

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Tese

Efeitos subletais de inseticidas utilizados na cultura do milho sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

Gustavo Storch

Pelotas, 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Gustavo Storch

Efeitos subletais de inseticidas utilizados na cultura do milho sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Linha de pesquisa: Entomologia).

Orientador: Alci Enimar Loeck

Co-Orientador: Mauro Silveira Garcia

Pelotas, 2007

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

S884e Storch, Gustavo

Efeitos subletais de inseticidas utilizados na cultura do milho sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith,1797) (Lepidóptera : Noctuidae) / Gustavo Storch. - Pelotas, 2007.

75f. : il.

Tese (Doutorado em Entomologia) –Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2007, Alci Enimar Loeck, Orientador; co-orientador Mauro Silveira Garcia.

1. Lagarta-do-cartucho 2. Novalurom 3. Controle químico
4. Espinosade 5. Lambdacialotrina 6. Lufenurom 7. Malationa
8. Metoxifenoazida I Loeck, Alci Enimar (orientador) II .Título.

CDD 595.78

Catálogo

Banca examinadora:

Dr. Alci Enimar Loeck (Orientador)

Dr. Douglas Daniel Grützmacher

Dr. Fabrizio Pinheiro Giolo

Dr. Fernando Felisberto da Silva

Dr. Mauro Tadeu Braga da Silva

*Aos meus pais
Rui e Cloé,
Aos meus irmãos
Guilherme e Tiago*
DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pai de Jesus Cristo por Sua grandeza, sabedoria, bondade e justiça e pela beleza da Sua criação. Onde na Sua palavra encontro refúgio nas horas de fraqueza e Sua mão me guia com segurança a cada passo da minha vida.

À minha namorada Luciane Nolasco Leitzke, pela colaboração, carinho, atenção e companheirismo dispensados, principalmente nos finais de semana e no decorrer do curso.

Ao Ministério da Educação, pela oportunidade de cursar o Programa de Pós-graduação através da Universidade Federal de Pelotas e da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” e pela concessão da Bolsa de Estudos através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), para a realização do curso de Doutorado.

Ao Professor Alci Enimar Loeck pela valiosa orientação, confiança, instrução técnica e amizade prestada e dispensada durante o curso e execução dos trabalhos, contribuindo enormemente para minha formação.

Ao Professor Mauro Silveira Garcia pela co-orientação, pelo repasse dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo de sua carreira na área agrônômica.

Ao Professor Anderson Dionei Grützmacher pela amizade e ensinamentos dispensados dentro e fora das aulas.

Aos amigos e colegas que tiveram relevantes participações no desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa: Deividi Magano, Diego Schneider, Ricardo Lorenzetti, Mateus Remor, Felipe Zardo, Fabiana Andersson, Fabrizio Pinheiro Giolo, Marcus Antônio Gonçalves Costa, João Luiz Reichert, Regina da

Silva Borba, Roni de Azevedo, Ana Lúcia Ribeiro, Cristiane Manzoni, Jader Ribeiro Pinto, Eugênio Passos Schroeder.

A todos os alunos do Programa de Pós-graduação em Fitossanidade pelo companheirismo, incentivo, e momentos de alegria e descontração vividos no decorrer do curso.

Agradeço a todos aqueles, que direta ou indiretamente contribuíram para a execução desse trabalho.

Resumo

STORCH, Gustavo. **Efeitos subletais de inseticidas utilizados na cultura do milho sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)(Lepidoptera:Noctuidae)** 2007. 75f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

Dentre as pragas que atacam a cultura do milho, destaca-se a lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Também é encontrada atacando outras culturas como sorgo e algodão, arroz, cana-de-açúcar e pastagem. Sua importância não se deve somente aos prejuízos que causa como também à dificuldade de seu controle. Na maioria das vezes, seu controle é realizado através da utilização de inseticidas. Neste sentido o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos subletais de inseticidas pertencentes a diferentes grupos químicos sobre a população de lagartas. Inicialmente foram realizados bioensaios para a obtenção das curvas de concentração-resposta para lagartas de terceiro ínstar, utilizando a técnica de aplicação tópica de 1 µl na região pró-torácica das lagartas, para inseticidas de ação por contato (malationa e lambdacialotrina) e imersão de cubos de dieta para inseticidas com ação por ingestão (lufenurum, novalurum, metoxifenozida e espinosade). Após a obtenção das concentrações letais através na análise de Probit, avaliou-se os efeitos subletais, utilizando-se as doses correspondentes a CL₁₀. Após a aplicação dos inseticidas, as lagartas foram colocadas em tubos de vidro de 2,5 X 8,5 cm, tamponados com algodão hidrófugo, previamente esterilizados contendo dieta artificial onde foram mantidas até o estágio de pupa. As pupas foram pesadas e sexadas 24 horas após a pupação. As variáveis observadas foram viabilidade larval, pupal, e, peso de pupa. A longevidade foi observada sobre 20 casais individualizados e alimentados com uma solução de mel 10%. Diariamente foi observada a mortalidade dos adultos com a retirada dos mesmos das gaiolas. A contagem dos ovos foi feita a cada dois dias utilizando-se microscópio estereoscópio. Para estudar a viabilidade utilizou-se 20 ovos da segunda e terceira postura utilizando-se 10 repetições. Em conclusão: O piretróide (lambdacialotrina - Karate Zeon® 50 SC) é 85 vezes mais tóxico do que o organofosforado (malationa - Malathion® 1000 EC); Novalurum (Gallaxy® 100 EC) apresenta efeito tóxico a *S. frugiperda* maior que o lufenurum (Match® EC),

que por sua vez é maior que espinosade (Tracer ®) e metoxifenoazida (Intrepid® 240 SC); Os inseticidas malationa e lambdacialotrina aumentam o peso de pupas de *S. frugiperda*; Os inseticidas malationa, lambdacialotrina, lufenurom, novalurom, metoxifenoazida e espinosade reduzem fertilidade de *S. frugiperda* originadas de populações de lagartas tratadas.

Palavras-chave: *Zea mays*. Lagarta-do-cartucho. Controle químico. Espinosade. Lambdacialotrina, Lufenurom, Malationa, Metoxifenoazida, Novalurom.

Abstract

STORCH, Gustavo. **Sublethal effects of insecticides used in the corn culture on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2007. 75f. Thesis (Phd) – Post graduation program in Phytossanitary. Federal University of Pelotas. Pelotas.

Among the pests that attack the corn culture the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) is one the most important pest. It is also found attacking other cultures as sorghum, cotton, rice, sugar cane and pasture. Its importance is not only due the damage caused but also due to the difficulty of its control. Most of the time, its control is made by using insecticides. Accordingly, the objective of this research was to evaluate the sub-lethal effects of insecticides belonging to different chemical groups on fall armyworm population. Initially it was carried out bioassays to obtain curves of response-concentrations for third fall armyworm. It was used the technique by topic application of 1 µl on the pro-thoracic region of the fall armyworm to contact action insecticides (malathion and lambdacyhalothrin), and by diets cubes immersion to ingestion action insecticides (lufenuron, novaluron, methoxyfenozide and spinosad). After obtaining lethal concentrations through Probit analyses it was assessed the sub-lethal effects using the doses corresponding to CL₁₀. After applying the insecticides the fall armyworms were put into 2,5 X 8,5 cm glass tubes, enclosed with water repellent cotton previously sterilized containing artificial diet where they were kept until the pupae phase. The pupae were weighed and sexed 24 hours after pupation stage. The variables observed were larvae and pupae viability and pupae weight. The longevity was observed over 20 individualized couples fed with a 10% honey solution. It was diary observed the adults mortality by taking them out of the cage. The eggs counting were done every two days using a stereoscopic microscope. It was used 20 eggs of the second and third egg laying using 10 replications. The insecticides showed the following results: the pyrethroid (lambdacyhalothrin - Karate Zeon® 50 SC) is 85 times more toxic than the organophosphorus (malathion - Malathion® 1000 EC); Novaluron (Galaxy® 100 EC) show toxic effect to *S. frugiperda*, more than lufenuron (Match® EC). However, this last has more toxic effects than

spinosad (Tracer ®) and methoxyfenozide (Intrepid® 240 SC). The insecticides malathion and lambda-cyhalothrin increase the pupae weight of *S. frugiperda*. The insecticides malathion, lambda-cyhalothrin, lufenuron, novaluron, methoxyfenozide and spinosad reduce fertility of *S. frugiperda* originated from populations of treated fall armyworm.

Keywords: *Zea mays*. Fall armyworm. Chemical control. Spinosad. Lambda-cyhalothrin. Lufenuron. Malathion. Methoxyfenozide. Novaluron.

Lista de figuras

Metodologia geral

- Figura 1 Detalhes da criação estoque de *Spodoptera frugiperda*, Pelotas-RS..... 28

Capítulo 1

- Figura 1 Detalhe na manutenção das lagartas de *S. frugiperda* em tubos até a pupação..... 36

- Figura 2 Curva de concentração-letal de lagartas de 3^o ínstar até a fase de pupa de *S. frugiperda* aplicadas topicamente com malationa e avaliadas até a fase de pupa. UFPel/FAEM, 2005..... 39

- Figura 3 Curva de concentração-letal de lagartas de 3^o ínstar até a fase de pupa de *S. frugiperda* aplicadas topicamente com lambdacialotrina e avaliadas até a fase de pupa. UFPel/FAEM, 2005..... 40

- Figura 4 Número médio de lagartas geradas por fêmea de *S. frugiperda*, oriundas de lagartas dos diferentes tratamentos. UFPel/FAEM, 2007..... 44

Capítulo 2

- Figura 1 Detalhe de lagartas de terceiro ínstar utilizadas no ensaio e mortalidade observada nos tratamentos..... 53

- Figura 2 Curva de concentração-resposta de lagartas de 3^o ínstar de *S. frugiperda* a lufenurom até a fase de pupa em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2005..... 55

- Figura 3 Curva de concentração-resposta de lagartas de 3^o ínstar de *S. frugiperda* a novalurom até a fase de pupa em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2005..... 56

Figura 4	Curva de concentração-resposta de lagartas de 3 ^o ínstar de <i>S. frugiperda</i> a metoxifenoazida até a fase de pupa em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2005.....	56
Figura 5	Curva de concentração-resposta de lagartas de 3 ^o ínstar de <i>S. frugiperda</i> a espinosade até a fase de pupa em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2005.....	57
Figura 6	Número médio total de lagartas geradas por fêmea de <i>S. frugiperda</i> , oriundas de lagartas dos diferentes tratamentos. UFPel/FAEM, 2007.....	64

Lista de Tabelas

Metodologia geral

Tabela 1	Dieta artificial utilizada como alimento para <i>Spodoptera frugiperda</i> (dieta de Greene).....	26
Tabela 2	Inseticidas utilizados no experimento.....	29

Capítulo 1

Tabela 1	Mortalidade esperada e concentração letal em ppm, [(μg (I.A)/lagarta], dos inseticidas malationa e lambdacialotrina, obtida através da técnica de aplicação tópica, em lagartas de 3º ínstar até a fase de pupa de <i>S. frugiperda</i> . Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $80 \pm 5\%$ e fotofase de 14 horas. UFPel/FAEM, 2005.....	38
Tabela 2	Resposta de lagartas de 3º ínstar de <i>S. frugiperda</i> a malationa e lambdacialotrina aplicados topicamente. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $80 \pm 5\%$ e fotofase de 14 horas. UFPel/FAEM, 2005.....	39
Tabela 3	Mortalidade de lagartas de 3º ínstar até a fase de pupa de <i>S. frugiperda</i> tratadas topicamente com malationa e lambdacialotrina. UFPel/FAEM, 2007.....	42
Tabela 4	Peso de pupas, morte de pupas, asas deformadas e efeitos deletérios observados em população de lagartas de <i>S. frugiperda</i> tratadas no 3º ínstar tratadas com malationa, lambdacialotrina, e água, em bioensaio usando a técnica de aplicação tópica, utilizando concentração para matar 10% da população até a fase de pupa, UFPel/FAEM, 2007.....	42

Tabela 5	Longevidade, fecundidade e fertilidade total observadas em população de lagartas de <i>S. frugiperda</i> 3 ^o ínstar tratadas com malationa, lambdacialotrina, em bioensaio usando a técnica de aplicação tópica, utilizando concentração para matar 10% da população até a fase de pupa, UFPel/FAEM, 2007.....	43
Tabela 6	Análise de correlação entre as variáveis morte larval até a pupação (M.L.), morte na pupa (M.P.), total da população com efeitos deletérios (T. P.), asas deformadas (A.D.), UFPel/FAEM, 2007.....	45
Tabela 7	Análise de correlação entre as variáveis morte larval até a pupação (M.L.), número de ovos produzidos por fêmea (N.O.), viabilidade de ovos (V. O.), lagartas geradas por fêmea (L.F.), longevidade de adultos (L.A.). UFPel/FAEM, 2007.....	46
Capítulo 2		
Tabela 1	Mortalidade esperada e concentração letal em ppm de ingrediente ativo, dos inseticidas lufenurom, novalurom, metoxifenzida e espinosade, obtida através da técnica de imersão de dieta artificial, fornecidas a lagartas de 3 ^o ínstar até a fase de pupa de <i>Spodoptera frugiperda</i> . Temperatura de 25 ± 2°C, e fotofase de 14 horas. UFPel/FAEM, 2005.....	54
Tabela 2	Resposta de lagartas de 3 ^o ínstar de <i>S. frugiperda</i> até a fase de pupa a lufenurom, novalurom, metoxifenzida e espinosade em bioensaio usando a técnica de aplicação por imersão de dieta artificial. Temperatura de 25 ± 2°C, e fotofase de 14 horas. UFPel/FAEM, 2005.....	57
Tabela 3	Mortalidade de lagartas de 3 ^o ínstar até a fase de pupa de <i>S. frugiperda</i> tratadas com lufenurom, novalurom, metoxifenzida e espinosade em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2007.....	60
Tabela 4	Peso de pupas, morte de pupas, asas deformadas e efeitos deletérios observados em população de lagartas de <i>S. frugiperda</i> tratadas no 3 ^o ínstar, e ficaram na dieta até a pupa com lufenurom, novalurom, metoxifenzida e espinosade em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2007.....	61

