexados, clorpirifos metil, diclorvos e malatiom foram os inseticidas mais tóxicos, com os valores DL_{50} de 0,015, 0,032 e 0,039 $\mu\text{g}/\text{inseto}$, respectivamente. Baseando-se nas doses letais 95%, obteve-se a seguinte ordem na toxicidade dos inseticidas: malatiom > clorpirifos metil > diclorvos > tetraclorvinfos > lindane. Em termos de homogeneidade de resposta aos tóxicos, alcançaram-se os melhores resultados com malatiom, tetraclorvinfos e diclorvos, cujos valores dos coeficientes angulares das retas de regressão foram de 1,53, 1,38 e 1,37, respectivamente.

As diferenças na suscetibilidade entre machos e fêmeas de *Z. subfasciatus*, não se mostraram tão evidentes como em *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), havendo casos em que as fêmeas foram mais sensíveis. As Tabelas 10, 11 e 12 mostram uma maior suscetibilidade dos machos ao diclorvos, clorpirifos metil e tetraclorvinfos. Para as fêmeas, diclorvos, clorpirifos metil e malatiom figuraram como os inseticidas mais eficientes. Machos e fêmeas de *Z. subfasciatus* foram mais homogêneos nas respostas a dosagens crescentes dos inseticidas tetraclorvinfos, diclorvos e clorpirifos metil, conforme pode ser evidenciado pelos valores dos coeficientes angulares das retas de regressão. Apesar dos machos de *Z. subfasciatus* serem menores do que as fêmeas, as diferenças de peso corporal são menos pronunciadas do que em *C. maculatus*. Em virtude dos experimentos terem sido conduzidos com populações de *Z. subfasciatus* sem limite de peso corporal pré-determinado, presume-se seja o fator responsável pela maior sensibilidade das fêmeas ao malatiom e diclorvos, embora as doses letais 50% serem quase equivalentes àque-

las obtidas para os machos. A escassez de informações na literatura consultada sobre a avaliação da suscetibilidade de *Z. subfasciatus* a aplicações tóxicas de inseticidas, impossibilita o estabelecimento de comparações dos dados obtidos com outras pesquisas do mesmo gênero. No entanto, trabalhando com inseticidas em mistura direta aos grãos de feijão, BRAVO (1957) e SALAS e RUPPEL (1959) destacaram a toxicidade do malatium para *Z. subfasciatus*. SOARES DE GOUVEIA (1959) obteve excelente proteção do feijão armazenado contra *Z. subfasciatus*, com pós de lindane, diluídos em bentonita.

Os índices de toxicidade dos inseticidas (Tabela 12) demonstram que apenas o lindane e tetraclorvinfos foram menos eficientes que o malatium, para *Z. subfasciatus* não sexados. Em machos, a maior toxicidade foi devida ao tetraclorvinfos, diclorvos e clorpirifos metil, quando comparados ao malatium. Para as fêmeas, clorpirifos metil e diclorvos foram 2,4 e 4,32 vezes mais tóxicos em relação ao malatium. Este foi mais potente que o tetraclorvinfos em fêmeas, e lindane em ambos os sexos.

5.1.3. Toxicidade de inseticidas em *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831)

Os resultados da toxicidade comparativa dos inseticidas para adultos não sexados de *A. obtectus*, encontram-se na Tabela 13.

Fundamentando-se nos valores DL_{50} , tetraclorvinfos foi o inseticida mais eficiente, seguido pelo diclorvos, clorpirifos metil, malatium e lindane. Ao nível dos valores DL_{95} , a toxicidade dos inseticidas obedeceu ao seguinte critério: tetraclorvinfos > clorpirifos metil > mala-

tiom > diclorvos > lindane. Atentando-se para os coeficientes angulares das linhas de regressão, verifica-se que *A. obtectus* apresentou maior homogeneidade na resposta a doses crescentes dos inseticidas tetraclorvinfos, malatim e clorpirifos metil.

BITRAN e CAMPOS (1975b) encontraram resultados semelhantes em *A. obtectus*, demonstrados pela maior eficiência do tetraclorvinfos misturado aos grãos de feijão *Phaseolus vulgaris* L., em comparação ao malatim. *LEMON (1967)* mostrou que o tetraclorvinfos foi mais tóxico que o malatim em *Sitophilus zeamais* Mots., 1855. *WAQUIL (1977)* observou maior toxicidade do diclorvos em *S. zeamais*, comparado ao malatim em grãos de sorgo. A superioridade do clorpirifos metil, em relação ao malatim, contra diversas pragas de grãos e produtos alimentícios armazenados, foi comprovada por *LAHUE e DICKE (1976 e 1977)*.

Os índices de toxicidade evidenciam que o tetraclorvinfos, diclorvos e clorpirifos metil foram 4,35, 2,38 e 2,17 vezes mais eficientes que o malatim. Este, por sua vez, foi mais tóxico que o lindane.

Comparando-se os índices de toxicidade das Tabelas 5 e 13, verifica-se a similaridade nos efeitos tóxicos dos inseticidas em comparação ao malatim, em adultos não sexados de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) e *A. obtectus*, respectivamente. As diferenças apenas existiram com referência ao lindane, que foi mais eficiente que o malatim em *C. maculatus*.

A maior sensibilidade de *C. maculatus* e *A. obtectus* ao tetraclorvinfos, diclorvos e clorpirifos metil (Tabelas 8 e 13) e diclorvos e

clorpirifos metil em *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Tabela 12), pode ser aproveitada no controle químico, na avaliação dos resíduos nos grãos de feijão e estudos sobre a detecção de resistência ao malatium.

A indicação de um inseticida em substituição ao malatium, já consagrado pela sua baixa toxicidade e persistência nos grãos, deve ser apoiada em estudos relativos à toxicidade para o homem e animais domésticos, persistência e degradação dos resíduos nos grãos. Segundo as recomendações do Comitê Interamericano de Proteção Agrícola (CIPA) de 1972, não existem limites de tolerância estabelecidos no Brasil para diclorvos e clorpirifos metil, em grãos armazenados. No entanto, para tetraclorvinfos e malatium, os limites permissíveis foram fixados em 1 e 8 ppm, respectivamente, em feijão armazenado. Baseando-se em recomendações da FAO, SALAZAR CAVERO *et alii* (1976), reportaram-se sobre o limite de tolerância de 5 ppm para diclorvos em feijão. Considerando a falta de informações na literatura consultada sobre a persistência residual do diclorvos, clorpirifos metil e tetraclorvinfos em feijão armazenado, não é cabível cogitar-se, de imediato, a substituição do malatium, por medidas de precaução de ordem toxicológica. Por essa razão, torna-se um imperativo o início de pesquisas no Brasil sobre a avaliação dos resíduos de defensivos em cereais armazenados, a exemplo do que há muito vem sendo feito nos Estados Unidos, principalmente com relação ao milho, trigo e sorgo. Os resíduos de defensivos em grãos armazenados podem ser avaliados por cromatografia à gás, conforme pesquisas de MINETT e BELCHER (1969), KADUM e LAHUE (1974) e LAHUE e DICKE (1976 e 1977), métodos colorimétricos (SOARES DE GOUVEIA, 1965) e bio-análise (QADRI, 1971 e SRIVASTAVA e DADHEECH, 1975).

Os inseticidas tetraclorvinfos, diclorvos e clorpirifos metil devem ser incluídos em projetos de pesquisa, tão logo seja comprovada a resistência de *C. maculatus* e *A. obtectus* ao malatim, o que é perfeitamente possível, tendo em vista a incontestável contribuição deste tóxico na proteção dos grãos e produtos alimentícios armazenados. Estudos semelhantes com diclorvos e clorpirifos metil são, também, recomendados em *Z. subfasciatus*.

5.2. Técnica de impregnação de papel de filtro com inseticidas

5.2.1. Experimentos com *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775)

A Tabela 14 exprime os resultados da suscetibilidade de adultos não sexados de *C. maculatus* a depósitos de inseticidas em papel de filtro. Clorpirifos metil foi o inseticida mais eficiente, apresentando o valor CL_{50} de 0,030 mg/ml, vindo em seguida, diclorvos, lindane, tetraclorvinfos e malatim. Com base nos valores CL_{95} , obteve-se a seguinte sequência de toxicidade dos inseticidas: diclorvos > clorpirifos metil > tetraclorvinfos > lindane > malatim.

Confrontando-se os resultados das Tabelas 5 e 14, vê-se que os adultos não sexados de *C. maculatus* mostraram-se mais sensíveis aos inseticidas tetraclorvinfos, diclorvos, clorpirifos metil e lindane, nas duas técnicas de bio-análise estudadas. Os índices de toxicidade evidenciam que, com exceção do tetraclorvinfos, todos os inseticidas incrementaram a sua toxicidade, quando aplicados em papel de filtro, sendo tetraclorvinfos, diclorvos, clorpirifos metil e lindane, 15,11, 132,44, 189,83 e 32,17 vezes

mais potentes que o malatium. Em aplicação tópica, estes tóxicos também apresentaram índices de toxicidade superiores ao malatium. Os maiores valores encontrados para os coeficientes angulares das retas de regressão dos inseticidas aplicados em papel de filtro, fornecem uma indicação segura da maior homogeneidade de *C. maculatus* na suscetibilidade aos tóxicos. Apenas diclorvos e clorpirifos metil apresentaram valores b superiores, quando usados em aplicação tópica.