Tabela 5	Longevidade, fecundidade total e fertilidade, e lagartas geradas por fêmea, observado em população de lagartas de <i>S. frugiperda</i> tratadas no 3º ínstar, e ficaram na dieta até a pupa com lufenurom, novalurom, metoxifenoazida e espinosade em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2007.....	62
Tabela 6	Análise de correlação entre as variáveis morte larval até a pupação (M.L.), morte na pupa (M.P.), total da população com efeitos deletérios (T. P.), asas defeituosas (A.D.). UFPel/FAEM, 2007.....	65
Tabela 7	Análise de correlação entre as variáveis morte larval até a pupação (M.L.), número de ovos produzidos por fêmea (N.O.), viabilidade de ovos (V. O.), lagartas geradas por fêmea (L.F.), longevidade de adultos (L.A.) UFPel/FAEM, 2007.....	66

Sumário

Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Lista de figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xiii
Introdução geral.....	18
Revisão de literatura.....	21
3. Metodologia geral.....	25
3.1 Desenvolvimento dos trabalhos.....	25
3.2 Criação estoque.....	25
3.2.1. Lagartas utilizadas nos testes.....	27
3.3 Inseticidas utilizados nos experimentos.....	28
3.4 Preparação das concentrações de inseticida para uso nos testes.....	29
3.5 Determinação das curvas de concentração letal para os inseticidas.....	30
3.6 Avaliação dos efeitos subletais de inseticidas sobre <i>Spodoptera frugiperda</i>.....	30
Capítulo 1- Efeitos subletais de inseticidas com modo de ação por contato utilizados na cultura do milho sobre <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)	31
1 Introdução.....	31
2 Material e métodos.....	33
2.1 Determinação das curvas de concentração letal para os	33

inseticidas.....	
2.2 Avaliação dos efeitos subletais de inseticidas sobre <i>Spodoptera frugiperda</i>	34
3. Resultados e discussão.....	37
3.1 Curvas de concentração letal dos inseticidas.....	37
3.2 Efeitos subletais dos inseticidas sobre <i>Spodoptera frugiperda</i> .	41
4 Conclusões.....	47
Capítulo 2- Efeitos subletais de inseticidas com modo de ação por ingestão utilizados na cultura do milho sobre <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).....	48
1 Introdução.....	48
2 Materiais e métodos.....	50
2.1 Determinação das curvas de concentração letal para os inseticidas.....	50
2.2 Avaliação dos efeitos subletais de inseticidas sobre <i>Spodoptera frugiperda</i>	51
3 Resultados e discussão.....	53
3.1 Curvas de concentração letal dos inseticidas.....	53
3.2 Efeitos subletais dos inseticidas sobre <i>Spodoptera frugiperda</i>	59
4. Conclusões.....	66
Discussão geral.....	67
Conclusões gerais.....	69
Referências.....	70

Introdução geral

A cultura do milho é de grande relevância para o Brasil, que cultiva cerca de 12,5 milhões de hectares, é o terceiro maior produtor mundial, atrás dos Estados Unidos e da China. Nos últimos anos foi produzida quantidade suficiente para atender as necessidades internas e exportar o excedente.

O milho se constitui no principal componente de rações utilizadas para a produção de carnes, ovos, leite e seus derivados, sendo encontrado em aproximadamente 65% das rações industrializadas. Além disso, essa cultura apresenta significativa importância sócio-econômica, em termos de renda e emprego (FERREIRA; MIGUEL, 2000; IBGE, 2001).

Historicamente a produtividade de milho tem aumentado anualmente. No entanto, essa é uma variável muito complexa, pois depende de fatores ambientais, de manejo e genéticos. Dentre estes, a ocorrência de insetos-praga destaca-se como objeto de muitas pesquisas principalmente na busca de formas mais eficientes de controle seguindo a filosofia do manejo integrado de pragas.

Em sistemas de produção de milho, o uso de inseticidas no Brasil é incontestável, isso pela não liberação do uso de híbridos transgênicos. Nesses sistemas as pragas podem influenciar a produtividade, podendo definir se a produtividade irá atingir o potencial máximo.

São contínuos os investimentos realizados por empresas multinacionais no desenvolvimento de novas moléculas de inseticidas, bem como em pesquisas em biotecnologia na criação e desenvolvimento de novos eventos na transformação genéticas das plantas para minimizar os danos econômicos causados por insetos na cultura do milho. Por outro lado, pesquisas também são desenvolvidas buscando a melhor adequação ou uso racional dessas tecnologias no controle de pragas, normalmente buscando informações visando o manejo

integrado de pragas, manejo da resistência, impacto sobre inimigos naturais entre outros. Nesse contexto existe uma lacuna ainda pouco estudada tanto pelas multinacionais detentoras das moléculas inseticidas como pelos demais órgãos de pesquisa que validam a recomendação destes, que são os efeitos subletais de inseticidas sobre as pragas-alvo.

Atualmente não existem informações específicas sobre o efeito de cada molécula sobre insetos-praga que sobrevivem às aplicações de inseticidas seja por escape ou subdosagem. No entanto, essas informações poderiam ser levadas em consideração no momento da escolha do produto a ser usado no controle de pragas do milho, visto que o manejo integrado de pragas não visa somente o controle da praga, mas também a manutenção das populações em níveis que não causem dano econômico a cultura.

A lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), é um inseto-praga que está distribuído em toda a América e em algumas ilhas da Índia. No Brasil, ocorre durante todo ano devido às condições climáticas favoráveis e à abundância de alimento (CRUZ, 1995).

Silva et al. (1968) observaram que *S. frugiperda* ataca inúmeras espécies de plantas pertencentes a diferentes famílias, sendo classificada como polífaga, corroborando com observações feitas por Lugimbill (1928), nos Estados Unidos. No entanto, segundo Lucchini (1977), a lagarta-do-cartucho tem preferência por milho, sorgo, arroz, cana-de-açúcar e pastagens, sendo referida com grande frequência nas culturas de milho e de arroz irrigado, devido aos grandes desfolhamentos que causa às plantas (NAKANO; SILVEIRA NETO; ZUCCHI, 1981; FERREIRA; MARTINS, 1984; OLIVEIRA, 1987; CRUZ, 1995). Também é referida como importante praga na cultura do algodão onde provoca prejuízos às maçãs (DEGRANDE, 1998).

Leiderman e Sauer (1953) relataram que os danos de *S. frugiperda* na planta de milho, consistem no ataque das folhas, raspando-as durante os 1º e 2º ínstaes larvais. A partir do 3º ínstar penetra no cartucho, perfurando as folhas. Em ataques tardios, as lagartas podem ser encontradas entre o colmo e a espiga, destruindo palha e grãos (ÁVILA et al., 1997). Os prejuízos são relatados por vários autores, com reduções na produtividade de 34,1% (CARVALHO, 1970) a 89,6%; (COSTA et al., 2002).

O consumo foliar médio de *S. frugiperda* em milho varia em média de 126,09 a 134,03 cm² (GRÜTZMACHER et al., 2001).

No Brasil, estima-se que a lagarta-do-cartucho seja responsável por mais de 25% dos prejuízos causados por pragas ao milho e pela maior parte dos 38,3 milhões de dólares gastos com pulverizações de inseticidas, resultando no prejuízo anual de aproximadamente 250 milhões de dólares (WAQUIL; VILELLA, 2003).

A importância da *S. frugiperda* se deve tanto pelos danos provocados como também à dificuldade de seu controle. O controle de *S. frugiperda* em milho é realizado quase que exclusivamente com inseticidas químicos, o que ao longo do tempo promoveu à resistência aos principais grupos de inseticidas, principalmente por mecanismos múltiplos, incluindo aumento da taxa de desintoxicação dos inseticidas por enzimas diversas e por insensibilidade da acetilcolinesterase (OMOTO, 2000).

Em algumas regiões brasileiras, são necessárias até dez aplicações de inseticidas para o controle da lagarta do cartucho, possivelmente devido à resistência desse inseto a alguns inseticidas utilizados (CRUZ et al. 1999).

Nesse contexto este estudo tem como objetivo geral conhecer os efeitos subletais de inseticidas utilizados na cultura do milho sobre *S. frugiperda*. (a) Avaliar os efeitos subletais de inseticidas de ação predominantemente contato utilizados na cultura do milho aplicados topicamente sobre *S. frugiperda*. (b) Avaliar os efeitos subletais de inseticidas de ação predominantemente de ingestão utilizados na cultura do milho sobre *S. frugiperda*.

Revisão de literatura

No moderno controle de pragas, são desenvolvidos sistemas de manejo integrado fundamentados em medidas que visam manter níveis populacionais das pragas abaixo do nível de dano econômico, com a maximização do rendimento das culturas (NAKANO; SILVEIRA NETO; ZUCCHI, 1981).

Esses sistemas são representados principalmente pelos métodos de controle biológicos, culturais, físicos, e químicos, sendo que este último, em muitos casos, indispensável para o efetivo controle de pragas em diversas culturas (PARRA, 1993).

Estudos de efeitos subletais sobre populações de pragas embora sejam evidentes, são pouco estudados, existindo poucos trabalhos científicos na literatura e várias pesquisas a serem realizadas (HAYNES, 1988).

Pesquisas sobre efeitos subletais de inseticidas podem colaborar com o manejo integrado de pragas (MIP), visto que este associa os diversos conhecimentos a respeito do ambiente, e a dinâmica populacional da praga, utilizando todos os métodos e técnicas racionais objetivando manter a população da praga em níveis que não causam dano econômico.

Estudos disponíveis sobre efeitos subletais sobre pragas mostram resultados relevantes que podem auxiliar no controle do inseto-praga. Um exemplo é o estudo com piriproxifem e carbofuran em subdoses, onde reduziram a reprodução de *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Homoptera: Aphididae) (KERNS; STEWART, 2000). Esses autores salientaram que os efeitos subletais dos inseticidas devem ser considerados para a escolha do inseticida a ser usado no controle da praga.

Haynes (1988) realizou uma revisão sobre o efeito subletal de inseticidas neurotóxicos e verificou alguns casos em que os insetos tiveram sua fertilidade e fecundidade afetadas. Creditou isso à mudanças no comportamento dos insetos, principalmente durante o ritual reprodutivo.

Alguns inseticidas são mais estudados a exemplo, do lufenurom, e alguns juvenóides, provavelmente, por serem do grupo dos reguladores de crescimento de insetos, que teoricamente possuem uma maior probabilidade de causarem efeitos subletais por atuarem nos processos de desenvolvimento do inseto.

Resultados de pesquisa indicam que lufenurom quando ingerido por fêmeas de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) é transferido transovarianamente para o embrião, afetando, de alguma forma, o seu desenvolvimento e impedindo a eclosão (ÁVILA; NAKANO, 1999).

PATISSOLI et al. (2004), estudaram os efeitos da aplicação de doses subletais de lufenurom em adultos de *S. frugiperda* e observaram que esse inseticida não afeta a fecundidade, mas sim a fertilidade, e também concluíram que o lufenurom possui ação transovariana.

Estudos realizados por Lyra et al. (1998) mostraram que lagartas de 3º ínstar de *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae), que receberam lufenurom por meio de tratamento superficial de dieta artificial, originaram adultos que tiveram uma redução de 30 e 45% no número de lagartas eclodidas e na fecundidade, respectivamente.

Outros estudos em laboratório com o gênero *Spodoptera*, avaliando interferências de inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento (tebufenozida e metoxifenozida) e neurotóxicos (espinosade), sobre o desenvolvimento, foram realizados por Gobbi et al. (1998, 2000) e Pineda et al. (2000). No entanto, esses autores não avaliaram efeitos sobre a reprodução da praga, mas recomendaram a necessidade de tais estudos.

Pesquisas sobre o efeito de *Bacillus thuringiensis* e clorpirifós sobre o desenvolvimento e progênie de *S. frugiperda*, evidenciaram a presença de deformações em asas e redução da fecundidade e fertilidade de adultos oriundos de populações de lagartas tratadas (STORCH et al., 2002). Informações dessa ordem podem auxiliar no controle de pragas, principalmente as consideradas pragas-chave.

Efeitos subletais de clorfluazurom sobre a reprodução de lagartas de *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae), foram estudados, por Perveen (2000), onde avaliou a fecundidade e viabilidade de ovos em populações com e sem tratamento, bem como cruzando fêmeas tratadas com machos sem tratamentos e vice versa. Verificaram que a reprodução tanto no macho quanto na fêmea foi afetada pelo inseticida.

Silva et al. (2003), avaliaram o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), com reguladores de crescimento, e apontaram um possível efeito do inseticida metoxifenzida sobre a reprodução do inseto, pelo pequeno número de lagartas pequenas encontradas na área tratada em comparação com os demais tratamentos.

Observações semelhantes foram realizadas em *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae), em pomar de maçã tratada com metoxifenzida, onde creditaram aos efeitos subletais a redução significativa nas gerações subseqüentes (BORCHERT et al., 2005).

Outros aspectos devem ser levados em consideração nos estudos de controle de *S. frugiperda*, tais como efeitos dos inseticidas que ainda são ignorados no controle integrado de pragas.

É imprescindível o conhecimento dos parâmetros populacionais da praga, para buscar maneiras mais econômicas e sustentáveis de controle (SANTOS et al., 2004).

O uso de doses reduzidas de agrotóxicos inicialmente estava embasada na redução de custos, entretanto, atualmente, busca-se também melhor adequação dos efeitos sobre o agroecossistema, buscando não só a eficiência agrônômica como também, menores perturbações ambientais e ao homem. Outro aspecto importante refere-se à dosagem dos inseticidas recomendados para as pragas agrícolas que, segundo Hoy (1985 e 1992), em muitas vezes superior àquela necessária para atingir o seu objetivo.

Resultados de pesquisas têm demonstrado que o procedimento de redução de dosagens em alguns casos pode alcançar seus objetivos (LINK; COSTA, 1989; 1990).

A maioria dos trabalhos disponíveis na literatura relacionados ao controle de *S. frugiperda* em milho referem-se à eficiência de produtos químicos até no

máximo 25 dias após a aplicação. As avaliações baseiam-se no percentual de eficiência dos produtos (avaliação direta), sem que ocorra uma análise qualitativa da população remanescente da praga em questão, bem como os efeitos subletais dos inseticidas sobre a praga.

3. Metodologia geral

3.1 Desenvolvimento dos trabalhos

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Biologia de Insetos do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI), em Pelotas, RS. Mantido à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $80 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, utilizando a espécie *S. frugiperda*.