A técnica de exposição de insetos a depósitos de inseticidas, tem sido objeto de inúmeras investigações, visando estudar a suscetibilidade e detecção da resistência de pragas a inseticidas. *QURESHI (1967)* estudou a persistência de depósitos do inseticida biotium, dispostos em papel de filtro, usando bio-análise com *C. maculatus*. Empregando a mesma técnica, *PRADHAN e BATHIA (1956)*, verificaram que, adultos de *Callosobruchus chinensis* (L., 1758) foram mais sensíveis ao dieldrim, aldrim, lindane, clordane e toxafeno, quando comparados ao DDT. Empregando filmes de inseticidas em placas de petri, *PAJNI (1966)* demonstrou que endrim, BHC, dieldrim, DDD, paratium e clordane, apresentaram maior eficiência que o DDT, em machos de *C. maculatus*. Em trabalho semelhante, *KASHI (1972)* verificou que o diazinom e fenitrotium foram mais tóxicos para *C. chinensis*, em comparação ao malatium. *EL-RAFIE et alii (1974a)* destacaram a superioridade do malatium para *C. chinensis*, em relação ao carbaril e bioaletrina. Experimentos com a técnica de impregnação de papel de filtro, em pragas de grãos e produtos alimentícios armazenados, foram também conduzidos por *PARKIN e GREEN (1943)*, *HEWLETT (1952)*, *LLOYD e HEWLETT (1959)* e *RAJAK et alii (1973)*.

5.2.2. Experimentos com *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833)

A Tabela 15 mostra os resultados da suscetibilidade de *Z. subfasciatus* não sexados, a depósitos de inseticidas impregnados em papel de filtro.

O exame dos valores CL_{50} revela que, clorpirifos metil apresentou a maior toxicidade para *Z. subfasciatus*, seguindo-se-lhe os inseticidas diclorvos, lindane, malatim e tetraclorvinfos, o menos eficiente. Ao nível das concentrações letais 95%, a toxicidade dos inseticidas obedeceu ao seguinte critério: clorpirifos metil > diclorvos > malatim > lindane > tetraclorvinfos. Houve maior homogeneidade na resposta da população da praga aos inseticidas tetraclorvinfos e malatim e, em menor escala, ao clorpirifos metil, diclorvos e lindane, conforme pode ser verificado pelos valores dos coeficientes angulares das retas de regressão.

Comparando-se os valores DL_{50} e CL_{50} das Tabelas 9 e 15, respectivamente, evidenciam-se diferenças na suscetibilidade de *Z. subfasciatus* aos inseticidas, nas duas técnicas de bio-análise estudadas. A similaridade dos resultados ocorreu apenas com relação ao clorpirifos metil e diclorvos que, também foram os inseticidas mais tóxicos em aplicação tópica. No entanto, malatim foi mais eficiente que o lindane e este, menos tóxico quando comparado ao tetraclorvinfos, em aplicação tópica. As diferenças na toxicidade dos inseticidas, também existiram ao nível das concentrações letais 95% e valores DL_{95} , respectivamente.

Os índices de toxicidade demonstram que, a exemplo dos experimentos com *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (item 5.2.1.), os inse-

ticidas diclorvos, clorpirifos metil e lindane, mostraram um aumento de toxicidade em relação ao malatim, quando impregnados em papel de filtro. Tetraclorvinfos, já menos eficiente que o malatim em aplicação tópica, diminuiu a sua toxicidade na técnica de impregnação de papel de filtro.

A carência de informações na literatura sobre a aplicabilidade da técnica de impregnação de papel de filtro em *Z. subfasciatus* impossibilita a comparação dos resultados desta pesquisa com investigações de outros autores. No entanto, *BRAVO (1957)*, utilizando depósitos de inseticidas em placas de petri, verificou uma superioridade do malatim e lindane em *Z. subfasciatus*, quando comparados ao metoxicloro e piretrinas sinergizadas com butóxido de piperonila. *SALAS e RUPPEL (1959) e BRAVO et alii (1960)* verificaram que o lindane e malatim a 5 e 10 ppm, respectivamente, em mistura aos grãos de feijão, foram eficientes no controle de *Z. subfasciatus*, durante 6 meses de armazenamento. *SOARES DE GOUVEIA (1959)* demonstrou a eficiência de pós secos de lindane, diluídos em bentonita, na mortalidade de *Z. subfasciatus*.

5.2.3. Experimentos com *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831)

Os resultados da toxicidade comparativa de inseticidas impregnados em papel de filtro, para adultos de *A. obtectus* não sexados, acham-se na Tabela 16. Ocorreu uma maior suscetibilidade da praga aos inseticidas clorpirifos metil e lindane, em relação ao diclorvos, tetraclorvinfos e malatim, quando comparados os valores CL_{50} . Fundamentando-se nas concentrações letais 95%, o melhor desempenho foi observado com diclorvos e clorpirifos metil.

Os coeficientes angulares das retas de regressão apresentaram os valores de 5,89, 5,12, 3,92, 2,97 e 1,44, respectivamente, para os inseticidas malatíom, tetraclorvinfos, clorpirifos metil, diclorvos e lindane. Por conseguinte, a população experimental de *A. obtectus* foi menos homogênea na resposta aos inseticidas diclorvos e lindane.

Confrontando-se os resultados das Tabelas 13 e 16, evidencia-se que todos os inseticidas incrementaram a sua toxicidade quando impregnados em papel de filtro e, com exceção do lindane, também apresentaram maiores valores dos coeficientes angulares das retas de regressão. Os índices de toxicidade dos inseticidas assumiram os valores de 564, 1456, 6953 e 1638, respectivamente, para os inseticidas tetraclorvinfos, diclorvos, clorpirifos metil e lindane, na técnica de impregnação de papel de filtro e de 435, 238, 217 e 59, quando utilizados em aplicação tópica.

McFARLANE (1969b) comprovou os efeitos do tratamento com lindane em sementes de feijão infestadas, na mortalidade dos estágios de pré-adultos de *A. obtectus*. SALAS e RUPPEL (1959) mostraram que o lindane e malatíom a 5 e 10 ppm, respectivamente, protegeram o feijão contra *A. obtectus*, durante 3 meses de armazenamento. BITRAN e CAMPOS (1975b) verificaram uma completa proteção do feijão tratado com tetraclorvinfos, nas dosagens de 8 e 15 ppm, em comparação ao malatíom a 15 ppm.

A técnica de impregnação de papel de filtro revelou-se bastante prática e eficiente, na avaliação da suscetibilidade de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) e *A. obtectus* aos inseticidas malatíom, tetraclorvinfos, diclorvos, clorpirifos metil e lindane.

Comparando-se os resultados das respostas das populações dos bruquídeos não sexados aos inseticidas testados, pelas duas técnicas toxicológicas (Tabelas 5 e 14, 9 e 15 e 13 e 16), observa-se que, de um modo geral, maiores valores dos coeficientes angulares das retas de regressão (b), foram obtidos com a técnica de impregnação de papel de filtro. Isto demonstra uma homogeneidade mais acentuada das populações em estudo, na suscetibilidade aos inseticidas. *CHAMP e CAMPBELL-BROWN (1970)*, coligindo informações de vários pesquisadores, mencionam maiores valores de coeficientes angulares para as linhas de regressão do malatium, piretrinas e lindane, em *Tribolium castaneum* Herbst, 1797, quando aplicados em papel de filtro, em comparação à aplicação tópica.

A técnica de impregnação de papel de filtro, pela sua simplicidade, facilidade de execução e eficiência, pode substituir com vantagens, o método de aplicação tópica nas investigações sobre a toxicidade e detecção da resistência de pragas de grãos e produtos alimentícios armazenados a inseticidas. No Brasil já foram iniciados estudos por *MELLO e TAKEMATSU (1976)*, visando a detecção da resistência de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 aos inseticidas usados na proteção dos grãos que se destinam ao consumo humano e ao plantio.

Tabela 5. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópic
ca, em adultos não sexados de *C. maculatus*. Piracicaba, São Pau
lo, Brasil, 1976/77.

Inseticidas	Doses em µg/inseto		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicida de (c)
	DL ₅₀ ^a	DL ₉₅ ^a		
malation	0,366 (0,280-0,473)	3,918 (2,520-7,330)	1,60	100
tetraclorvinfos	0,019 (0,015-0,023)	0,093 (0,067-0,156)	2,41	1926
diclorvos	0,025 (0,022-0,029)	0,072 (0,059-0,098)	3,65	1464
clorpirifos metil	0,060 (0,047-0,078)	0,469 (0,293-0,953)	1,84	610
lindane	0,144 (0,102-0,219)	3,638 (1,619-13,183)	1,17	254

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e supe
rior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores DL₅₀, usando o malation como padrão.