O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em cinco fases, sendo uma em comum (1 - obtenção das lagartas para os testes toxicológicos), e as outras quatro distintas: 2 - Determinação das curvas de concentração letal para os inseticidas utilizando a técnica da aplicação tópica do inseticida; 3- Determinação das curvas de concentração letal para os inseticidas utilizando a técnica da imersão da dieta; 4 - Efeitos subletais de inseticidas utilizando a técnica da aplicação tópica do inseticida; 5 - Efeitos subletais de inseticidas utilizando a técnica da imersão da dieta.

3.2 Criação estoque

Lagartas oriundas da região de Pelotas, RS, (latitude - $31^\circ 32' 48''$, longitude - $52^\circ 21' 30''$) foram capturadas em área de milho e encaminhadas ao laboratório, dando início a uma criação estoque (Figura 1). As lagartas da criação estoque foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 x 8,5cm, tamponados com algodão hidrófugo, previamente esterilizados durante 2 horas em estufa à 120°C . Como

substrato alimentar foi fornecido dieta artificial conforme descrita por Greene et al. (1976) (Tabela1).

Tabela 1 - Dieta artificial utilizada como alimento para *Spodoptera frugiperda* (dieta de Greene).

Constituintes	Quantidades
Feijão branco	102,90g
Germe de trigo	82,30g
Farelo de soja	41,20g
Leite em pó	30,90g
Levedura de cerveja	51,40g
Ácido ascórbico	4,90g
Ácido sórbico	2,50g
Nipagin	4,10g
Solução vitamínica	8,20ml
Tetraciclina	0,10g
Formoldeido (30%)	4,90ml
Agar	18,90g
Água	1.400ml

As lagartas foram mantidas em condições de laboratório à temperatura de 25°C, umidade relativa de 85% e fotofase de 14 horas, onde permaneceram até a pupação. As pupas obtidas foram transferidas para caixas Gerbox, onde permaneceram até a emergência dos adultos. Os adultos emergentes foram transferidos na quantidade de 4 a 5 casais para gaiolas de oviposição. Cada gaiola consistiu de um cilindro de PVC de 15 centímetros de diâmetro por 15 centímetros de altura, revestido internamente com papel jornal, que serviu como substrato de oviposição. O tubo de PVC foi disposto sobre um prato plástico também forrado com papel jornal.

A extremidade superior da gaiola foi fechada com tecido tipo “tule”, preso com elástico. Os casais de adultos foram estabelecidos com indivíduos de no máximo dois dias de idade e alimentados com solução de mel 10%, fornecido por capilaridade através de roletes dentais mantidos em recipientes de vidro

colocados no interior da gaiola. O alimento foi renovado a cada dois dias para evitar contaminação por microorganismos.

O substrato de oviposição (papel jornal) contendo as posturas foi recortado e acondicionado em potes plásticos transparentes (capacidade de 100mL), onde permaneceram até a eclosão das lagartas. Estas foram inoculadas em dieta no interior de tubos de vidro para a manutenção da criação estoque ou em potes plásticos com dieta para serem usadas nos ensaios.

3.2.1. Lagartas utilizadas nos testes

Foram criadas em potes plásticos transparentes (capacidade de 100mL) contendo três cubos de 1 cm³ de dieta artificial. Os potes continham aproximadamente 50 a 60 lagartas recém-eclodidas, que permaneceram nessas condições até atingir o 3º ínstar, e então utilizadas para os experimentos. Lagartas de 3º ínstar são freqüentemente utilizadas para este tipo de experimento visto a facilidade de manuseio e criação, já que a partir deste ínstar a espécie apresenta canibalismo, dificultando a criação em grande escala.



Figura 1 – Detalhes da criação estoque de *Spodoptera frugiperda*, Pelotas-RS.

3.3 Inseticidas utilizados nos experimentos

Os inseticidas utilizados nos experimentos (Tabela 2) foram escolhidos de modo a representar os diferentes grupos químicos que são usados para o controle de *S. frugiperda* em milho (AGROFIT, 2006).

Tabela 2.- Inseticidas utilizados no experimento.

Ingrediente ativo*	Nome Comercial*	Classificação (Grupo)**	Atuação**
Malationa	Malathion 1000 EC	N	Inibidor da ação da acetilcolinesterase (T.S.)
Lambdacialotrina	Karate Zeon 50 SC	N	Moduladores de canais de sódio (T.A.)
Lufenurom	Match EC	R.C.	Inibidor da síntese de quitina
Novalurom	Galaxy 100 EC	R.C.	Inibidor da síntese de quitina
Metoxifenoazida	Intrepid 240 SC	R.C.	Agonista de ecdisteróides
Espinosade	Tracer	N	Agonista da acetilcolina (T.S.)

*AGROFIT (2006);

**Omoto (2000).

R.C. = Reguladores de crescimento de insetos

N = Neurotóxicos

(T.A.) = Inseticida que atua na transmissão axônica;

(T.S.) = Inseticida que atua na transmissão sináptica.

3.4 Preparação das concentrações de inseticida para uso nos testes

Para a obtenção das diferentes concentrações dos inseticidas foi utilizada a diluição seqüencial dos mesmos em água destilada. Para isso foram utilizados balão de ensaio de 500mL, potes descartáveis de 100 e 150mL, pipetas de 1mL e 10mL graduadas, e provetas de 50mL.

Partiu-se de uma concentração maior, se diluindo 1mL do inseticida em 500mL de água, obtendo-se uma solução com concentração ainda elevada.

Posteriormente se realizou diluições seqüenciais até a obtenção das soluções com concentrações desejadas, utilizando-se para isso cálculos de regra de três.

O processo de diluição foi realizado previamente à condução dos testes, mantendo-se estas em potes descartáveis de 100mL fechados com tampa.

Para cada inseticida se utilizou um grupo de vidrarias e materiais, evitando qualquer tipo de contaminação entre os produtos.

3.5 Determinação das curvas de concentração letal para os inseticidas

Para determinar as curvas de concentrações letais dos inseticidas levou-se em consideração o modo de ação predominante de cada inseticida e, assim, foram utilizadas duas formas de aplicação: (1) aplicação tópica para inseticidas de ação predominantemente por contato e (2) imersão de dieta artificial, para inseticidas com ação predominantemente por ingestão.

Foram testadas diversas concentrações, e os dados analisados pelo Software Micro Probit (1986), aplicando-se a análise de Probit (FINNEY, 1971), para a obtenção das curvas de concentração-resposta.

3.6 Avaliação dos efeitos subletais de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda*

Para a avaliação dos efeitos subletais utilizou-se as informações sobre as curvas de concentração-letal descritas no item 3.4, sendo que a concentração escolhida foi a suficiente para provocar a mortalidade de 10% da população, visto que o objetivo do trabalho foi avaliar os insetos sobreviventes.

A utilização de mortalidades muito elevadas demandaria um número muito elevado de lagartas para os testes, isso dificultaria o desenvolvimento dos ensaios visto o elevado número de inseticidas testados. A forma de aplicação dos produtos seguiu a mesma descrita para a obtenção das curvas no item 3.5.

Capítulo 1- Efeitos subletais de inseticidas com modo de ação por contato utilizados na cultura do milho sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

1 Introdução

O Brasil cultiva cerca de 12,5 milhões de ha de milho o que o torna o 3º maior produtor mundial, atrás dos Estados Unidos e China. Nos últimos anos produziu quantidade suficiente para atender as necessidades internas, principalmente para a produção de ração, a qual é crescente e ainda exportar excedentes.

A lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga que está distribuída em toda a América e em algumas ilhas da Índia, sendo que no Brasil ocorre durante todo ano devido ao clima favorável e a abundância de alimento (CRUZ, 1995).

A cultura do milho tem sido muito prejudicada pela *S. frugiperda*, segundo Silva et al. (1968), observaram no Brasil, que a lagarta ataca inúmeras plantas pertencentes a diferentes famílias, de tal forma que pode ser classificada como polífaga, corroborando com observações já feitas por Lugimbill (1928), nos Estados Unidos. Entretanto têm preferência por milho, sorgo, arroz, cana-de-açúcar e pastagens segundo Lucchini (1977). Para a cultura do milho no Brasil, a lagarta-do-cartucho pode causar danos e reduzir a produtividade em até 34,1 (CARVALHO, 1970) e 89,6%; (COSTA et al., 2002).

A espécie *S. frugiperda* é referida com grande freqüência nas culturas de milho e de arroz irrigado, devido aos grandes desfolhamentos que causa às plantas (NAKANO et al., 1981; FERREIRA; MARTINS, 1984; OLIVEIRA, 1987;

GALLO et al., 2002; CRUZ, 1995). Essa espécie também causa prejuízos na cultura do sorgo, podendo chegar a mais de 20% de perdas (CORTEZ; WAQUIL, 1997). Atualmente sua importância tem sido destacada também na cultura do algodão.

O controle de *S. frugiperda* em milho é realizado quase que exclusivamente com inseticidas químicos. O que ao longo do tempo promoveu resistência aos principais grupos de inseticidas (OMOTO, 2000).

Em algumas regiões brasileiras, são necessárias até dez aplicações de inseticidas para o controle da lagarta do cartucho, possivelmente devido à resistência desse inseto a alguns inseticidas utilizados (CRUZ; VIANA; WAQUIL, 1999). A importância da *S. frugiperda* se deve tanto pelos danos provocados como também à dificuldade de seu controle.

A aplicação tópica de inseticidas é frequentemente utilizada em estudos para avaliar os efeitos de inseticidas e em várias espécies (PERVEEN, 2000).

Haynes (1988) realizou uma revisão sobre o efeito subletal de inseticidas neurotóxicos e verificou alguns casos em que os insetos tiveram sua fertilidade e fecundidade afetadas. Creditou isso a mudanças no comportamento dos insetos, principalmente durante o ritual reprodutivo. Concluiu que embora os efeitos subletais dos inseticidas sejam evidentes, existem poucos trabalhos científicos publicados neste contexto, e que existem vários caminhos a serem explorados.

Estudos sobre efeitos subletais sobre populações de insetos-praga ainda são muito restritos, no entanto os poucos disponíveis na literatura mostram resultados relevantes (ÁVILA; NAKANO, 1999; LYRA et al., 1998; PERVEEN, 2000; STORCH et al., 2002; PATISSOLI et al., 2004).

Os estudos sobre efeitos deletérios de inseticidas podem colaborar com o manejo integrado de pragas (MIP), visto que este associa os diversos conhecimentos a respeito do ambiente, dinâmica populacional da praga, utilizando todos os métodos e técnicas racionais objetivando manter a população da praga em níveis a não causar dano econômico. O objetivo do trabalho é avaliar o efeito subletal dos inseticidas de ação por contato sobre *S. frugiperda*.

2 Material e métodos

2.1 Determinação das curvas de concentração letal para os inseticidas

Lagartas de terceiro ínstar obtidas da criação estoque foram utilizadas nos testes. Inicialmente determinou-se para malationa (Malathion® 1000 EC) e lambdacialotrina (Karate Zeon® 50 SC), os intervalos de concentrações que ocasionam mortalidade, no estágio L₃, próxima de zero até próxima de 100%. Estas concentrações foram obtidas através de diluições seqüenciais, conforme descrito no item 3.5.

A partir das concentrações definidas anteriormente, foi avaliado para o inseticida malationa dez concentrações dentro do intervalo de 109,37 a 8.750,00ppm (109,37; 1.067,50; 1.952,12; 2.983,75; 3.946,25; 4.908,75; 5.862,50; 6.825,00; 7.787,50 e 8.750,00ppm) e para lambdacialotrina, seis concentrações, dentro do intervalo de 10,00 a 210,00ppm (10,00; 50,00; 90,00; 130,00; 170,00 e 210,00ppm). A testemunha foi tratada somente com água destilada. O número de concentrações utilizadas para determinar a curva foi variável, conforme a disponibilidade de lagartas para o ensaio.

Os inseticidas foram diluídos em água e aplicados topicamente na região pró-torácica das lagartas L₃ com o auxílio de seringa calibrada para 1µl e pinças para facilitar posicionamento e aplicação do inseticida.

Após a aplicação, as lagartas foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 x 8,5cm, tamponados com algodão hidrófugo, previamente esterilizados durante 2 horas em estufa à 120°C, contendo dieta artificial descrita por Greene et al. (1976). Foram mantidas em câmara climatizada tipo BOD à temperatura de 25°C e fotofase de 14 horas. Os dados de mortalidade foram registrados diariamente até o estágio pupal.

Os dados obtidos foram analisados pelo software Micro Probit (1986), que gerou a curva de concentração letal, obtendo as concentrações letais (CL).

2.2 Avaliação dos efeitos subletais de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda*

O ensaio constou de três tratamentos malationa (Malathion[®] 1000 EC), lambdacialotrina (Karate Zeon[®] 50 CS), diluídos em água e testemunha sem inseticida (somente água).

Os inseticidas foram aplicados topicamente na região pró-torácica em 100 lagartas de terceiro ínstar de *S. frugiperda*, com auxílio de pinça para posicionar as lagartas e de seringa calibrada para 1 µl. Para avaliar o efeito dos inseticidas sobre lagartas sobreviventes utilizou-se a CL₁₀, obtida na primeira fase do trabalho, sendo a testemunha tratada somente com água destilada.

As lagartas de terceiro ínstar utilizadas nos testes foram obtidas da criação estoque, conforme descrito no item metodologia geral 3.2.2.

Após a aplicação dos inseticidas as lagartas foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 x 8,5cm, tamponados com algodão hidrófugo, previamente esterilizados durante 2 horas em estufa à 120°C, contendo dieta artificial descrita por Greene et al. (1976). Foram mantidas em câmara climatizada tipo BOD à temperatura de 25°C e fotofase de 14 horas, onde permaneceram até a pupação (Figura 1).

As pupas obtidas foram transferidas para tubos de ensaio de 2,5 x 8,5cm, separadas por sexo, segundo Butt e Cantu (1962) e pesadas com 24 horas de idade.

As variáveis observadas foram: mortalidade de lagartas e pupas, peso de pupas e deformações nos adultos emergentes. As avaliações relacionadas à longevidade, fecundidade e fertilidade de adultos foram realizadas em 20 casais, individualizados em gaiolas de PVC de 15 centímetros de diâmetro por 15 centímetros de altura. As gaiolas foram revestidas com papel jornal, que serviu como substrato de oviposição e dispostas em pratos plásticos também forrados com papel jornal e fechadas na extremidade superior com tecido do tipo “tule”, preso com elástico.