Tabela 6. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópic
ca, em machos de *C. maculatus*. Piracicaba, São Paulo, Brasil ,
1976/77.

Inseticidas	Doses em µg/inseto		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicidade ^c
	DL ₅₀ ^a	DL ₉₅ ^a		
malation	0,315 (0,212-0,428)	5,503 (3,303-12,285)	1,32	100
tetraclorvinfos	0,011 (0,010-0,013)	0,042 (0,031-0,070)	2,87	2864
diclorvos	0,034 (0,030-0,038)	0,070 (0,061-0,088)	5,27	926
clorpirifos metil	0,026 (0,023-0,031)	0,099 (0,074-0,157)	2,87	1211
lindane	0,150 (0,062-0,253)	1,114 (0,536-11,450)	1,89	210

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e superior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores DL₅₀, usando o malation como padrão.

Tabela 7. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópic^a, em fêmeas de *C. maculatus*. Piracicaba, São Paulo, Brasil , 1976/77.

Inseticidas	Doses em µg/inseto		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicidade ^c
	DL ₅₀ ^a	DL ₉₅ ^a		
malatíom	0,684 (0,537-0,878)	5,956 (3,878-10,924)	1,75	100
tetraclorvinfos	0,018 (0,014-0,024)	0,222 (0,135-0,485)	1,53	3800
diclorvos	0,035 (0,017-0,058)	0,137 (0,075-1,822)	2,77	1954
clorpirifos metil	0,048 (0,039-0,060)	0,283 (0,185-0,598)	2,14	1425
lindane	0,304 (0,238-0,388)	2,738 (1,707-5,746)	1,72	225

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e superior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores DL₅₀, usando o malatíom como padrão.

Tabela 8. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópicã, em adultos não sexados, machos e fêmeas de *C. maculatus*. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77.

Inseticidas	Valores DL ₅₀ em µg/inseto			Índices de toxicidade		
	n/sexados	machos	fêmeas	n/sexados	machos	fêmeas
malatium	0,366	0,315	0,684	100	100	100
tetraclorvinfos	0,019	0,011	0,018	1926	2864	3800
diclorvos	0,025	0,034	0,035	1464	926	1954
clorpirifos metil	0,060	0,026	0,048	610	1211	1425
lindane	0,144	0,150	0,304	254	210	225

Tabela 9. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópic
ca, em adultos não sexados de *Z. subfasciatus*. Piracicaba, São
Paulo, Brasil, 1976/77.

Inseticidas	Doses em µg/inseto		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicidade ^c
	DL ^a 50	DL ^a 95		
malatium	0,039 (0,029-0,051)	0,470 (0,295-0,916)	1,53	100
tetraclorvinfos	0,076 (0,057-0,103)	1,182 (0,665-2,765)	1,38	51
diclorvos	0,032 (0,024-0,043)	0,512 (0,288-1,208)	1,37	122
clorpirifos metil	0,015 (0,011-0,022)	0,500 (0,234-1,572)	1,08	260
lindane	0,114 (0,084-0,159)	2,934 (1,527-7,625)	1,17	34

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e superior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores DL₅₀, usando o malatium como padrão

Tabela 10. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópic, em machos de *Z. subfasciatus*. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77.

Inseticidas	Doses em $\mu\text{g}/\text{inseto}$		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicidade ^c
	DL ₅₀ ^a	DL ₉₅ ^a		
malatium	0,111 (0,085-0,148)	1,161 (0,683-2,612)	1,61	100
tetraclorvinfos	0,088 (0,073-0,105)	0,440 (0,314-0,733)	2,35	126
diclorvos	0,029 (0,025-0,034)	0,105 (0,076-0,184)	2,93	383
clorpirifos metil	0,031 (0,026-0,035)	0,093 (0,074-0,133)	3,43	358
lindane	0,118 (0,092-0,152)	0,892 (0,554-1,925)	1,87	94

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e superior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores DL₅₀, usando o malatium como padrão.

Tabela 11. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópic-a, em fêmeas de *Z. subfasciatus*. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77.

Inseticidas	Doses em µg/inseto		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicidade ^c
	DL ₅₀ ^a	DL ₉₅ ^a		
malatíom	0,108 (0,081-0,149)	1,504 (0,816-3,944)	1,44	100
tetraclorvinfos	0,120 (0,095-0,151)	0,808 (0,509-1,791)	1,99	90
diclorvos	0,025 (0,017-0,033)	0,245 (0,149-0,599)	1,65	432
clorpirifos metil	0,045 (0,039-0,053)	0,156 (0,124-0,218)	3,08	240
lindane	0,273 (0,158-0,544)	3,516 (1,270-62,334)	1,48	39

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e superior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores DL₅₀, usando o malatíom como padrão.

Tabela 12. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópic
ca, em adultos não sexados, machos e fêmeas de *Z. subfasciatus*.
Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77.

Inseticidas	Valores DL ₅₀ em µg/inseto			Índices de toxicidade		
	n/sexados	machos	fêmeas	n/sexados	machos	fêmeas
malatium	0,039	0,111	0,108	100	100	100
tetraclorvinfos	0,076	0,088	0,120	51	126	90
diclorvos	0,032	0,029	0,025	122	383	432
clorpirifos metil	0,015	0,031	0,045	260	358	240
lindane	0,114	0,118	0,273	34	94	39

Tabela 13. Toxicidade comparativa de inseticidas, através de aplicação tópic
ca, em adultos não sexados de *A. obtectus*. Piracicaba, São Pau
lo, Brasil, 1976/77.

Inseticidas	Doses em µg/inseto		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicidade ^c
	DL ₅₀ ^a	DL ₉₅ ^a		
malatim	0,100 (0,085-0,116)	0,396 (0,307-0,580)	2,76	100
tetraclorvinfos	0,023 (0,018-0,026)	0,062 (0,049-0,099)	3,84	435
diclorvos	0,042 (0,027-0,057)	0,502 (0,330-0,991)	1,53	238
clorpirifos metil	0,046 (0,038-0,055)	0,224 (0,156-0,405)	2,39	217
lindade	0,168 (0,136-0,208)	1,571 (1,020-2,965)	1,69	59

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e superior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores DL₅₀, usando o malatim como padrão.

Tabela 14. Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos não sexados de *C. maculatus*. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977.

Inseticidas	Dosagens em mg/ml		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicidade ^c
	CL ₅₀ ^a	CL ₉₅ ^a		
malatíom	5,695 (4,500-6,809)	14,110 (10,189-39,367)	4,17	100
tetraclorvinfos	0,377 (0,116-0,494)	0,773 (0,560-10,086)	5,28	1511
diclorvos	0,043 (0,038-0,048)	0,149 (0,128-0,183)	3,07	13244
clorpirifos metil	0,030 (0,024-0,036)	0,315 (0,226-0,511)	1,61	18983
lindane	0,177 (0,074-0,321)	1,667 (0,697-36,543)	1,69	3217

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e superior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores CL₅₀, usando o malatíom como padrão.

Tabela 15. Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos não sexados de *Z. subfasciatus*. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977.

Inseticidas	Dosagens em mg/ml		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicidade ^c
	CL ₅₀ ^a	CL ₉₅ ^a		
malatíom	1,057 (0,914-1,215)	2,040 (1,666-2,993)	5,76	100
tetraclorvinfos	4,816 (4,583-5,036)	7,079 (6,564-7,926)	9,83	22
diclorvos	0,068 (0,062-0,075)	0,275 (0,225-0,357)	2,72	1554
clorpirifos metil	0,013 (0,012-0,014)	0,049 (0,041-0,063)	2,80	8131
lindane	0,586 (0,480-0,724)	4,441 (2,980-7,860)	1,87	180

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e superior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores CL₅₀, usando o malatíom como padrão.

Tabela 16. Toxicidade comparativa de inseticidas, impregnados em papel de filtro, para adultos não sexados de *A. obtectus*. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977.

Inseticidas	Dosagens em mg/ml		Coeficientes angulares(b)	Índices de toxicidade ^c
	CL ₅₀ ^a	CL ₉₅ ^a		
malatim	3,685 (3,045-4,855)	7,013 (5,144-38,490)	5,89	100
tetraclorvinfos	0,653 (0,415-0,845)	1,367 (1,005-4,155)	5,12	564
diclorvos	0,253 (0,227-0,280)	0,980 (0,780-1,095)	2,97	1456
clorpirifos metil	0,053 (0,045-0,060)	0,138 (0,110-0,208)	3,92	6953
lindane	0,225 (0,185-0,265)	3,125 (2,243-4,931)	1,44	1638

a - Os valores entre parêntesis são os limites de confiança inferior e superior, com 95% de probabilidade.

c - Baseados nos valores CL₅₀, usando o malatim como padrão.

5.3. Tratamento do feijão *Phaseolus vulgaris* L. com inseticidas e talco mineral

5.3.1. Ensaio com *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833)

Os resultados da eficiência residual de inseticidas e talco mineral, na proteção do feijão armazenado contra o ataque de *Z. subfasciatus*, são apresentados nas Tabelas 17, 18, 19 e 20.

Em termos de percentagens de mortalidade, houve completa proteção das amostras tratadas com 10 ppm de melatim e 5 ppm de tetraclorvinfos e pirimifos metil, durante 5 meses de armazenamento. Estes inseticidas, também foram os mais eficientes, quando comparados os parâmetros de oviposição, emergência da primeira geração da praga e percentagens de grãos perfurados, nas avaliações efetuadas (Tabelas 18, 19 e 20, respectivamente). Clorpirifos metil a 10 ppm apresentou 100% de mortalidade nas duas primeiras observações; aos 3 meses foi eficiente, apenas nas concentrações de 20 e 30 ppm. Na última observação, forneceu mortalidades de 62% na dosagem de 30 ppm.

Confrontando-se os resultados do número de ovos/100 grãos, número de insetos emergidos e percentagens de grãos danificados, verifica-se que os inseticidas tetraclorvinfos e clorpirifos metil apresentaram um comportamento equivalente nas dosagens de 5 e 10 ppm, respectivamente, nas duas primeiras avaliações; aos 3 e 5 meses de armazenamento, clorpirifos metil a 20 ppm foi inferior a tetraclorvinfos a 10 ppm. Pirimifos metil foi altamente eficiente, protegendo o feijão contra a oviposição, emergência da praga

na sua primeira geração e presença de grãos danificados, durante todo o período de observações, sendo superior ao tetraclorvinfos e clorpirifos metil a 5 e 30 ppm, respectivamente, e equivalente ao malatim na concentração de 10 ppm.

Talco mineral proporcionou baixas mortalidades e, via de regra, foi semelhante à testemunha, no tocante ao número de ovos em 100 grãos, emergência de insetos e percentagens de grãos danificados, em todas as avaliações efetuadas.

Os resultados obtidos sugerem que os inseticidas, pirimifos metil e malatim, mesmo nas menores dosagens e tetraclorvinfos a 10 ppm, exerceram rápido efeito de "Knock-down" e mortalidades sobre *Z. subfasciatus*, evitando a oviposição e, conseqüentemente, a emergência de progênie durante todo o período de armazenamento. Com referência ao clorpirifos metil, os melhores efeitos foram observados nas concentrações de 20 e 30 ppm, até a avaliação de 3 meses. Na observação de 5 meses, mesmo a 30 ppm não preveniu a oviposição, emergência de adultos e número de grãos danificados. Talco mineral, devido provavelmente ao lento efeito de "Knock-down", foi ineficiente em todas as dosagens, não prevenindo a oviposição, emergência e percentagens de grãos danificados, equivalendo-se à testemunha, nas amostragens logo após o tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. SOARES DE GOUVEIA *et alii* (1961) compararam as eficiências dos pós inertes, talco e diatomita, usando bio-análise com *Z. subfasciatus*. Em todas as concentrações empregadas, diatomita foi superior ao talco nos efeitos mais rápidos de "Knock-down" + mortalidades, proporcionando uma diminuição acentuada no número de *Z. subfasciatus* emergidos. Em trabalho semelhante,

SOARES DE GOUVEIA (1959) verificou que o lindane, tendo a bentonita como inerte, foi eficaz em prevenir a emergência de *Z. subfasciatus*, quando comparado com pós de bentonita.

SALAS e RUPPEL (1959), usando o parâmetro de mortalidade, demonstraram que 10 ppm de malatim foram suficientes na proteção do feijão contra *Z. subfasciatus*, durante 6 meses de armazenamento, estando de acordo com os resultados desta pesquisa.

BITRAN *et alii* (1971) recomendaram o uso de malatim nas dosagens de 10, 20 e 40 ppm, visando o controle de *Z. subfasciatus* em feijão armazenado. Os grãos só deverão ser consumidos, decorridos os prazos de 60, 150 e 180 dias, respectivamente, quando os resíduos presentes estão abaixo do limite de tolerância de 8 ppm.

Estudando os efeitos de inseticidas na oviposição, BASTOS (1965a) observou que o malatim a 20 ppm, exerceu um forte grau de repelência sobre a postura de *Callosobruchus analis* (Fabr., 1775) em sementes de *Vigna sinensis* (L.) Savi. GOUHAR *et alii* (1974) demonstraram que o malatim e lindane a 32 ppm, reduziram a média do número de ovos de *Callosobruchus chinensis* (L., 1758) em sementes de *V. sinensis*, quando comparados ao triclorfom e carbaril na concentração de 200 ppm.

O tratamento dos grãos armazenados com pós inseticidas, em mistura direta, embora altamente eficiente contra as pragas, tem como inconvenientes a presença de pós residuais, aliado ao odor de certos inseticidas, contribuindo para a desvalorização dos produtos.

Na presente investigação, todas as amostras tratadas com os inseticidas malatíom, tetraclorvinfos, clorpirifos metil, pirimifos metil e o inerte, talco, apresentaram pós residuais aderidos às sementes e depositados no fundo dos recipientes que acondicionavam os grãos. Clorpirifos metil conferiu um péssimo aspecto comercial aos grãos, não justificando, desta forma, o seu emprego na preservação do feijão armazenado, na formulação em pó seco. Os inseticidas malatíom, tetraclorvinfos e pirimifos metil afetaram em menor proporção, o aspecto comercial dos grãos. Por conseguinte, a remoção dos pós inseticidas antes da comercialização dos cereais torna-se uma medida essencial, necessitando, todavia, de estudos sob o ponto de vista econômico. As amostras tratadas com malatíom continham odor desagradável; no entanto, este inconveniente pode ser atenuado com a utilização do malatíom desodorizado. Os outros inseticidas conferiram odores pouco perceptíveis, não chegando a comprometer a qualidade dos grãos, quando comparados ao malatíom.

SALAS e RUPPEL (1959) recomendaram nos estudos de toxicidade, a inclusão de pesquisas relativas ao odor e sabor das amostras de cereais tratadas com inseticidas. Neste particular, *BRAVO et alii (1960)* verificaram que o feijão cozido tratado com malatíom não apresentou sabor desagradável.

Com base nas observações anteriormente apontadas, é viável a condução de pesquisas sobre a eficiência de formulações líquidas de inseticidas, incluindo as piretrinas, sobre os bruquídeos do feijão armazenado, acompanhadas de provas referentes ao odor e sabor dos grãos tratados.

Outro aspecto relevante a ser considerado, reside no conhecime

mento da persistência e degradação dos inseticidas utilizados na proteção dos grãos armazenados, para a indicação do tóxico mais eficiente e seguro sob o ponto de vista toxicológico. Com referência ao malatim, *SOARES DE GOUVEIA (1965)* verificou que as dosagens de 8 e 16 ppm forneceram resíduos de 0,65 e 2,29 ppm respectivamente, 4 meses após o tratamento do feijão *P. vulgaris*. Com apoio nestes resultados, o malatim a 10 ppm pode ser recomendado com segurança na proteção do feijão armazenado, contra o ataque de *Z. subfasciatus*, sem riscos de intoxicação aos consumidores.

A ausência do limite de tolerância para pirimifos metil na legislação brasileira, bem como a carência de informações sobre a persistência dos seus resíduos, impossibilita a indicação, de imediato, deste tóxico na preservação do feijão que se destina ao consumo humano ou animal. Em grãos de milho, *LAHUE e DICKE (1976)* encontraram resíduos de 3,0 ppm de pirimifos metil, correspondente ao depósito inicial de 8,4 ppm, 12 meses após o tratamento. Em grãos de sorgo, a degradação do tóxico seguiu a mesma tendência: depósito de 8,4 ppm forneceu, no mesmo período de armazenamento, resíduos de 3,7 ppm (*LAHUE e DICKE, 1977*).

Para tetraclorvinfos, o limite de tolerância em feijão no Brasil foi fixado em 1 ppm. No entanto, a falta de pesquisas na literatura consultada sobre a persistência dos resíduos em feijão armazenado, impossibilita a sua recomendação com segurança.

Tabela 17. Percentagens médias de mortalidade em adultos de *Z. subfasciatus*, após 48 horas de exposição em amostras de feijão *P. vulgaris* tratadas com inseticidas e talco, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo Brasil, 1976/77.

Tratamentos	Dosagens (ppm)	Após o tratamento	Avaliações(%)		
			Meses após o tratamento		
			01	03	05
testemunha	-	0	0	0	0
	-	14	9	4	9
talco	-	22	11	6	7
	-	22	15	6	10
malation	10	100	100	100	100
	20	100	100	100	100
	30	100	100	100	100
tetraclorvinfos	5	100	100	100	100
	10	100	100	100	100
	15	100	100	100	100
clorpirifos metil	10	100	100	39	7
	20	100	100	92	26
	30	100	100	99	62
pirimifos metil	5	100	100	100	100
	10	100	100	100	100
	15	100	100	100	100

Tabela 18. Percentagens médias de ovos de *Z. subfasciatus* em amostras de feijão *P. vulgaris* tratadas com inseticidas e talco, após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77.