Os casais foram estabelecidos com indivíduos de no máximo dois dias de idade e alimentados com solução de mel a 10%, fornecido por capilaridade

através de roletes dentais mantidos em recipientes de vidro colocados no interior da gaiola. O alimento foi renovado a cada dois dias para evitar fermentação.

As gaiolas foram distribuídas aleatoriamente sobre prateleiras no interior do laboratório e, diariamente, foi observada a mortalidade dos adultos os quais foram retirados das gaiolas.

A contagem dos ovos foi feita a cada dois dias utilizando-se microscópio estereoscópio. O método de contagem dos ovos foi mesmo utilizado por Leuck e Perkins (1972), realizando-se a contagem do número de ovos na camada superior e multiplicando-se este valor pelo número de camadas existentes na postura, adicionando-se os ovos contados nas bordas das camadas subseqüentes.

Para estudar a fertilidade utilizou-se 20 ovos da segunda e terceira postura e 10 repetições.

As variáveis viabilidade larval, pupal, e defeitos em asas foram quantificadas pela sua presença ou ausência, recebendo “notas” 1 ou 0, respectivamente.

Para análise de características qualitativas (morte na pupa e defeitos em asas), a população de cada tratamento foi dividida em quatro grupos, onde foi obtida a freqüência das características em cada grupo, para posterior análise.

A variável efeitos deletérios totais é a soma de morte de pupas e asas deformadas, e o número de lagartas geradas foi obtido através da multiplicação do número de ovos produzidos por fêmea pelo percentual de ovos viáveis.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado devido a homogeneidade do material experimental. Considerou-se cada indivíduo (lagarta, pupa ou adulto), uma repetição.

Os dados foram submetidos a análise da variância (ANOVA), com um nível de significância de 5% de probabilidade de erro. As médias foram comparadas pelo Teste de Duncan com probabilidade de erro de 5% a partir do software PlotIT.

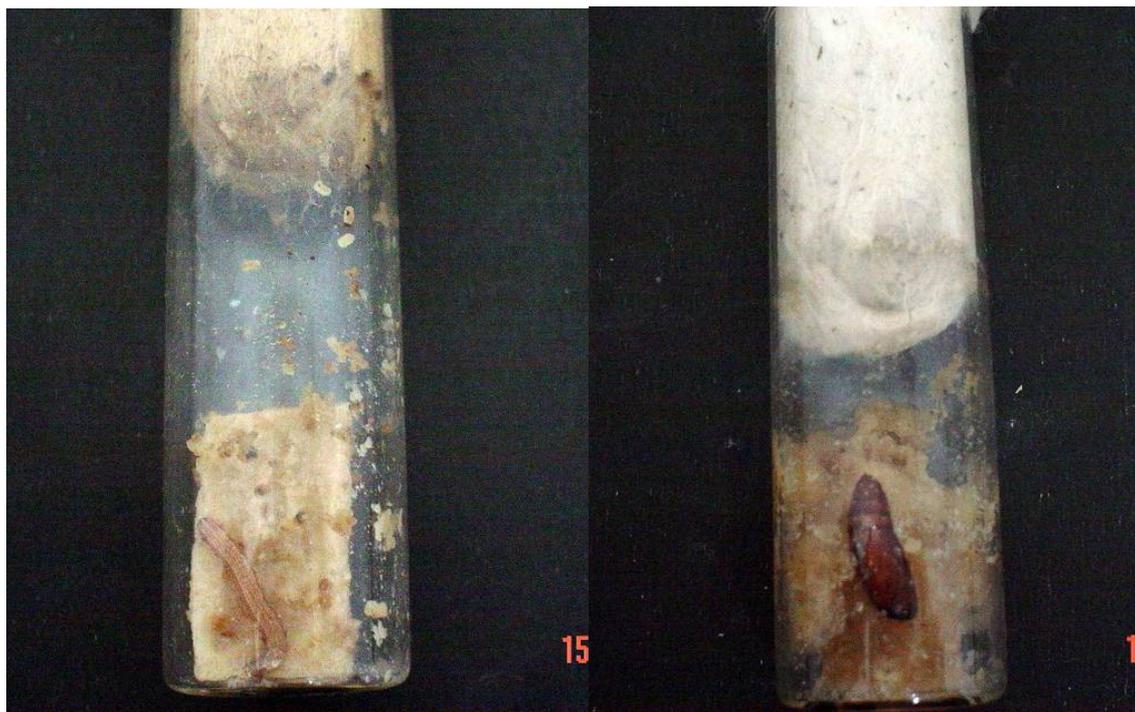


Figura 1 – Detalhe na manutenção das lagartas de *S. frugiperda* em tubos até a pupação.

3. Resultados e discussão

3.1 Curvas de concentração letal dos inseticidas

A metodologia de aplicação tópica mostrou-se eficiente para obtenção das curvas de concentração-resposta dos inseticidas para lagartas de *S. frugiperda* de 3^o ínstar, utilizando os inseticidas malationa e lambdacialotrina (Tabela 1).

O inseticida malationa apresentou $CL_{10}=2.185,711\text{ppm}$, $CL_{50}=4.866,629\text{ppm}$ e $CL_{95}=13.597,186\text{ppm}$, enquanto que lambdacialotrina apresentou $CL_{10}=12,985\text{ppm}$, $CL_{50}=57,216\text{ppm}$ e $CL_{95}=383,915\text{ppm}$ (Tabela 2 e 3). Desta forma, foi possível determinar as doses de acordo com o índice de mortalidade desejado para realizar futuros estudos sobre o efeito de sub-dose e monitoramento da resistência dos respectivos inseticidas (Figuras 2 e 3).

A concentração letal (CL_{50}) necessária para causar a mortalidade em 50% da população de *S. frugiperda* foi de $CL_{50}=4.866,629\text{ppm}$ e $CL_{50}=57,216\text{ppm}$ para malationa e lambdacialotrina, respectivamente, indicando que o primeiro é menos tóxico do que o segundo.

As Figuras 2 e 3 demonstram os efeitos tóxicos dos inseticidas testados sobre a lagarta-do-cartucho do milho. Verifica-se que o inseticida malationa para matar 50% da população de lagartas necessitou de uma dose 85 vezes maior do que lambdacialotrina (Tabela 2). Este resultado sugere que o piretróide é 85 vezes mais tóxico do que o organofosforado.

Tabela 1 - Mortalidade esperada e concentração letal em ppm, [(μg (I.A)/lagarta)], dos inseticidas malationa e lambdacialotrina, obtida através da técnica de aplicação tópica, em lagartas de 3^o ínstar até a fase de pupa de *S. frugiperda*. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $80 \pm 5\%$ e fotofase de 14 horas. UFPel/FAEM, 2005.

	Malationa	Lambdacialotrina
Mortalidade esperada (%)	Concentração letal (PPM)	Concentração letal (PPM)
5	1.741,837	8,527
10	2.185,711	12,985
15	2.547,553	17,247
20	2.877,432	21,611
25	3.194,273	26,226
30	3.508,378	31,203
35	3.826,840	36,653
40	4.155,532	42,699
45	4.500,097	49,489
50	4.866,629	57,216
55	5.263,014	66,149
60	5.699,408	76,668
65	6.188,939	89,314
70	6.750,714	104,913
75	7.414,547	124,824
80	8.230,974	151,478
85	9.296,798	189,812
90	10.835,862	252,107
95	13.597,186	383,915
99	20.805,416	844,268

Tabela 2 - Resposta de lagartas de 3º ínstar de *S. frugiperda* a malationa e lambdacialotrina aplicados topicamente. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $80 \pm 5\%$ e fotofase de 14 horas. UFPel/FAEM, 2005.

Inseticida	n ^a	Coefficiente angular (\pm desvio padrão)	CL ₁₀ (ppm ^b) (I.C. 95%)	CL ₅₀ (ppm ^b) (I.C. 95%)	CL ₉₅ (ppm ^b) (I.C. 95%)	X ²	g.l.
Malationa	220	3,686 \pm 0,631	2.185,711 (1.358,059 – 2.807,719)	4.866,629 (4.175,191 – 5.548,549)	13.597,182 (10.459,964 – 22.445,212)	14,369	9
Lambdacialotrina	140	1,990 \pm 0,3943	12,985 (3,557 – 23,693)	57,216 (35,836 - 77,339)	383,915 (238,768 – 1.027,603)	2,871	5

^a número de indivíduos testados; ^b PPM de ingrediente ativo em água destilada; X² qui-quadrado; g.l. graus de liberdade.

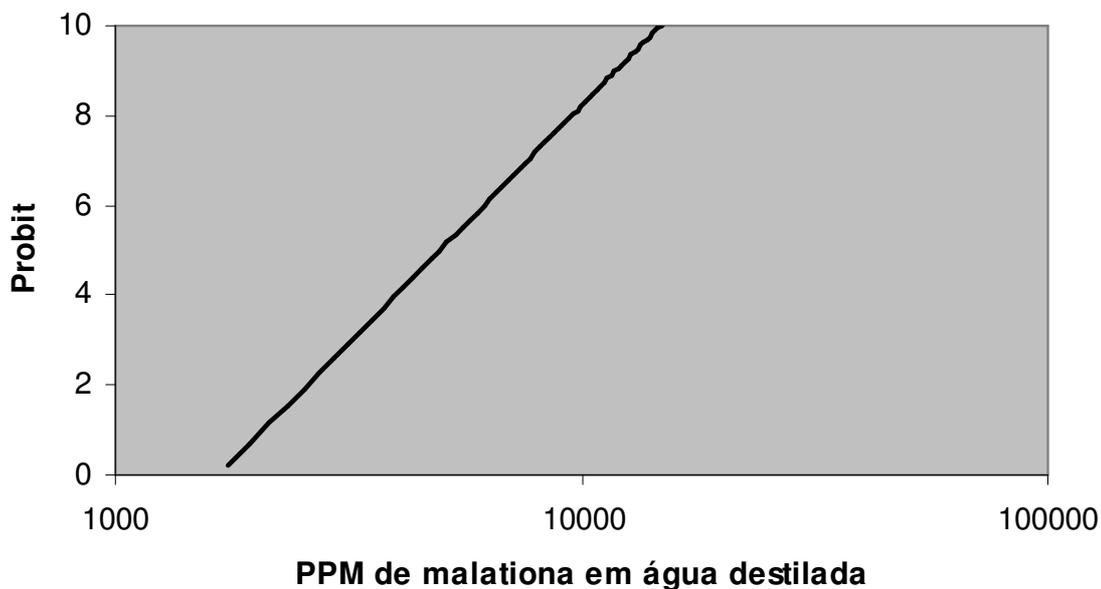


Figura 2 - Curva de concentração-letal de lagartas de 3º ínstar até a fase de pupa de *S. frugiperda* aplicadas topicamente com malationa e avaliadas até a fase de pupa. UFPel/FAEM, 2005.

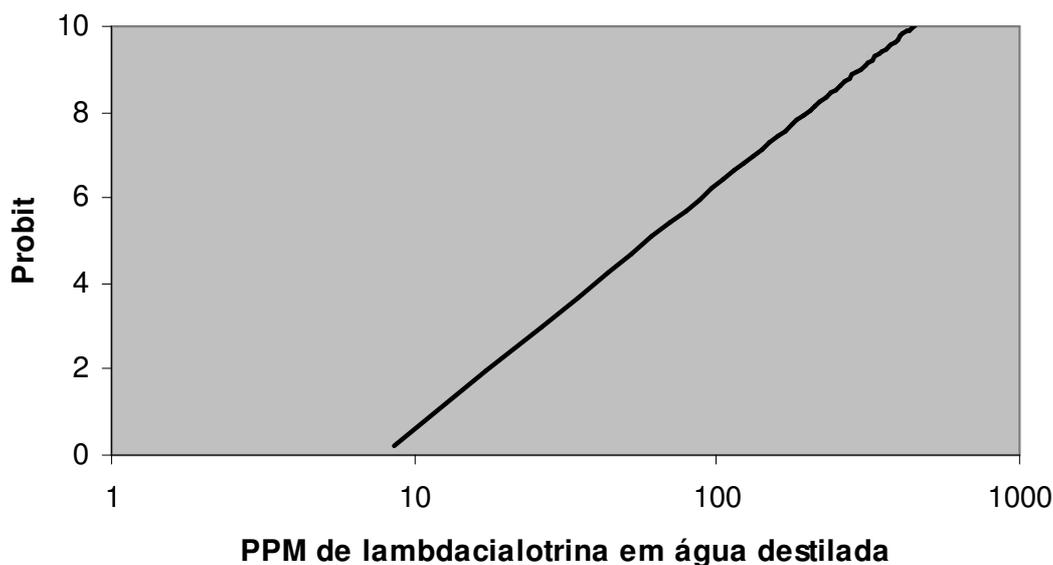


Figura 3 - Curva de concentração-letal de lagartas de 3º ínstar até a fase de pupa de *S. frugiperda* aplicadas tópicamente com lambdacialotrina e avaliadas até a fase de pupa. UFPel/FAEM, 2005.

A curva de concentração mortalidade para malationa foi a que apresentou maior inclinação (\pm desvio padrão) de 3,686 (\pm 0,631), em comparação ao lambdacialotrina de 1,990 (\pm 0,394). Valores altos de inclinação, da curva indicam que pequenas variações na concentração do inseticida promovem grandes variações na mortalidade (Tabela 1).

Os inseticidas organofosforados atuam como inibidores da enzima acetilcolinesterase. Esta enzima apresenta dois sítios distintos conhecidos como esterático e aniônico, os quais servem como ponte de ligação para a acetilcolina. Inseticidas organofosforados ligam-se ao sítio esterático da enzima através de um grupamento fosfato (fosforilação), tornando a hidrólise da acetilcolina lenta. No entanto, para que os efeitos tóxicos ocorram, as quantidades (ppm) absorvidas do princípio ativo devem ser suficientes para acarretarem a morte das lagartas. Por outro lado, piretróides como lambdacialotrina atuam diretamente nos canais de sódio, por isso são conhecidos como moduladores dos canais de sódio das células nervosas do sistema nervoso central e periférico. Pelo fato de ocorrer o posicionamento deste inseticida em algumas unidades dos sítios de ligação dos canais de sódio de tal modo que permanecem abertos por um maior tempo, prolongando-se o período de influxo de sódio. Desta maneira, pequenas

quantidades do princípio ativo são suficientes para desencadear o processo de hipersensibilidade e morte das lagartas (OMOTO, 2000).

Ao estabelecermos uma programação de controle da lagarta-do-cartucho do milho devemos observar a toxicidade dos inseticidas à praga alvo. Quanto maior a toxicidade do inseticida a praga alvo, provavelmente também maior será o impacto causado à inimigos naturais (predadores e parasitóides).

As informações obtidas nesse trabalho podem contribuir para o conhecimento do potencial tóxico dos produtos e sobre a linha básica de suscetibilidade de *S. frugiperda*, que representa o primeiro passo de um programa preventivo de manejo da resistência Schmidt (2002). Os programas de monitoramento da suscetibilidade a inseticidas, normalmente se baseiam em comparações de doses letais e coeficientes angulares de curvas de dose-mortalidade estimadas para diferentes populações de um inseto-praga (TWINE; REYNOLDS, 1980).

Os resultados obtidos nesse trabalho, também servirão de base para estudos de doses subletais em lagartas de *S. frugiperda*, e também para estudos futuros sobre variações na sensibilidade da praga aos inseticidas testados.

3.2 Efeitos subletais dos inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda*

As doses subletais de malationa e lambdacialotrina (CL_{10} = 2.185,711 e 12,985ppm, respectivamente), promoveram a mortalidade de 10,02 e 7,97% na população, respectivamente, sendo observado mortalidade de 2,50% na testemunha (Tabela 3).

A viabilidade das lagartas de todas as populações foi suficiente para o desenvolvimento dos trabalhos subseqüentes.

Tabela 3 - Mortalidade de lagartas de 3º ínstar até a fase de pupa de *S. frugiperda* tratadas topicamente com malationa e lambdacialotrina. UFPel/FAEM, 2007.

Ingrediente ativo	Nome Comercial	N ^a	Concentração utilizada ^b (CL ₁₀)	Mortalidade observada (%)
Malationa	Malathion 1000 EC	100	2.185,711	10,025 ^{ns}
Lambdacialotrina	Karate Zeon 50 SC	100	12,985	7,975
Testemunha	-	100	-	2,500

^a número de indivíduos testados

^b PPM em água destilada

^{ns} não significativo, análise da variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

Tanto malationa como lambdacialotrina aumentaram o peso de pupas (Tabela 4).

Os inseticidas não promoveram mortalidade de pupas e nem defeitos em asas dos adultos, não diferiram nem mesmo se somados todos os tipos de efeitos deletérios (Tabela 4).

Tabela 4 - Peso de pupas, morte de pupas, asas deformadas e efeitos deletérios observados em população de lagartas de *S. frugiperda* tratadas no 3º ínstar tratadas com malationa, lambdacialotrina, e água, em bioensaio usando a técnica de aplicação tópica, utilizando concentração para matar 10% da população até a fase de pupa, UFPel/FAEM, 2007.

Ingrediente ativo	Nome Comercial	Peso de pupas (g)	Morte de pupas (%)	Asas deformadas (%)	Efeitos deletérios totais** (%)
Malationa	Malathion 1000 CE	0,277 ±0,0028 a*	5,57 ^{ns}	1,25 ^{ns}	6,82 ^{ns}
Lambdacialotrina	Karate Zeon 50 sc	0,275 ±0,0027a	0,00	8,45	8,45
Testemunha	-	0,265 ±0,0030b	2,50	1,25	3,75
Desvio padrão	-	0,027	-	-	-
CV (%)	-	10,045	-	-	-

^{ns} não significativo, análise da variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

* médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

** efeitos deletérios totais, são a soma dos parâmetros (morte de pupas + asas deformadas).

Os adultos oriundos das populações tratadas com inseticidas não apresentaram variação da sua longevidade (Tabela 5). Difere do observado por Storch (2003), onde a população de *A. gemmatalis* oriunda do tratamento com lambdacialotrina apresentou menor longevidade em relação à testemunha.

Tabela 5 - Longevidade, fecundidade e fertilidade total observadas em população de lagartas de *S. frugiperda* 3^o ínstar tratadas com malationa, lambdacialotrina, em bioensaio usando a técnica de aplicação tópica, utilizando concentração para matar 10% da população até a fase de pupa, UFPel/FAEM, 2007.

Ingrediente ativo	Nome Comercial	Longevidade (dias)	Fecundidade (nº de ovos)	Fertilidade (%)
Malationa	Malathion 1000 EC	17,70 ^{ns}	1615,26 ^{ns}	79,00 b*
Lambdacialotrina	Karate Zeon 50 SC	15,20	1316,40	52,50 c
Testemunha	-	15,97	1406,42	98,00 a
Desvio padrão	-	-	-	14,85
CV (%)	-	-	-	19,42

^{ns} não significativo, análise da variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

* médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Também foi verificado que a fecundidade das fêmeas não foi alterada pelos tratamentos. Por outro lado, a fertilidade de ovos foi significativamente afetada, com valores de 79% para malationa e 52,5% para lambdacialotrina, contra 98% de viabilidade da testemunha (Tabela 5). Resultados semelhantes foram observados por Storch (2003), onde lagartas de *A. gemmatalis* também tratadas com lambdacialotrina quando adultas originaram 33% de ovos inférteis.

Efeitos de inseticidas neurotóxicos também foram observados em alguns trabalhos, prejudicando a reprodução das populações tratadas. Populações de baratas *Blattella germanica* L. (Blattodea: Blattellidae), tiveram sua fecundidade reduzida, quando receberam doses subletais de inseticidas neurotóxicos (ABD-ELGHAFAR; APPEL, 1992; LEE et al, 1998). Em populações de mosquitos *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera: Culicidae), Aguilera et al. (1995), observaram que o inseticida malationa em sub-doses reduziu a fecundidade e fertilidade da população tratada.

Da mesma forma, os resultados descritos na Tabela 5, mostram que os inseticidas neurotóxicos testados não afetaram a fecundidade, mas sim a viabilidade de ovos, sugerindo que tenha ocorrido uma ação transovariana dos inseticidas em adultos oriundos de lagartas tratadas, semelhante ao observado por Lyra et al., (1998) em adultos de *S. littoralis* tratadas com lufenurom, e também por Perveen (2000) em *S. litura* tratadas com chlorfluazurom.

Esses fatos são positivos, visto que mesmo o inseto estando na fase imatura (lagarta), fase na qual normalmente os inseticidas são aplicados no campo, cujos efeitos serão manifestados na população subsequente. Esta informação serve como parâmetro no Manejo Integrado de Pragas, pois poderá ser levada em consideração no momento da escolha de um inseticida.

Examinando-se a fecundidade e fertilidade, observou-se que houve redução do número de lagartas geradas por fêmea no tratamento com inseticida lambdacialotrina, na ordem de 50%, quando comparado com a testemunha (Figura 4). Semelhante ao observado por Storch (2003), em *A. gemmatalis* tratadas também com lambdacialotrina, onde as fêmeas tiveram redução de 51,5% no número de lagartas geradas por fêmea.

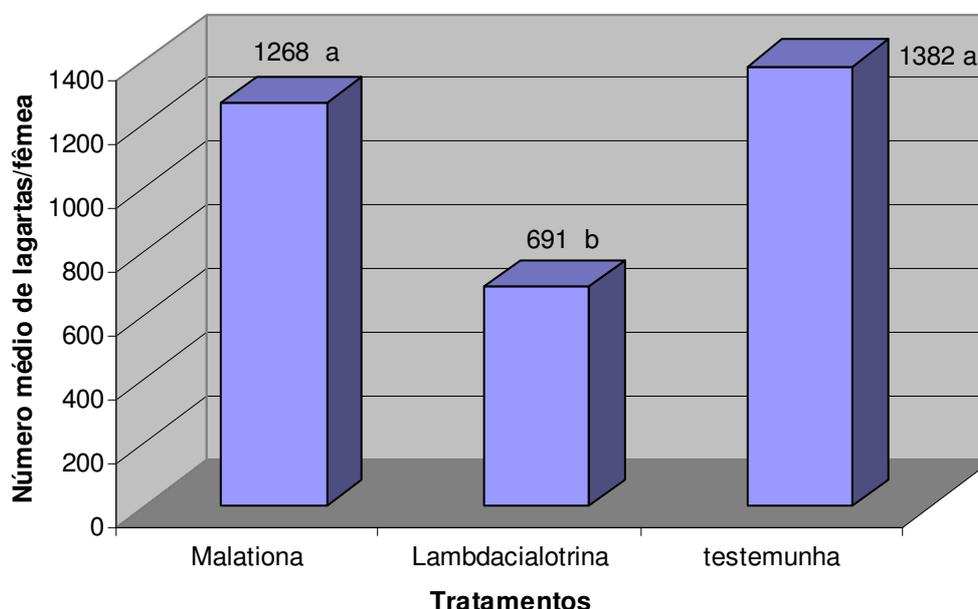


Figura 4 - Número médio de lagartas geradas por fêmea de *S. frugiperda*, oriundas de lagartas dos diferentes tratamentos. UFPel/FAEM, 2007.

Embora utilizando tratamentos com inseticidas neurotóxicos de ação predominantemente por contato, seus efeitos não se restringem ao desenvolvimento da lagarta, mas também nas fases subseqüentes.

Informações dessa ordem podem auxiliar na decisão de qual inseticida utilizar em determinadas ocasiões, visto que dependendo do produto, pode proporcionar um controle mais duradouro, reduzindo o número de aplicações e conseqüentemente menores custos de controle de pragas e impactos no ambiente.

O conhecimento dos efeitos de inseticidas sobre o potencial biótico de uma praga é de grande valia, principalmente se o controle visar o manejo integrado de pragas, auxiliando na manutenção das populações por maiores períodos a níveis que não causem dano a cultura em questão, bem como na associação a programas de controle biológico de pragas.

Analisando os dados através de correlação de todos os tratamentos, entre as características qualitativas (morte larval, morte de pupas, total da população com efeitos deletérios e asas deformadas), observa-se correlação positiva entre efeitos deletérios totais na população com asas deformadas (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de correlação entre as variáveis morte larval até a pupação (M.L.), morte na pupa (M.P.), total da população com efeitos deletérios (T. P.), asas deformadas (A.D.), UFPel/FAEM, 2007.

Característica	M.L.	M.P.	T.P.	A.D.
M.L.	1			
M.P.	0,332	1		
T.P.	0,042	0,286	1	
A.D.	-0,073	0,296	0,828*	1

* Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Analisando a correlação entre mortalidade larval e os aspectos reprodutivos (número de ovos produzidos por fêmea, viabilidade de ovos, lagartas geradas por fêmea) e longevidade de adultos, observa-se (Tabela 7), correlação

negativa entre mortalidade larval e viabilidade de ovos. Ou seja, em uma população que ocorrer elevado índice de mortalidade larval vai existir grande chance que ocorra baixos índices de viabilidade de ovos.

Tabela 7 - Análise de correlação entre as variáveis morte larval até a pupação (M.L.), número de ovos produzidos por fêmea (N.O.), viabilidade de ovos (V. O.), lagartas geradas por fêmea (L.F.), longevidade de adultos (L.A.). UFPel/FAEM, 2007

Característica	M.L.	N.O.	V.O.	L.F.	L.A
M.L.	1				
N.O.	- 0,042	1			
V.O.	- 0,464*	0,233	1		
L.F.	- 0,395	0,643*	0,907*	1	
L.A.	0,102	-0,182	- 0,065	0,243	1

* Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Por outro lado correu correlação positiva entre número de ovos produzidos por fêmea e número de lagartas geradas por fêmea, correlação positiva também entre viabilidade de ovos e lagartas produzidas por fêmea, essas duas ultimas correlações são bastante lógicas visto que se aumentar o número de ovos produzidos por fêmea, logicamente terá um número maior de lagartas da mesma forma, se tiver maior viabilidade de ovos, conseqüentemente terá um maior número de lagartas geradas.

4 Conclusões

O piretróide (lambdacialotrina - Karate Zeon® 50 SC) é 85 vezes mais tóxico do que o organofosforado (malationa - Malathion® 1000 EC).

Os inseticidas malationa e lambdacialotrina aumentam o peso de pupas de *S. frugiperda*;

Os inseticidas malationa e lambdacialotrina reduzem a fertilidade de *S. frugiperda*.

Capítulo 2- Efeitos subletais de inseticidas com modo de ação por ingestão utilizados na cultura do milho sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

1 Introdução

Historicamente a produtividade de milho tem aumentado, no entanto, é uma variável muito complexa, dependendo de muitos fatores ambientais, de manejo e genéticos. Dentre estes, a ocorrência de pragas tem sido um dos destaques e objeto de muitas pesquisas principalmente na busca de variedades resistentes e novas formas de manejo com a utilização de inseticidas que contemplem o manejo integrado de pragas.

Dentre as pragas que ocorrem na cultura do milho e sorgo, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) se destaca, atacando inúmeras plantas pertencentes a diferentes famílias (SILVA et al., 1968). O controle de *S. frugiperda* em milho é realizado quase que exclusivamente com inseticidas químicos.

A lagarta do cartucho do milho, alimenta-se praticamente em todas as fases do desenvolvimento da cultura, inclusive na fase reprodutiva. O estágio em que a cultura apresenta maior suscetibilidade é na fase inicial, quando a planta apresenta 8 a 10 folhas (CRUZ; TURPIN, 1982).

No Brasil, estima-se que a lagarta-do-cartucho do milho seja responsável por mais de 25% dos prejuízos causados por pragas ao milho e pela maior parte dos 38,3 milhões de dólares gastos com pulverizações de inseticidas, resultando no prejuízo anual de aproximadamente 250 milhões de dólares (WAQUIL; VILELLA 2003).

Em algumas regiões brasileiras, são necessárias até dez aplicações de inseticidas para o controle da lagarta do cartucho, possivelmente devido à resistência deste inseto a alguns inseticidas utilizados (CRUZ; VIANA; WAQUIL, 1999).

A importância da *S. frugiperda* se deve não somente aos danos provocados, mas também à dificuldade de seu controle, onde neste sentido tem sido alvo de pesquisas a campo com populações naturais em laboratórios com criações artificiais para estudos toxicológicos.

O conhecimento dos parâmetros populacionais da praga, para buscar maneiras mais econômicas e sustentáveis de controle (SANTOS et al., 2004).

As vantagens como à seletividade, no uso de inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento dos insetos foram relatadas por Slama (1971).

Estudos sobre efeitos subletais de inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos sobre populações de pragas ainda são muito restritos, no entanto, os poucos que disponíveis na literatura mostram resultados relevantes (LYRA et al., 1998; ÁVILA; NAKANO, 1999; PERVEEN, 2000).