Tratamentos	Dosagens (ppm)	Após o tratamento	Avaliações(%)		
			Meses após o tratamento		
			01	03	05
testemunha	-	45	39	56	56
	-	42	35	40	51
talco	-	41	39	38	57
	-	39	39	34	48
malatium	10	1	0	0	0
	20	0	0	0	0
	30	0	0	0	0
tetraclorvinfos	5	4	4	3	8
	10	0	0	0	0
	15	0	0	0	0
clorpirifos metil	10	3	2	21	44
	20	0	0	2	28
	30	0	0	0	14
pirimifos metil	5	0	0	0	0
	10	0	0	0	0
	15	0	0	0	0

Tabela 19. Número médio de *Z. subfasciatus* emergidos de 30 g de feijão *P. vulgaris* tratado com inseticidas e talco, após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77.

Tratamentos	Dosagens (ppm)	Após o tratamento	Avaliações		
			Meses após o tratamento		
			01	03	05
testemunha	-	50	46	77	87
	-	48	41	52	71
talco	-	46	43	42	72
	-	45	44	41	76
malation	10	1	0	0	0
	20	0	0	0	0
	30	0	0	0	0
tetraclorvinfos	5	5	6	2	4
	10	0	0	0	0
	15	0	0	0	0
clorpirifos metil	10	4	4	28	72
	20	0	0	1	29
	30	0	0	0	5
pirimifos metil	5	0	0	0	0
	10	0	0	0	0
	15	0	0	0	0

Tabela 20. Percentagens médias de grãos danificados por *Z. subfasciatus* em amostras de feijão *P. vulgaris* tratadas com inseticidas e talco, após 48 horas de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1976/77.

Tratamentos	Dosagens (ppm)	Após o tratamento	Avaliações (%)		
			Meses após o tratamento		
			01	03	05
testemunha	-	15	30	27	35
	-	12	24	15	25
talco	-	12	26	14	19
	-	12	26	11	22
malation	10	1	0	0	0
	20	0	0	0	0
	30	0	0	0	0
tetraclorvinfos	5	2	2	1	1
	10	0	0	0	0
	15	0	0	0	0
clorpirifos metil	10	2	1	7	16
	20	0	0	1	10
	30	0	0	0	2
pirimifos metil	5	0	0	0	0
	10	0	0	0	0
	15	0	0	0	0

5.3.2. Ensaio com *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831)

Os resultados da avaliação das percentagens de mortalidade de *A. obtectus*, decorridas 48 horas e 5 dias de exposição em amostras de feijão *Phaseolus vulgaris* L. tratadas com inseticidas e talco, em observações após o tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento, encontram-se na Tabela 21.

Os inseticidas malation, tetraclorvinfos e pirimifos metil apresentaram igual eficiência, durante todo o período de observações, conferindo mortalidade de 100% em todas as dosagens e nos períodos de exposição de 48 horas e 5 dias. Talco mineral foi ineficiente, provocando baixas mortalidades, logo após o tratamento e nas amostragens de 1, 3 e 5 meses. Por outro lado, exerceu um lento efeito de "Knock-down", como pode ser evidenciado pelo incremento das percentagens de mortalidade, no período de 5 dias de exposição dos insetos e nas diferentes épocas de observação. Comparando-se os resultados das Tabelas 17 e 21, verifica-se que o talco foi mais eficiente no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) em comparação a *A. obtectus*, muito embora as baixas percentagens de mortalidade não justifiquem o seu emprego sob o ponto de vista prático.

Analisando-se os parâmetros de emergência da primeira geração de *A. obtectus* e percentagens de grãos perfurados expressos nas Tabelas 22 e 23, respectivamente, vê-se que os inseticidas malation, tetraclorvinfos e pirimifos metil, mesmo nas menores dosagens, tiveram um comportamento equivalente, prevenindo a emergência de *A. obtectus* e presença de grãos danificados durante as observações efetuadas. Com referência ao talco, nas dosa-

gens de 0,5 e 1,0 g/kg de grãos e nas diferentes épocas de observação, foi significativamente inferior aos tratamentos inseticidas e levemente superior à testemunha, somente por ter conferido uma mortalidade pouco expressiva sobre a praga. Resultados semelhantes sobre a eficiência do talco em *A. obtectus*, foram obtidos por *SOARES DE GOUVEIA et alii* (1961). Os efeitos extremamente lentos do talco em provocar "Knock-down" + mortalidades, foram suficientes para o aumento expressivo do número de insetos emergidos, por proporcionar maiores chances de oviposição da praga. *CHIU* (1939) observou a seguinte ordem de eficiência de pós inertes no controle de *A. obtectus*: bentonita > carbonato de magnésio > sílica cristalina > sílica amorfa > talco.

Com referência ao tratamento do feijão com pós inseticidas, em mistura direta, *SALAS e RUPPEL* (1959) mostraram que o malatium a 10 ppm preservou o feijão contra *A. obtectus* durante 3 meses de armazenamento, conferindo 100% de mortalidades, no período de exposição de 120 horas. *BITRAN e CAMPOS* (1975b), baseando-se no critério de mortalidade, compararam a eficiência residual dos inseticidas malatium, tetraclorvinfos e pirimifos metil, em ensaios biológicos com *A. obtectus*. Os resultados demonstraram que o tetraclorvinfos a 8 e 15 ppm e pirimifos metil a 15 ppm, foram mais eficientes em relação ao malatium na dosagem de 15 ppm, 6 meses após o tratamento do feijão *P. vulgaris*. Estes resultados discordam daqueles obtidos pelo autor desta pesquisa, que não encontrou diferenças entre as eficiências do malatium a 10 ppm e tetraclorvinfos e pirimifos metil a 5 ppm, quando comparados os parâmetros de mortalidade, emergência de progênie de *A. obtectus* e percentagens de grãos danificados, no período de observações de 5 meses. No entanto, a falta de informações sobre a umidade das sementes, condições ex-

perimentais de temperatura e umidade relativa e idade dos insetos, utilizados no experimento de *BITRAN e CAMPOS (1975b)*, impede o estabelecimento de discussões acerca das diferenças entre os resultados alcançados.

Com relação aos inconvenientes apresentados no tratamento dos grãos de feijão e outros cereais com inseticidas formulados em pós secos, bem como os aspectos sobre a persistência e degradação dos inseticidas, são válidas, para o presente caso, as mesmas observações referidas no item 5.3.1.

Tabela 21. Percentagens médias de mortalidade em adultos de *A. obtectus*, após 48 horas e 5 dias de exposição em amostras de feijão *P. vulgaris* tratadas com inseticidas e talco, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Pi racicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78.

Tratamentos	Dosagens (ppm)	Após o tratamento	Avaliações (%)						
			Meses após o tratamento						
			48 h	5 dias	01	03	05		
testemunha	-	0	0	0	0	0	0	0	0
talco	-	0	5	0	7	0	0	0	2
	-	0	13	5	12	0	3	0	2
malatium	10	100	100	100	100	100	100	100	100
	20	100	100	100	100	100	100	100	100
tetraclorvinfos	5	100	100	100	100	100	100	100	100
	10	100	100	100	100	100	100	100	100
pirimifos metil	5	100	100	100	100	100	100	100	100
	10	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela 22. Número médio de *A. obtectus* emergidos de 30 g de feijão *P. vulgaris* tratado com inseticidas e talco, após 5 dias de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78.

Tratamentos	Dosagens (ppm)	Avaliações			
		Após o tratamento	Meses após o tratamento		
			01	03	05
testemunha	-	263	243	165	172
talco	-	200	143	162	146
	-	112	119	79	136
malation	10	0	0	0	0
	20	0	0	0	0
tetraclorvinfos	5	0	0	1	0
	10	0	0	0	0
pirimifos metil	5	0	0	0	0
	10	0	0	0	0

Tabela 23. Percentagens médias de grãos danificados por *A. obtectus* em amostras de feijão *P. vulgaris* tratadas com inseticidas e talco, após 5 dias de exposição dos adultos, em avaliações em seguida ao tratamento dos grãos e nos intervalos de 1, 3 e 5 meses de armazenamento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 1977/78.