Os inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento afetam internamente ou externamente a formação do inseto, interferindo direta ou indiretamente nas funções reprodutivas (OBERLANDER; SOWER; SILHACEK 1975; EDWARDS 1976).

O método de tratamento superficial da dieta tem a vantagem mesmo utilizando pequenas quantidades de inseticidas, produz resultados consistentes, além de que esse método pode ser utilizado tanto na avaliação de novos produtos como também no monitoramento de populações de campo em relação a tolerância aos inseticidas (WAQUIL et al., 2004)

Os estudos sobre efeitos subletais de inseticidas podem colaborar com o manejo integrado de pragas (MIP), visto que este associa os diversos conhecimentos a respeito do ambiente, dinâmica populacional da praga, utilizando todos os métodos e técnicas racionais objetivando manter a população da praga em níveis a não causar dano econômico. O objetivo do trabalho é avaliar o efeito subletal dos inseticidas de ação por ingestão sobre *S. frugiperda*.

2 Materiais e métodos

2.1 Determinação das curvas de concentração letal para os inseticidas

O ensaio constou de cinco tratamentos lufenurom (Match® EC), novalurom (Gallaxy® 100 EC), metoxifenoazida (Intrepid® 240 SC), espinosade (Tracer®), e testemunha (somente água).

Os inseticidas foram diluídos em água, colocados em recipientes de 150mL, onde cubos de dieta artificial (5,6cm³), descrita por Greene et al., (1976) foram submersos durante um segundo, e imediatamente colocados em tubos de vidro de 2,5 x 8,5cm previamente esterilizados durante 2 horas em estufa à 120°C. Logo após as lagartas foram individualizadas, e os tubos de vidro tamponados com algodão hidrófugo, e mantidos em câmara climatizada tipo BOD à temperatura de 25°C e fotofase de 14 horas, até a pupação.

Foram realizados vários testes preliminares até encontrar o intervalo de concentração-letal que permitisse a obtenção da curva de concentração-resposta para os referidos inseticidas, ou seja, intervalos de concentração dos inseticidas que ocasionaram mortalidade do inseto próximo de zero até próximo de 100%, concentrações estas obtidas através de diluições seqüenciais (descrito no item 3.5 da metodologia geral).

Para o inseticida lufenurom foram utilizadas nove concentrações dentro do intervalo entre 0,050 a 0,625ppm (0,050; 0,121; 0,193; 0,265; 0,337; 0,409; 0,481; 0,553; 0,625ppm), para novalurom foram utilizadas 10 concentrações dentro do intervalo de 0,010 a 0,150ppm (0,010; 0,0253; 0,0411; 0,0567; 0,0722; 0,0878; 0,1033; 0,1189; 0,1344; 0,1500ppm), para metoxifenoazida foram utilizadas cinco concentrações dentro do intervalo de 2,4 a 7,2ppm (2,40; 3,60; 4,80; 6,00; 7,20ppm), e para espinosade foram utilizadas cinco concentrações dentro do intervalo de 0,12 a 1,76ppm (0,120; 0,530; 0,940; 1,350; 1,760ppm).

Os dados de mortalidade foram registrados até o momento da pupação. Os dados obtidos foram analisados pelo software Micro Probit (1986), que gerou a curva de concentração letal obtendo as concentrações letais (CL).

2.2 Avaliação dos efeitos subletais de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda*

O bioensaio constou de cinco tratamentos: lufenurom (Match[®] CE), novalurom (Galaxy[®] 100 EC), metoxifenoazida (Intrepid[®] 240 SC), espinosade (Tracer[®]), e testemunha (somente água).

Os inseticidas foram diluídos em água e aplicados via imersão de cubos de dieta artificial. A técnica de aplicação superficial de inseticidas sobre dieta artificial é eficiente para avaliar a suscetibilidade de *S. frugiperda* aos inibidores da biossíntese de quitina segundo Schmidt (2002).

Para avaliar o efeito dos inseticidas sobre lagartas sobreviventes utilizou-se a CL₁₀, obtida na primeira fase do trabalho, sendo a testemunha tratada somente com água destilada.

Os inseticidas foram diluídos em água e aplicados via imersão de cubos de dieta artificial (5,6cm³), diretamente na calda durante um segundo, posteriormente fornecida às lagartas e estas foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 X 8,5cm, tamponados com algodão hidrófugo, previamente esterilizados durante 2 horas em estufa à 120°C, contendo dieta artificial descrita por Greene et al. (1976). Foram mantidas em câmara climatizada tipo BOD à temperatura de 25° C e fotofase de 14 horas, onde permaneceram até a pupação (Figura 1).

As pupas obtidas foram transferidas para tubos de ensaio de 2,5 x 8,5cm, separadas por sexo, segundo Butt e Cantu (1962) e pesadas com 24 horas de idade.

As variáveis observadas foram: mortalidade de lagartas e pupas, peso de pupas e deformações em adultos emergentes. As avaliações relacionadas à longevidade de adultos, fertilidade e fecundidade foram realizadas em 20 casais, individualizados em gaiolas de PVC de 15 centímetros de diâmetro por 15 centímetros de altura, revestidas com papel jornal, dispostas em pratos plásticos também forrados com o mesmo papel e fechadas na extremidade superior com tecido do tipo "tule", preso com elástico.

Os casais foram estabelecidos com indivíduos de no máximo dois dias de idade e alimentados com solução de mel 10%, fornecido por capilaridade através

de roletes dentais mantidos em recipientes de vidro colocados no interior da gaiola. O alimento foi renovado a cada dois dias para evitar fermentação.

As gaiolas foram distribuídas aleatoriamente sobre prateleiras no laboratório, diariamente foi observada a mortalidade dos adultos os quais foram retirados das gaiolas.

A contagem dos ovos foi feita a cada dois dias utilizando-se microscópio estereoscópio, até o final do período de oviposição. O método de contagem dos ovos foi o mesmo utilizado por Leuck e Perkins (1972), realizando-se a contagem do número de ovos na camada superior e multiplicando-se este valor pelo número de camadas existentes na postura, adicionando-se os ovos contados nas bordas das camadas subsequentes.

Para estudar a viabilidade utilizou-se 20 ovos da segunda e terceira postura e 10 repetições.

As variáveis viabilidade larval, pupal, e defeitos em asas foram quantificados pela sua presença ou ausência, recebendo “notas” 1 ou 0, respectivamente.

Para análise de características qualitativas (morte na pupa e defeitos em asas), a população de cada tratamento foi dividida em quatro grupos, onde foi obtida a frequência das características nos grupos, para posterior análise.

A variável efeitos deletérios totais é a soma de morte de pupas e asas deformadas, e o número de lagartas geradas foi obtido através da multiplicação do número de ovos produzidos por fêmea pelo percentual de ovos viáveis.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado devido a homogeneidade do material experimental. Considerou-se cada indivíduo (lagarta, pupa ou adulto), uma repetição.

Os dados foram submetidos a análise da variância (ANOVA), com um nível de significância de 5% de probabilidade de erro. As médias foram comparadas pelo Teste de Duncan com probabilidade de erro de 5% a partir do software PlotIT.



Figura 1 - Detalhe de lagartas de terceiro ínstar utilizadas no ensaio e mortalidade observada nos tratamentos.

3 Resultados e discussão

3.1 Curvas de concentração letal dos inseticidas

A técnica de imersão de cubos de dieta artificial mostrou-se eficiente para obtenção das curvas de concentração-resposta dos inseticidas para lagartas de *S. frugiperda* do terceiro ínstar, utilizando os inseticidas lufenurom, novalurom, metoxifenoazida e espinosade (Tabela 1 e Figuras 1, 2, 3 e 4).

Tabela 1 - Mortalidade esperada e concentração letal em ppm de ingrediente ativo, dos inseticidas lufenurom, novalurom, metoxifenoazida e espinosade, obtida através da técnica de imersão de dieta artificial, fornecidas a lagartas de 3º ínstar até a fase de pupa de *Spodoptera frugiperda*. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, e fotofase de 14 horas. UFPel/FAEM, 2005.

Mortalidade Esperada (%)	Lufenurom Concentração Letal (PPM)	Novalurom Concentração Letal (PPM)	Metoxifenoazida Concentração Letal (PPM)	Espinosade Concentração Letal (PPM)
5	0,101	0,010	1,635	0,142
10	0,125	0,015	2,049	0,217
15	0,144	0,020	2,386	0,289
20	0,162	0,025	2,694	0,363
25	0,179	0,030	2,989	0,441
30	0,195	0,036	3,281	0,526
35	0,212	0,042	3,577	0,619
40	0,229	0,049	3,883	0,722
45	0,246	0,057	4,203	0,838
50	0,265	0,066	4,544	0,970
55	0,286	0,076	4,912	1,124
60	0,308	0,088	5,317	1,304
65	0,333	0,103	5,771	1,522
70	0,361	0,121	6,292	1,790
75	0,394	0,144	6,908	2,134
80	0,435	0,174	7,664	2,594
85	0,488	0,218	8,651	3,258
90	0,563	0,288	10,075	4,339
95	0,697	0,437	12,628	6,635
99	1,040	0,953	19,280	14,702

O inseticida lufenurom apresentou $CL_{10}= 0,125\text{ppm}$, $CL_{50}= 0,265\text{ppm}$ e $CL_{95}= 0,697\text{ppm}$; novalurom $CL_{10}= 0,015\text{ppm}$, $CL_{50}= 0,066\text{ppm}$ e $CL_{95}= 0,437\text{ppm}$, metoxifenoazida apresentou $CL_{10}= 2,049\text{ppm}$, $CL_{50}= 4,544\text{ppm}$ e $CL_{95}= 12,628\text{ppm}$, espinosade $CL_{10}= 0,217\text{ppm}$, $CL_{50}= 0,970\text{ppm}$ e $CL_{95}= 6,635\text{ppm}$ (Tabelas 1 e 2). Desta forma, é possível determinar as doses de acordo com o índice de mortalidade desejado para estudar o efeito de sub-dose dos respectivos inseticidas. Gráficamente estão representadas as curvas de concentração-resposta nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

Em estudo sobre a linha básica de suscetibilidade de *S. frugiperda* ao inseticida lufenurum, Schmidt (2002), obteve valores superiores para CL_{50} e CL_{95} 0,765 e 2,856ppm, respectivamente. Essa diferença deve-se, provavelmente, ao curto período de avaliação que foi no máximo a 120 horas após a aplicação e também a variação na forma de aplicação do inseticida sobre a superfície da dieta.

O inseticida lufenurum é um inibidor da síntese de quitina, e promove a mortalidade durante toda a fase de desenvolvimento larval, não só poucas horas após a aplicação, e esse também pode ser um dos motivos dessa variação. Além disso, diferenças metodológicas também podem ter contribuído para as divergências entre os valores observados nos respectivos estudos. No estudo conduzido por Schmidt (2002) o autor depositou o inseticida somente na superfície da dieta, enquanto que no presente estudo, todas as superfícies externas da dieta foram expostas ao princípio ativo.

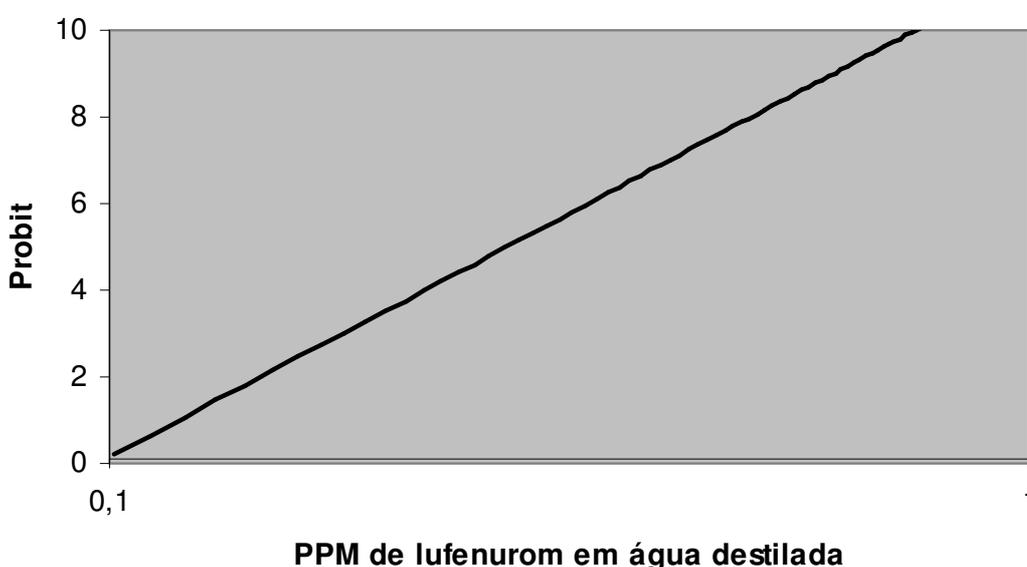


Figura 2 - Curva de concentração-resposta de lagartas de 3º instar de *S. frugiperda* a lufenurum até a fase de pupa em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2005.

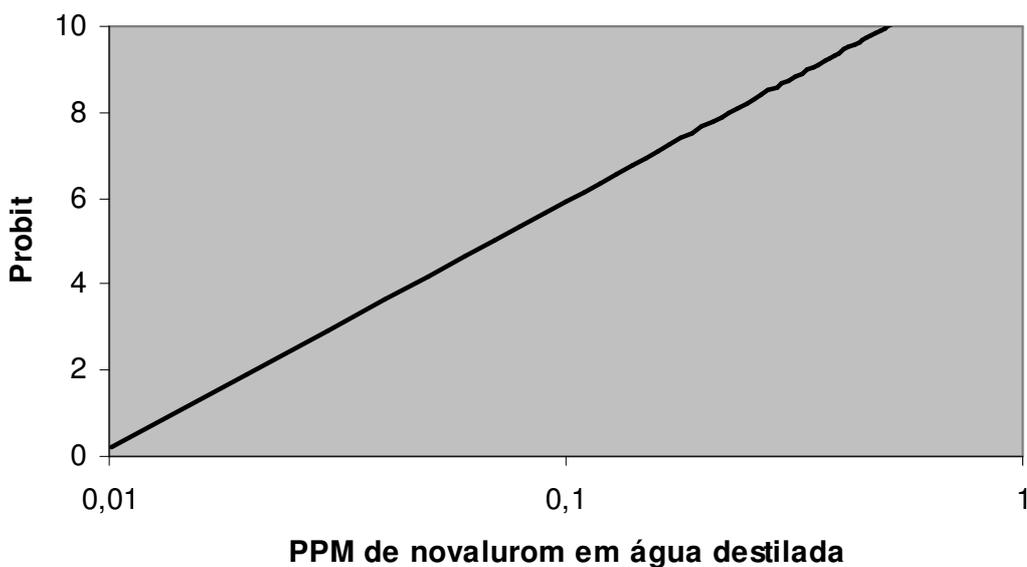


Figura 3 - Curva de concentração-resposta de lagartas de 3º instar de *S. frugiperda* a novalurom até a fase de pupa em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2005.