Tratamentos	Dosagens (ppm)	Avaliações (%)			
		Após o tratamento	Meses após o tratamento		
			01	03	05
testemunha	-	49	50	43	39
talco	-	43	23	30	33
	-	32	22	16	34
malatium	10	0	0	0	0
	20	0	0	0	0
tetraclorvinfos	5	0	0	0	0
	10	0	0	0	0
pirimifos metil	5	0	0	0	0
	10	0	0	0	0

6. CONCLUSÕES

Coerente com os resultados obtidos, conclui-se que:

6.1. ocorre maior sensibilidade dos adultos não sexados de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) aos inseticidas tetraclorvinfos, diclorvos, clorpirifos metil e lindane, quando comparados ao malatium, nas técnicas de aplicação tópica e impregnação de papel de filtro;

6.2. existem diferenças na suscetibilidade entre machos e fêmeas de *C. maculatus* a aplicações tópicas dos inseticidas testados, sendo as fêmeas mais resistentes;

6.3. os inseticidas clorpirifos metil, diclorvos e malatium, mostram uma maior toxicidade para *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) não sexados, através de aplicação tópica. Nos testes com impregnação de papel de filtro, obteve-se o melhor comportamento com clorpirifos metil, diclorvos, lindane e malatium;

6.4. as diferenças na suscetibilidade entre os sexos de *Z. subfasciatus*, não se mostraram tão evidentes como em *C. maculatus*: machos são mais sensíveis ao diclorvos, clorpirifos metil e tetraclorvinfos; fêmeas

apresentaram-se mais suscetíveis ao diclorvos, clorpirifos metil e malatim;

6.5. dos inseticidas testados, apenas o lindane foi menos eficiente que o malatim para adultos não sexados de *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831), em aplicação tópica. Na técnica de impregnação de papel de filtro, os produtos em estudo superaram a toxicidade do malatim.

6.6. na maioria dos casos, há incremento da toxicidade dos inseticidas impregnados em papel de filtro, para as populações de adultos não sexados de *C. maculatus*, *Z. subfasciatus* e *A. obtectus*.

6.7. a técnica de impregnação de papel de filtro, pela sua simplicidade, facilidade de execução, eficiência e homogeneidade mais acentuada na resposta das populações dos bruquídeos aos tóxicos, pode substituir com vantagens o método de aplicação tópica, nas investigações sobre a toxicidade e detecção da resistência de pragas dos grãos armazenados a inseticidas;

6.8. malatim a 10 ppm e pirimifos metil e tetraclorvinfos a 5 e 10 ppm, respectivamente, protegem o feijão *Phaseolus vulgaris* L. contra *Z. subfasciatus*, durante 5 meses de armazenamento, quando comparados os parâmetros de mortalidade, oviposição, emergência de adultos e percentagens de grãos perfurados;

6.9. clorpirifos metil, por conferir um péssimo aspecto comercial aos grãos tratados e pela sua baixa eficiência, mesmo a 20 ppm, não deve ser recomendado no controle de *Z. subfasciatus*, na formulação em pó seco;

6.10. os inseticidas pirimifos metil, malatim e tetraclorvinfos, nas concentrações de 5, 10 e 5 ppm, respectivamente, preservam o feijão armazenado contra o ataque de *A. obtectus*, conferindo mortalidades de 100%,

evitando a emergência de progênie e presença de grãos danificados, no período de 5 meses de armazenamento;

6.11. é necessário o desenvolvimento de pesquisas sobre a eficiência de formulações líquidas de inseticidas, incluindo as piretrinas, em feijão armazenado, acompanhadas de provas relativas ao odor e sabor das amostras tratadas;

6.12. urge a necessidade de investigações sobre a persistência e degradação dos inseticidas utilizados na proteção dos cereais armazenados, para a indicação do produto mais eficiente e seguro sob o ponto de vista toxicológico.

7. SUMMARY

This paper deals with the evaluation of the susceptibility of populations of *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) and *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera, Bruchidae) to the insecticides malathion, tetrachlorvinphos, dichlorvos, chlorpyrifos-methyl and lindane, by using topical application and filter paper impregnation techniques. The efficiency of the insecticides plus talcum mixed with *Phaseolus vulgaris* L. stored grains was also investigated for protection during a 5-month period.

All the experiments were conducted at "Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de'Queiroz" - USP from May 1976 to January 1978. Temperature and relative humidity were kept at $28^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and $70 \pm 10\%$, respectively.

Toxicity evaluation was based on LD_{50} and LC_{50} values and malathion was taken as standard for the calculation of relative toxicity. The data were analyzed at the "Centro de Computação Eletrônica da Universi-

dade de São Paulo" by using the Probit Program Analysis, as described by DAUM (1973).

Concerning the topical application technique, tetrachlorvinphos was found to be the most toxic insecticide for non-sexed adults of *C. maculatus* followed by dichlorvos, chlorpyrifos-methyl, lindane and malathion in a decreasing order. Males of *C. maculatus* were more susceptible to the insecticides than the females. The insecticides presented toxicity indexes greater than that of malathion. Chlorpyrifos-methyl, dichlorvos and malathion were most efficient insecticides for the control of non-sexed adults of *Z. subfasciatus*. Males were more susceptible to dichlorvos, chlorpyrifos-methyl and tetrachlorvinphos, while dichlorvos chlorpyrifos-methyl and tetrachlorvinphos were more efficient to control females. Lindane and tetrachlorvinphos were less potent in relation to malathion for non-sexed adults of *Z. subfasciatus*. Tetrachlorvinphos, dichlorvos, and chlorpyrifos-methyl presented toxicity indexes greater than that of malathion for the males. Chlorpyrifos-methyl, and dichlorvos were more toxic than malathion for the females. Malathion was more efficient than tetrachlorvinphos for females and more efficient than lindane for both sexes. Concerning *A. obtectus*, tetrachlorvinphos, dichlorvos and chlorpyrifos-methyl were more toxic than malathion, and the greatest efficiency was obtained with tetrachlorvinphos.

There was similarity in the results of the toxicity on both techniques, topical application and filter paper impregnation, for non-sexed adults of *C. maculatus*. *Z. subfasciatus* was more susceptible to chlorpyrifos-methyl followed by dichlorvos, lindane, malathion and tetrachlorvinphos,

when the filter paper impregnation technique was used. For *A. obtectus*, tetrachlorvinphos, dichlorvos, chlorpyrifos-methyl and lindane were more potent in relation to malathion in this bio-assay technique. Due to its simplicity, easiness of doing, efficiency, and a more pronounced homogeneity on the responses of bruchid populations to the toxicants, the filter paper impregnation technique can advantageously substitute the topical method when one investigates toxicity and insecticide resistance on stored grain pests.

The insecticides malathion 10 ppm, pirimiphos-methyl 5 ppm and tetrachlorvinphos 10 ppm, plus talcum and mixed with the grains prevented beans against the attacks of *Z. subfasciatus* a 5-month storage period, when compared with the parameters: mortality, oviposition, progeny emergence, and percentage of damaged grains. Chlorpyrifos-methyl in dust formulation should not be recommended for stored bean protection due to its low efficiency and the poor commercial aspect it gives to the grains. In trials with *A. obtectus*, using malathion 10 ppm, pirimiphos-methyl 5 ppm and tetrachlorvinphos 5 ppm, the results showed 100% mortality, prevented adult emergence and avoid damaged grains during 5-month storage period. There is a strong need of research in Brazil dealing with the efficiency of liquid formulation of insecticides, pyrethrins included, in stored bean, followed by smell and flavor proofs, as well as investigations on persistence and degradation of insecticides in grains, in order to have efficient and safe toxicant recommendation.

8. LITERATURA CITADA

- ABDEL-RAHIM, W.A. e A. ABDEL-WAHAB. 1973. Sterilization of the southern cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Bull. ent. Soc. Egypte. econ. Ser.*, Cairo, 7: 31-36.
- ABDEL-WAHAB, A.M.; W.A. ABDEL-RAHIM e M. RIZK. 1974. Comparative susceptibility of male and female southern cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.), to thirteen insecticides. *Bull. ent. Soc. Egypte. econ. Ser.*, Cairo, 8: 63-68.
- BANG, Y.H. 1963. Laboratory evaluation of several chemical protectants against the southern cowpea weevil, *Callosobruchus chinensis*, on stored dried beans in Korea. *J. econ. Ent.*, College Park, 56: (5) 588-591.
- BASTOS, J.A.M. 1965(a). Ação de alguns inseticidas orgânicos e sintéticos sobre *Callosobruchus analis* Fabr., 1775 (Col., Bruchidae). I. Ação preventiva do malathion e das misturas lindano e DDT. *Turrialba*, 15(2): 145-147.

- BASTOS, J.A.M. 1965(b). Ação de alguns inseticidas orgânicos sintéticos sobre *Callosobruchus analis* Fabr., 1775, (Col., Bruchidae). II. Ação curativa do malathion. *Turrialba* 15(2): 147-149.
- BASTOS, J.A.M. 1973(a). Avaliação dos prejuízos causados pelo gorgulho *Callosobruchus maculatus*, em amostras de feijão de corda, *Vigna sinensis*, colhidas em Fortaleza, Ceará. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 8(7): 131-132.
- BASTOS, J.A.M. 1973(b). Avaliação dos prejuízos causados pelo envelhecimento do feijão de corda, *Vigna sinensis* Endl, em Fortaleza, Ceará, Brasil. *Pesq. agropec. Nord.*, Recife, 5(1): 37-40.
- BATO, S.M. e F.F. SANCHEZ. 1972. The biology and chemical control of *Callosobruchus chinensis* (Linn.) (Coleoptera: Bruchidae). *Phillipp. Entomologist*, Laguna, 2(3): 167-182.
- BITRAN, E.A. e T.B. CAMPOS. 1975(a). Ação específica de piretróides sinergizados no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. e possibilidades de seu emprego na proteção de grãos armazenados. *O Biológico*, São Paulo, 41(10): 287-293.
- BITRAN, E.A. e T.B. CAMPOS. 1975(b). A preservação do feijão armazenado em função do ataque de *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera, Bruchidae). In: XXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Belo Horizonte, p. 610-611.