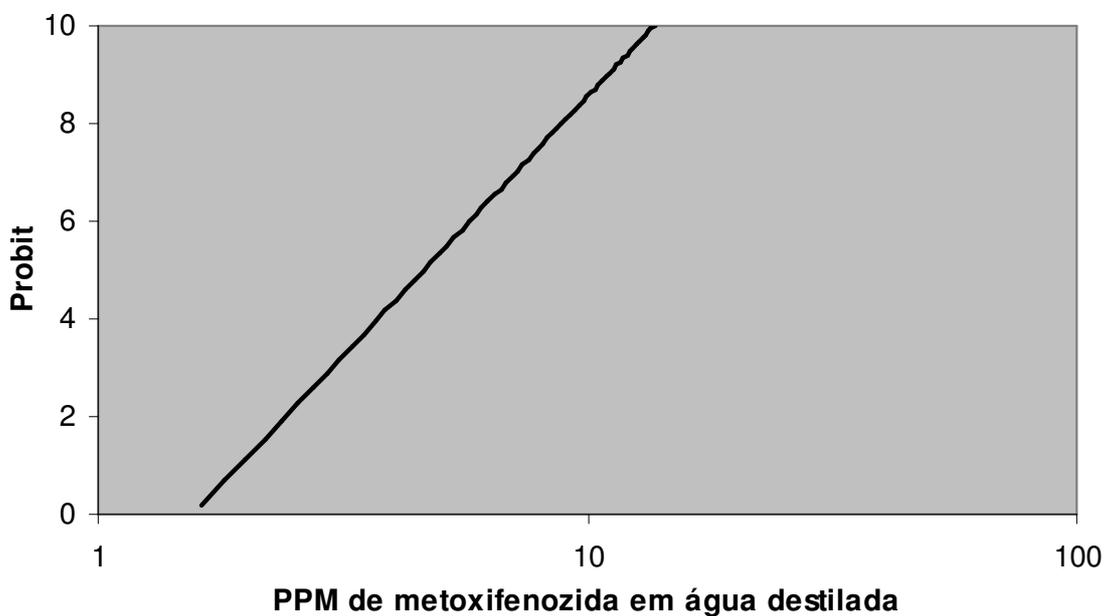


Figura 4 - Curva de concentração-resposta de lagartas de 3º instar de *S. frugiperda* a metoxifenoazida até a fase de pupa em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2005.

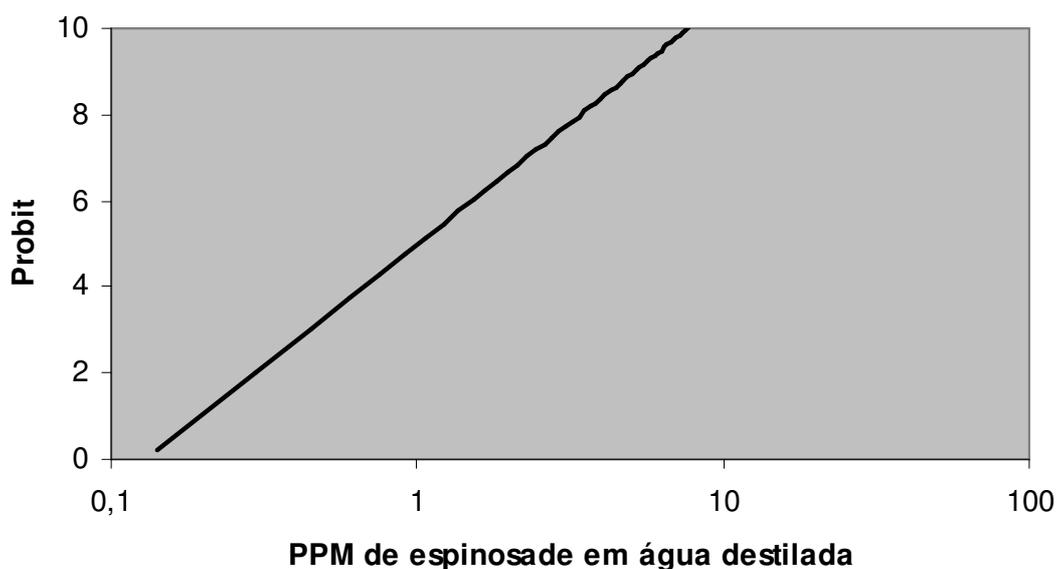


Figura 5 - Curva de concentração-resposta de lagartas de 3º instar de *S. frugiperda* a espinosade até a fase de pupa em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2005.

Tabela 2 - Resposta de lagartas de 3º instar de *S. frugiperda* até a fase de pupa a lufenurom, novalurom, metoxifenoazida e espinosade em bioensaio usando a técnica de aplicação por imersão de dieta artificial. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, e fotofase de 14 horas. UFPel/FAEM, 2005.

Inseticida	n ^a	Coefficiente angular (\pm desvio padrão)	CL ₁₀ (ppm ^b) (I.C. 95%)	CL ₅₀ (ppm ^b) (I.C. 95%)	CL ₉₅ (ppm ^b) (I.C. 95%)	X ²	g.l.
Lufenurom	150	3,926 \pm 0,685	0,125 (0,079 – 0,159)	0,265 (0,215 - 0,309)	0,697 (0,553 - 1,071)	3,681	8
Novalurom	165	2,012 \pm 0,413	0,015 (0,004 – 0,025)	0,066 (0,049 - 0,084)	0,437 (0,256 - 1,447)	11,151	9
Metoxifenoazida	120	3,311 \pm 0,964	2,049 (0,734 – 2,855)	4,541 (3,569 - 5,574)	12,628 (8,681 - 41,184)	3,783	4
Espinosade	120	1,971 \pm 0,589	0,217 (0,022 – 0,407)	0,970 (0,638 - 1,382)	6,635 (3,195 - 96,545)	6,298	4

^a número de indivíduos testados; ^b PPM de ingrediente ativo em água destilada; X² qui-quadrado; g.l. graus de liberdade.

A curva de concentração mortalidade para lufenurum foi a que apresentou maior inclinação de $3,926 \pm 0,685$, seguido por metoxifenoazida de $3,311 \pm 0,964$, novalurum de $2,012 \pm 0,413$, e espinosade de $1,971 \pm 0,589$, que apresentou a menor inclinação (Tabela 2). Valores altos de inclinação, da curva indicam que pequenas variações na concentração do inseticida promovem grandes variações na mortalidade e vice-versa.

As informações obtidas nesse trabalho podem contribuir para o conhecimento do potencial tóxico dos produtos avaliados em *S. frugiperda*.

Conforme as Figuras 2 a 5, constata-se que a ação tóxica dos inseticidas pode ser representada da seguinte forma: novalurum > lufenurum > espinosade > metoxifenoazida. Desta maneira o inseticida com maior toxicidade, expressa por uma menor CL_{50} foi novalurum e de menor toxicidade foi metoxifenoazida. Os inibidores da síntese de quitina (lufenurum e novalurum) apresentaram diferenças no valor de CL_{50} . Lufenurum foi 4 vezes menos tóxico para lagartas de *S. frugiperda* do que o novalurum. Este resultado sugere que apesar dos inseticidas apresentarem o mesmo modo de ação nas lagartas em estudo, são distintos sob o ponto de vista toxicológico. Estas diferenças são expressas principalmente através da formulação e concentração dos produtos.

O inseticida espinosade possui ação neurotóxica e pertence ao grupo das espinosinas, atuando como agonista da acetilcolina, nos receptores da célula pós-sinapse. Analisando-se a performance deste sobre os inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos citados anteriormente, nota-se que espinosade possuiu uma toxicidade 14,7 vezes inferior em relação ao novalurum e até 3,6 vezes em relação o lufenurum, considerando a CL_{50} .

O metoxifenoazida é um inseticida regulador de crescimento de insetos, porém apresenta um mecanismo de ação diferenciado quando comparado ao lufenurum e novalurum. Este mecanismo baseia-se na aceleração do processo de ecdise atuando como agonista de hormônios ecdisteróides (DHADIALLA et al., 1998).

O metoxifenoazida foi 68,8 vezes menos tóxico do que o novalurum, 17,1 vezes em relação ao lufenurum e 4,68 vezes que o espinosade.

Dentro do manejo integrado de pragas deve-se observar no controle de lagartas de *S. frugiperda*, o estágio fenológico da planta de milho. Desta maneira

podem-se empregar inseticidas de contato em estádios iniciais e ingestão em estádios superiores a quatro folhas. Uma maior quantidade de folhas pode propiciar um desempenho melhor dos produtos de ingestão devido a relação área foliar/eficiência da aplicação. Assim uma maior quantidade de folhas coberta com o inseticida empregado propicia um maior sucesso no controle pela ação de ingestão do inseticida pela praga.

Dos inseticidas estudados no presente capítulo, todos apresentam DL_{50} oral maior do que 5.000 mg/kg (peso vivo). Então pode-se evidenciar que do ponto de vista toxicológico, são inseticidas mais seguros ao homem.

Cabe ressaltar que informações sobre a linha básica de suscetibilidade de *S. frugiperda* representam o primeiro passo de um programa preventivo de manejo da resistência (SCHMIDT, 2002). Os programas de monitoramento da suscetibilidade a inseticidas, normalmente se baseiam em comparações entre doses letais e coeficientes angulares de curvas de dose-mortalidade estimadas para diferentes populações de um inseto-praga (TWINE; REYNOLDS, 1980).

Os resultados obtidos nesse trabalho, servirão de base para estudos de doses subletais em lagartas de *S. frugiperda*, e também para estudos futuros sobre variações na sensibilidade da praga aos inseticidas testados.

3.2 Efeitos subletais dos inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda*

As doses subletais de espinosade, lufenurom, novalurom, metoxifenoazida (CL_{10} = 0,217; 0,125; 0,015; e 2,049ppm, respectivamente), promoveram a mortalidade de 20%, 19%, 15,1%, e 9%, respectivamente, e para testemunha de 5% (Tabela 3). Isso ocorreu, provavelmente, por variações intrínsecas já que os testes para determinação concentração letal foram realizados com populações de diferentes anos agrícolas. Embora a mortalidade tenha sido um pouco acima da esperada, a viabilidade das populações foi suficiente para realizar as observações subseqüentes.

Tabela 3 Mortalidade de lagartas de 3^o ínstar até a fase de pupa de *S. frugiperda* tratadas com lufenurom, novalurom, metoxifenoizida e espinosade em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2007.

Ingrediente ativo	Nome Comercial	N ^a	Concentração utilizada ^b (CL ₁₀)	Mortalidade observada (%)
Lufenurom	Match CE	100	0,125	19,00 a *
Novalurom	Galaxy 100 EC	100	0,015	15,12 ab
Metoxifenoizida	Intrepid 240 SC	100	2,049	9,00 bc
Espinosade	Tracer	100	0,217	20,00 a
Testemunha	-	100	-	5,00 c
Desvio padrão	-	-	-	5,42
CV (%)	-	-	-	39,80

^a número de indivíduos testados

^b PPM em água destilada

* médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

Os pesos de pupas, em comparação com a testemunha, não foram afetados pelos tratamentos com inseticidas. No entanto diferiram entre si, observando-se menores pesos nos tratamentos com espinosade e novalurom e maior peso para metoxifenoizida (Tabela 4).

Avaliando-se a mortalidade de pupas, esta não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 - Peso de pupas, morte de pupas, asas deformadas e efeitos deletérios observados em população de lagartas de *S. frugiperda* tratadas no 3º instar, e ficaram na dieta até a pupa com lufenurom, novalurom, metoxifenoizida e espinosade em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2007.

Ingrediente ativo	Nome Comercial	Peso de pupas (g)	Morte de pupas (%)	Asas deformadas (%)	Efeitos deletérios totais (%)**
Lufenurom	Match CE	0,279 ±0,0045	2,5 ^{ns}	5,12 ^{ns}	25,00 ab
Novalurom	Galaxy 100 EC	0,273 ±0,0042 b	1,12	9,55	24,27 ab
Metoxifenoizida	Intrepid 240 SC	0,289 ±0,0040 a	1,07	5,45	15,00 bc
Espinosade	Tracer	0,267 ±0,0044 b	7,47	1,37	27,00 a
Testemunha		0,277 ±0,0045 ab	2,55	1,37	8,75 c
Desvio padrão		0,039	-	-	6,93
CV (%)		14,36	-	-	34,68

^{ns} não significativo, análise da variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

* médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

** efeitos deletérios totais, são a soma dos parâmetros (morte de pupas + asas deformadas).

Os defeitos em asas foram observados, no entanto não ocorreu diferença entre os tratamentos, nem mesmo se somados os efeitos deletérios observados nas populações não houve diferença (Tabela 4).

Os adultos oriundos das populações tratadas com inseticidas não diferiram em relação a longevidade (Tabela 5).

Tabela 5 - Longevidade, fecundidade total e fertilidade, e lagartas geradas por fêmea, observado em população de lagartas de *S. frugiperda* tratadas no 3º ínstar, e ficaram na dieta até a pupa com lufenurom, novalurom, metoxifenoizida e espinosade em bioensaio usando a técnica de imersão da dieta. UFPel/FAEM, 2007.