- BITTRAN, E.A.; T.B. CAMPOS e R.D. CAVALCANTE. 1971. Pragas do feijão e seu controle. In: *Anais do I Simpósio Brasileiro do Feijão*; Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, p. 283-302.
- BONDAR, G. 1936. Notas biológicas sobre bruchídeos observados no Brasil. *Arq. Inst. Biol. veg.*, Rio de Janeiro, 3(1): 7-44.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. 1972. *Resíduos de pesticidas em alimentos*. Brasília, 47 p.
- BRAVO, G. 1957. Desinfestación de bodegas: Comparación de cuatro insecticidas usados en la desinfestación de bodegas para granos almacenados. *Agricultura trop.*, Bogotá, 13(10): 601-605.
- BRAVO, G., A. SALDARRIAGA e C. CARMONA. 1960. Ensayos de insecticidas en polvo para la protección de granos almacenados. *Agricultura trop.*, Bogotá, 16(5): 300-313.
- CANDIA, D.Z. e D. BARNES. 1959. El clima afecta el poder residual de los insecticidas. *Agricultura téc. Méx.*, México, 8: 34-37.
- CARVALHO, R.P.L. e C.J. ROSSETO. 1968. Biología de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann). *Revta. bras. Ent.*, São Paulo, 13: 105-130.
- CHAMP, B.R. e M.J. CAMPBELL-BROWN. 1970. Insecticide resistance in Australian *Tribolium castaneum* (Herbst). I. A test method for detecting insecticide resistance. *J. stored Prod. Res.*, London, 6(1): 53-70.

- CHIU, S.F. 1939. Toxicity studies of so-called "inert" materials with the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say). *J. econ. Ent.*, College Park, 32(2): 240-248.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1976. *Informe Anual*. Cali, p. A1 - A91.
- COGBURN, R.R. 1976. Pirimiphos-methyl as protectant for stored rough rice: small bin tests. *J. econ. Ent.*, College Park, 69(3): 369-373.
- DAUM, R.J. 1973. *A revision of two computer programs for probit analysis FORTRAN IV, 6 level*. Hyattsville, Md., Plant Protection and Quarantine Programs. 15 p.
- DAVIES, J.C. 1972. A note on the occurrence of *Zabrotes subfasciatus* Boh., (Coleoptera, Bruchidae) on legumes in Uganda. *E. Afric. agric. Forestry J.*, Nairobi, 37(4): 294-299.
- DESMORAS, J.; J. FOURNEL e J. METIVIER. 1960. Activités acaricides et insecticides au laboratoire et en série d'un nouvel ester phosphorique: L'etion ou 8.167 R.P. *Phytiat. Phytopharm*, Paris, 9(2): 75-85. Apud *Rev. appl. Ent., ser. A, Agricultural*, London, 50: 603-604, 1962.
- EL-RAFIE, M.S.; A.A. SALIM e A.M. SOBELHA. 1974(a). Evaluation of the comparative toxicity of bioallethrin, malathion and Sevin on the southern cowpea weevil. *Bull. ent. Soc. Egypte. econ. Ser.*, Cairo, 8: 187-196.

- EL-RAFIE, M.S.; A.A. SELIM e A.M. SOBELHA. 1974(b). Evaluation of the comparative effectiveness of certain inert dusts on southern cowpea weevil, *Callosobruchus chinensis*. *Bull. ent. Soc. Egypte. econ. Ser.*, Cairo, 8: 153-161.
- FAO. 1970. Métodos recomendados para la detección y medición de la resistencia de plagas agrícolas a los plaguicidas. Método provisional para adultos del gorgojo de la harina y del afrecho, *Tribolium castaneum* (Herbst). Método nº 6 de la Fao. *BoIn. fitosanit.*, Roma, 18: 107-113.
- FAO. 1974. Métodos recomendados para la detección y medición de la resistencia de plagas agrícolas a los plaguicidas. Método provisional para gorgojos adultos importantes en cereales almacenados, con malathion e lindano. *BoIn. fitosanit.*, Roma, 22: 127-137.
- GOUHAR, K.A.; M.M. MANSOUR e I.I. ISMALL. 1974. The effectiveness of four toxicants against the southern cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Bull. ent. Soc. Egypte. econ. Ser.*, Cairo, 8: 233-238.
- HALL, R.C.; D.L. BALLEE e G.W. BENNETT. 1973. Persistence and distribution of gardona and dichlorvos in grain and grain products. *J. econ. Ent.*, College Park, 66(2): 315-318.
- HEWLETT, P.S. 1952. Piperonyl butoxide as a constituent of heavy-oil sprays for the control of stored product insects. I. - Piperonyl butoxide as a synergist for pyrethrum and its effect on the persistence of pyrethrum films. *Bull. ent. Res.*, London, 42: 293-310.

- HEWLETT, P.S. 1954. A micro-drop applicator and its use for the treatment of certain small insects with liquid insecticide. *Ann. appl. Biol.*, London, 41(1): 45-64.
- HEWLETT, P.S. e C.J. LLOYD. 1960. Topical application of mobile liquids to insects by means of micro-capillary tubes. *Ann. appl. Biol.*, London, 48(1): 125-133.
- JORDÃO, B.A. e S.R. STOLF. 1973/74. Armazenamento de feijão de mesa a granel em escala industrial. *Coletânea ITAL*, Campinas, 5: 243-279.
- KADOUM, A.M. e D.W. LAHUE. 1974. Penetration of malathion in stored corn, wheat, and sorghum grain. *J. econ. Ent.*, College Park, 67(4): 477-478.
- KADOUM, A.M. e D.W. LAHUE. 1976. Degradation of malathion in corn, wheat, and sorghum grain of high moisture content. *J. econ. Ent.*, College Park, 69(2): 205-206.
- KASHI, K.P. 1972. An appraisal of fenitrothion as a promising grain-protectant. *Int. Pest. Control*, London, 14(1): 20-22.
- KERR, R.W. 1955. A method for the topical application of small measured doses of insecticide solutions to individual insects. *Bull. ent. Res.*, London, 45: 317-321.
- LAHUE, D.W. 1977. Pirimiphos-methyl: gradient of effective doses on hard winter wheat against attack of four species of adult insects. *J. econ. Ent.*, College Park, 70(3): 295-297.

- LAHUE, D.W. e E.B. DICKE. 1976. Evaluating selected protectants for shelled corn against stored-grain insects. *Mkt. Res. Rep.*, Washington, n. 1058, 9 p.
- LAHUE, D.W. e E.B. DICKE. 1977. Evaluation of selected insecticides applied to high moisture sorghum grain to prevent stored grain insect attack. *Mkt. Res. Rep.*, Washington, n. 1063, 10 p.
- LAVADINHO, A.M.P. 1976. Toxicological studies on adult *Sitophilus granarius* (L.). Influence of individual body weight on the susceptibility to DDT and malathion. *J. stored Prod. Res.*, London, 12(4): 215-224.
- LEMON, R.W. 1966. Laboratory evaluation of some organophosphorus insecticides against *Tribolium confusum* Duv. and *T. castaneum* (Hbst.) (Coleoptera, Tenebrionidae). *J. stored Prod. Res.*, London, 1(3): 247-253.
- LEMON, R.W. 1967. Laboratory evaluation of some organophosphorus insecticides against stored product beetles. *J. stored Prod. Res.*, London, 3(4): 283-287.
- LLOYD, C.J. e P.S. HEWLETT. 1959. The relative susceptibility to pyrethrum in oil of coleoptera and lepidoptera infesting stored products. *Bull. ent. Res.*, London, 49: 177-185.
- MACELJSKI, M. e Z. KORUNIC. 1972. A contribution of the knowledge of the mechanism of action of the inert dusts on insects. *Zast Bilja*, Beograd, 23(117/118): 49-64. Apud *Abstr. Entomology*, Philadelphia, 5(2): 1968,1974.

- McDONALD, L.L. e H.B. GILLENWATER. 1967. Relative toxicity of Bay 77488 and Dursban against stored-product insects. *J. econ. Ent.*, College Park, 60(5): 1195-1196.
- McDONALD, L.L. e H.B. GILLENWATER. 1976. Toxicity of pirimiphos-methyl and Bay SRA 7660 to six species of stored-product insects. *J. Ga. ent. Soc.*, Atlanta, 11(2): 110-114.
- McFARLANE, J.A. 1969(a). Control of the bean bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say) by synergized pyrethrins powders. *Pyrethrum Post*, Kenya, 10(1): 1-7.
- McFARLANE, J.A. 1969(b). The effects of synergized pyrethrins and lindane on pre-emergence mortality of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *J. stored Prod. Res.*, London, 5(2): 177-180.
- MELLO, E.J.R. e A.P. TAKEMATSU. 1976. Estudos preliminares de laboratório sobre a ação de inseticidas em *Sitophilus zeamais* Mots., visando detectar resistência. In: XXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Brasília, p. 794.
- MENDES FERREIRA, A. 1961. Subsídios para o estudo de uma praga do feijão (*Zabrotes subfasciatus* Boh. - Coleoptera, Bruchidae) dos climas tropicais. *Garcia de Orta*, Lisboa, 8(3): 559-581.
- MINNETT, W. e R.S. BELCHER. 1969. Determination of malathion and dichlorvos residues in wheat grains by gas-liquid chromatography. *J. stored Prod. Res.*, London, 5(4): 417-421.

- NISA, M. e H. AHMED. 1970. Laboratory evaluation of organic insecticides against pulse weevil in stored chickpeas. *Int. Pest. Control*, London, 12(5): 17-19.
- OLIVEIRA, J.V.; M.A.P. RAMALHO e D. BARBIN. 1977. Avaliação dos prejuízos em feijões *Vigna sinensis* (L.) Savi e *Phaseolus vulgaris* L., devido ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae). *Ecosistema*, Pinhal, 2 (2): 19-22.
- PAJNI, H.R. 1966. Bioassay of insecticides. II. Relative toxicity of films of different insecticides against the adults of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Bruchidae: Coleoptera). *Res. Bull. Panjab Univ. Sci.*, Hoshiarpur, 16: 339-341.
- PARKIN, E.A. e G.T. BILLS. 1955. Insecticidal dusts for the protection of stored peas and beans against bruchid infestation. *Bull. ent. Res.*, London, 46(3): 625-641.
- PARKIN, E.A. e A.A. GREEN. 1943. A film technique for the biological evaluation of pyrethrum-in-oil insecticides for use against stored product insects in warehouses. *Ann. appl. Biol.*, London 30(3): 279-292.
- POTTER, C. 1941. A laboratory spraying apparatus and technique for investigating the action contact insecticides with some notes on suitable tests insects. *Ann. appl. Biol.*, London, 28(2): 142-169.

- PRADHAN, S. e S.S. BHATIA. 1956. Bioassay of insecticides. Part.V. Relative toxicity of some important insecticides to certain species of storage pests. *Indian J. Ent.*, New Delhi, 18(1): 34-40.
- QADRI, S.S. H. 1971. Estimation of malathion residues on paddy, husk and dehusked rice by bioassay using housefly, flour beetle and pulse beetle. *Int. Pest. Control*, London, 13(1): 16-19.
- QURESHI, A.H. 1967. An evaluation of O,O,O'O' - tetramethyl - O,O' - thiodi-p-phenylene phosphorotioate against some stored product insects. *Rep. Niger. stored Prod. Res. Inst.*, Niger: 125-128. Apud *Rev. appl. Ent.*, ser. A. *Agricultural*, London, 58: 77, 1970.
- RAJAK, R.L.; M. GHATE e K. KRISHNAMURTHY. 1973. Bioassay technique for resistance to malathion of stored product insects. *Int. Pest. Control*, London, 15(6): 11-16.
- REDLINGER, L.M. 1976. Pirimiphos-methyl as a protectant for farmers stock peanuts. *J. econ. Ent.*, College Park, 69(3): 377-379.
- ROSSETO, C.J. 1966. Sugestões para o armazenamento de grãos no Brasil. *O Agrônômico*, Campinas, 18: 38-50.
- ROWLANDS, D.G. 1970. The metabolic fate of dichlorvos on stored wheat grains. *J. stored Prod. Res.*, London, 6(1): 19-32.
- ROWLANDS, D.G. 1971. The metabolic of contact insecticides in stored grains. II. 1966-1969. *Residue Rev.*, New York, 34: 91-161.

- RUPPEL, R.F. 1955. Effectiveness of certain residual insecticides in preventing emergence of the bean weevil from infested bean seeds. *J. econ. Ent.*, College Park, 48(6): 757-758.
- SALAS, L. e R.F. RUPPEL. 1959. Efectividad de insecticidas aplicados en polvo para controlar las principales plagas del frijol y del maíz almacenados, em Colombia. *Agricultura trop.*, Bogotá, 15(2): 93-108.
- SALAZAR CAVERO, E.; M.S. GUERRA e C.P. DUTRA DA SILVEIRA. 1976. *Manual de inseticidas e acaricidas: aspectos toxicológicos*. Pelotas, Almará. 345 p.
- SALDARRIAGA, A. 1958. Estudio de los factores que influyen sobre la efectividad de los insecticidas empleados en la protección de granos almacenados. *Agricultura trop.*, Bogotá, 14(10): 619-631.
- SANTOS, J.H.R. 1971. Aspectos da biologia do *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Col., Bruchidae) sobre sementes de *Vigna sinensis* Endl. Piracicaba, ESALQ/USP, 87 p. (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, J.H.R. e F.V. VIEIRA. 1971. Ataque do *Callosobruchus maculatus* F. à *Vigna sinensis* Endl. I - Influência sobre o poder germinativo de sementes da cv. Seridó. *Cienc. agron.*, Fortaleza, 1(2): 71-74.
- SOARES DE GOUVEIA, A.J. 1959. Primeiros resultados de ensaios com pós insecticidas no combate a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) *Boln. Patol. veg. Ent. agric.*, Madrid, 24: 201-218.

SOARES DE GOUVEIA, M.E. 1965. Determinação de resíduos de DDT e malatião em feijão armazenado. *Garcia de Orta*, Lisboa, 13(1): 139-148.

SOARES DE GOUVEIA, A.J.; A.H. PINTO DE MATOS e A. FRAGOSO. 1961. Tratamentos insecticidas no combate às pragas do feijão armazenado. 1 - Pós inertes. *Garcia de Orta*, Lisboa, 9(2): 217-225.

SRIVASTAVA, B.P e S.R. DADHEECH. 1975. Laboratory evaluation of malathion used as a protectant for the prevention of damage by pulse beetles to stored grain (*Cicer arietinum*) - Part II - Persistence of malathion residue. *Bull. Grain. Technol.*, Hapur, 13(3): 151-158.

STRONG, R.G. e D.E. SBUR. 1960. 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.

STRONG, R.G. e D.E. SBUR. 1964. Influence of grain moisture and storage temperature on the effectiveness of five insecticides as grain protectants. *J. econ. Ent.*, College Park, 57(1): 44-47.

STRONG, R.G.; G.J. PARTIDA e D.N. WARNER. 1968. Rearing stored-product insects for laboratory studies: bean and cowpea weevils. *J. econ. Ent.*, College Park, 61(3): 747-751.

SU, H.C.F.; R.D. SPEIRS e P.G. MAHANY. 1972(b). Citrus oils as protectants of black-eyed peas against cowpea weevils: laboratory evaluation. *J. econ. Ent.*, College Park, 65(5): 1433-1436.

- SU, H.C.P.; R.D. SPEIRS e P.G. MAHANY. 1972(a). Toxicity of citrus oils to several stored-product insects: Laboratory evaluation. *J. econ. Ent.*, College Park, 65(5): 1438-1441.
- SUN, Y.P. 1950. Toxicity-index - an improved method of comparing the relative toxicity of insecticides. *J. econ. Ent.*, College Park, 43(1): 45-53.
- TAYLOR, T.A. 1974. Observation on the effects of initial population densities in culture, and humidity on the production of "active" females of *Callosobruchus maculatus* (F.). *J. stored Prod. Res.*, London, 10(2): 113-122.
- WALDER, J.M.M. 1974. Alguns efeitos da radiação gama em *Callosobruchus maculatus* (F., 1792) (Col., Bruchidae). Piracicaba, ESALQ/USP, 69 p. (Dissertação de Mestrado).
- WAQUIL, J.M. 1977. Avaliação de danos e controle químico de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col., Curculionidae) em grãos de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench - em laboratório. Piracicaba, ESALQ/USP, 111 p. (Dissertação de Mestrado).
- WEAVING, A.J.S. 1970. Susceptibility of some bruchid beetles of stored pulses to powders containing pyrethrins and piperonyl butoxide. *J. stored Prod. Res.*, London, 6(1): 71-77.
- WEAVING, A.J.S. 1975. Grain protectants for use under tribal storage conditions in Rhodesia. 1. Comparative toxicities of some insecticides on maize and sorghum. *J. stored Prod. Res.*, London, 11(2): 65-70.

WIENDL, F.M. 1975. A desinfestação de grãos e produtos armazenados por meio de radiações ionizantes. *Boln. Divulg. CENA*, Piracicaba, n. 18, 26 p.

ZETTLER, J.L. 1974. Malathion resistance in *Tribolium castaneum* collected from stored peanuts. *J. econ. Ent.*, College Park, 67(3): 339-340.

ZETTLER, J.L. 1975. Malathion resistance in strains of *Tribolium castaneum* collected from rice in the U.S.A. *J. stored Prod. Res.*, London, 11(2): 115-117.