Ingrediente ativo	Nome Comercial	Longevidade (dias)	Fecundidade (nº de ovos)	Fertilidade (%)
Lufenurom	Match CE	14,25 ^{ns}	1.201,26 ^{ns}	57,50 b*
Novalurom	Galaxy 100 EC	14,27	1.511,15	63,00 b
Metoxifenoizida	Intrepid 240 SC	14,40	1.493,50	71,50 b
Espinosade	Tracer	19,25	1.225,66	37,00 c
Testemunha	-	15,35	1.407,05	95,50 a
Desvio padrão	-	-	-	21,15
CV (%)	-	-	-	32,65

^{ns} não significativo, análise da variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

* médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

A fecundidade não foi afetada por nenhum dos inseticidas, no entanto a fertilidade ou viabilidade de ovos foi afetada por todos os tratamentos (Tabela 5). O espinosade promoveu a maior redução, pois somente 37% dos ovos deram origem a lagartas, seguido pelos tratamentos lufenurom, novalurom e metoxifenoizida, respectivamente com 57,5; 63,0 e 71,5% de ovos viáveis, contra 95,5% da testemunha (Tabela 5). Resultados semelhantes foram observados por Storch (2003), em *A. gemmatalis* tratadas com lufenurom e espinosade, onde apresentaram 59 e 61,1% de viabilidade de ovos contra 96% da testemunha.

O efeito do inseticida lufenurom sobre a viabilidade de ovos também foi estudado por Ávila e Nakano (1999), em *D. speciosa*, e mais recentemente por PATISSOLI et al. (2004), em *S. frugiperda*. Em ambos os estudos, os insetos adultos receberam doses subletais do inseticida e observaram que o lufenurom não afetou a fecundidade das fêmeas testadas, mas sim a viabilidade de ovos e concluíram que o lufenurom possui ação transovariana.

Da mesma forma, os resultados descritos na Tabela 5, mostram que os inseticidas testados não afetaram a fecundidade, mas sim a viabilidade de ovos,

isso sugere que tenha ocorrido uma ação transovariana dos inseticidas em adultos oriundos de lagartas tratadas, semelhante ao observado por Lyra et al. (1998) em adultos de *S. littoralis* tratadas com inseticidas e também por Perveen (2000) em *S. litura*. Esses fatos são positivos, visto que mesmo o inseto estando na fase imatura (lagarta), na qual normalmente os inseticidas são aplicados no campo, os efeitos irão afetar os adultos e interferir na infestação subsequente, informação esta pode ser levada em consideração no momento da escolha de um inseticida.

Examinando-se a fecundidade e fertilidade, observou-se que houve redução do número de lagartas de primeiro ínstar produzidas por fêmea em todos os tratamentos com inseticida. O tratamento espinosade promoveu a maior redução, na ordem de 66,5%, seguido do lufenurom, novalurom e metoxifenoazida, respectivamente 42%, 29% e 20% de redução no número de lagartas geradas por fêmea, quando comparado com a testemunha (Figura 6). Semelhante ao observado por Storch (2003), em *A. gemmatalis* também tratadas com lufenurom e espinosade, onde as fêmeas tiveram redução de 51,1 % e 59,3% no número de lagartas geradas por fêmea.

Resultados semelhantes também foram observados por Lyra et al. (1998) em lagartas de 3^o ínstar de *S. littoralis*, que receberam lufenurom por meio de tratamento superficial de dieta artificial, originaram adultos que tiveram uma redução de 45 e 30% na fecundidade e fertilidade, respectivamente.

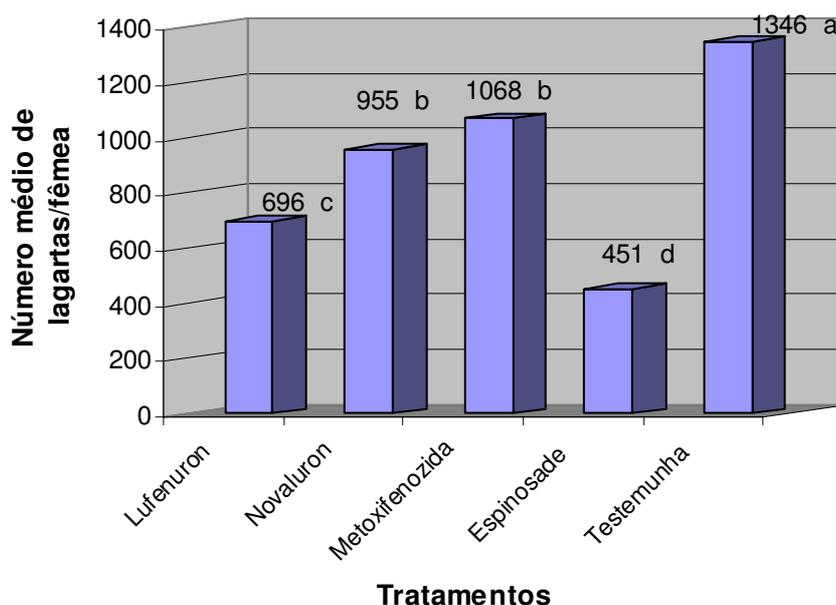


Figura 6 - Número médio total de lagartas geradas por fêmea de *S. frugiperda*, oriundas de lagartas dos diferentes tratamentos. UFPel/FAEM, 2007.

Os efeitos dos inseticidas não se manifestaram somente provocando a mortalidade das lagartas ou durante o desenvolvimento, mas também nas fases subseqüentes, influenciando significativamente sobre a progênie da geração futura. Observações nesse sentido foram feitas em *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae), na cultura da macieira tratada com metoxifenoziada, onde creditaram aos efeitos subletais a redução significativa nas gerações subseqüentes, (BORCHERT, et al. 2005).

O efeito dos inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento na fase embrionária, desenvolvimento, reprodução (fecundidade e fertilidade), mortalidade devido as más formações visíveis durante a metamorfose, também foram observadas e relatadas em pesquisas com pragas de produtos armazenados (GROSSCURT, 1978; MIAN; MULLA, 1982; EISA et al., 1984; MONDAL; PARWEEN, 2001).

O conhecimento dos efeitos de inseticidas sobre o potencial reprodutivo de uma praga é de grande valia, principalmente se o controle visar o manejo integrado de pragas, auxiliando na manutenção das populações por maiores períodos a níveis que não causem dano a cultura em questão.

Analisando os dados através de correlação de todos os tratamentos, entre as características qualitativas (morte larval, morte de pupas, total da população com efeitos deletérios e asas deformadas), observa-se correlação positiva entre efeitos deletérios totais na população com asas deformadas (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de correlação entre as variáveis morte larval até a pupação (M.L.), morte na pupa (M.P.), total da população com efeitos deletérios (T. P.), asas defeituosas (A.D.). UFPel/FAEM, 2007

Característica	M.L.	M.P.	T.P.	A.D.
M.L.	1			
M.P.	0,219	1		
T.P.	0,316	0,249	1	
A.D.	0,137	-0,462*	0,743*	1

* Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Por outro lado ocorreu correlação negativa entre morte de pupas e asas deformadas, Ou seja, em uma população que ocorrer elevado índice de morte de pupas vai existir grande chance que ocorra baixos índices de adultos com asas defeituosas (Tabela 6).

Analisando a correlação entre mortalidade larval e os aspectos reprodutivos (número de ovos produzidos por fêmea, viabilidade de ovos, lagartas geradas por fêmea) e longevidade de adultos, observa-se (Tabela 7), correlação negativa entre mortalidade larval e viabilidade de ovos, e também entre mortalidade larval e lagartas geradas por fêmea. Ou seja, em uma população que ocorrer elevado índice de mortalidade larval vai existir grande chance que ocorra baixos índices de viabilidade de ovos, e também baixo número de lagartas geradas por fêmea.

Tabela 7 - Análise de correlação entre as variáveis morte larval até a pupação (M.L.), número de ovos produzidos por fêmea (N.O.), viabilidade de ovos (V. O.), lagartas geradas por fêmea (L.F.), longevidade de adultos (L.A.) UFPel/FAEM, 2007

Característica	M.L.	N.O.	V.O.	L.F.	L.A
M.L.	1				
N.O.	- 0,329	1			
V.O.	- 0,748*	0,314	1		
L.F.	- 0,734*	0,687*	0,907*	1	
L.A.	0,251	- 0,119	- 0,065	0,061	1

* Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Por outro lado, ocorreu correlação positiva entre número e ovos produzidos por fêmea e número de lagartas geradas por fêmea, e entre viabilidade de ovos e lagartas produzidas por fêmea. Essas duas correlações são bastante lógicas visto que se aumentar o número de ovos produzidos por fêmea, logicamente terá um número maior de lagartas e da mesma forma, se tiver maior viabilidade de ovos, conseqüentemente terá um maior número de lagartas geradas (Tabela 7).

4. Conclusões

Novalurom (Galaxy® 100 EC) apresenta efeito tóxico a *S. frugiperda* maior que o lufenurom (Match® EC), que por sua vez é maior que espinosade (Tracer®) e metoxifenoazida (Intrepid® 240 SC);

Os inseticidas lufenurom, novalurom, metoxifenoazida e espinosade reduzem a fertilidade de *S. frugiperda*.

Discussão geral

Conhecer os efeitos subletais de inseticidas de diferentes grupos químicos usados para o controle de *S. frugiperda* em milho, são informações fundamentais para futuros estudos sobre os efeitos deletérios ou de subdoses de inseticidas sobre a praga, podendo contribuir para o conhecimento do potencial tóxico dos produtos a *S. frugiperda*.

Para avaliar os efeitos subletais, inicialmente foi necessário identificar as concentrações subletais dos inseticidas para a praga, e a partir dessas informações proceder os estudos para avaliar os efeitos subletais propriamente dito sobre as populações da praga.

Esses estudos podem colaborar no momento da escolha de um inseticida para controle de *S. frugiperda*, embora que a extrapolação dos resultados para o campo deva ser feita com cautela visto que existem grandes diferenças entre os ambientes.

Todos os inseticidas promoveram algum tipo de efeito deletério, sendo a redução da fertilidade comum a todos os produtos testados. Esse efeito reduziu o potencial das populações, o que no campo, provavelmente interferiria nas reinfestações na área tratada, promovendo um controle mais duradouro, o que pode colaborar com o manejo integrado de pragas (MIP), e até mesmo em associação com alguma técnica de controle biológico visto que a população sobrevivente vai apresentar menor risco de reinfestação facilitando a supressão da praga promovida pelos inimigos naturais, mantendo por um período mais prolongado a população abaixo do nível de dano econômico.

Analisando os parâmetros através da correlação, para os tratamentos em geral, verifica-se que ocorreu correlação entre morte larval e aspectos

relacionados a reprodução da praga. Isso sugere que uma maior mortalidade larval irá destacar ainda mais os efeitos subletais na população tratada. Nesse sentido, para futuros estudos de efeitos subletais sugere-se que seja utilizada uma concentração letal que venha a matar mais do que 10% da população, isso provavelmente irá expressar melhor os efeitos dos inseticidas proporcionando uma melhor avaliação. Embora venha a exigir uma população de lagartas maior, visto que se terá uma maior mortalidade larval.

O efeito sobre a viabilidade dos ovos, sugerida como “ação transovariana”, deve merecer maior atenção por parte dos pesquisadores a fim de elucidar fisiologicamente os locais de interferência dos inseticidas no inseto. Informações sobre esses efeitos poderão ser utilizadas inclusive para a seleção de novas moléculas a serem usadas e recomendadas no controle de pragas.

O manejo integrado de pragas está se aprimorando e se desenvolvendo continuamente com a disponibilização de novas informações sobre inseticidas, dentre estas, estudos sobre a seletividade a inimigos naturais realizados pela IOBC “International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants”, que permite intercâmbio de resultados de pesquisas entre países, economizando recursos utilizados nas repetições dos testes, além de estabelecer padrões ou protocolos dos ensaios realizados com a mesma finalidade.

Organizações que realizam pesquisas visando o MIP são de suma importância. Nesse contexto, a criação de padrões para avaliar efeitos subletais de inseticidas em insetos pragas deve ser considerada no futuro.

O desenvolvimento de técnicas para avaliação de inseticidas em condições mais próximas das que ocorrem no campo ou no semi-campo devem ser preconizadas, pois, a aproximação das condições de campo pode facilitar a adoção das informações geradas no MIP propriamente dito.

Conclusões gerais

O piretróide (lambdacialotrina - Karate Zeon® 50 SC) é 85 vezes mais tóxico do que o organofosforado (malationa - Malathion® 1000 EC);

Novalurom (Galaxy® 100 EC) apresenta efeito tóxico a *S. frugiperda* maior que o lufenurom (Match® EC), que por sua vez é maior que espinosade (Tracer®) e metoxifenzida (Intrepid® 240 SC);

Os inseticidas malationa e lambdacialotrina aumentam o peso de pupas de *S. frugiperda*;

Os inseticidas malationa, lambdacialotrina, lufenurom, novalurom, metoxifenzida e espinosade reduzem fertilidade de *S. frugiperda* originadas de populações de lagartas tratadas.

Referências

ABD-ELGHAFAR, S.F.; APPEL A.G. Sublethal effects of insecticides on adult longevity and fecundity of German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). **Journal of Economic Entomology**. College Park, v.85, n. 5, p.1809-1817 1992.

AGROFIT. *Sistema de agrotóxicos fitossanitários*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:
<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 11 dez. 2006.

AGUILERA, L.; MARQUETTI, M. C.; NAVARRO, A.; BISSET, J. Effects of three organophosphorus insecticides in the reproductive potential of *Culex quinquefasciatus*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 90, n.3 p. 411-413. 1995.

ÁVILA, C.J.; DEGRANDE, P.E.; GÓMEZ, S.A. **Insetos Pragas: reconhecimento, comportamento, danos e controle**. Dourados: Embrapa-CPAO. 1997. (Embrapa-CPAO. Circular Técnica, 5).

ÁVILA, C. J.; NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenurom na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.293-299. 1999.

BORCHERT, D. M.; WALGENBACH, J. F.; KENNEDY, G. G. Assessment of sublethal effects of methoxyfenozide on oriental Fruit Moth (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal Economic Entomology**, College Park, v.97, n.4, p.1342-1352, 2005.

BUTT, B.A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA, 1962. 7p.

CARVALHO, R.P.L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo. Piracicaba, 1970. **Tese** (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 170p.

COSTA, M.A.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; STORCH, G.; AZEVEDO, R.; MARTINS, J.F.S. Efeito de diferentes volumes de calda de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) nas culturas do milho e sorgo em terras baixas. In: Diversificação do Uso de Várzeas de Clima Temperado. Pelotas, Embrapa-CPACT, 2002. p.221-227. (Embrapa-CPACT. Documentos, 90).

CORTEZ, M.G.R.; WAQUIL, J.M. Influência de cultivar e nível de infestação de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no rendimento do sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.407-410, 1997.

CRUZ, C.; TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v.17, n.3, p.355-359, 1982.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS. 1995. 45p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 21).

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. 1999. **Manejo das pragas iniciais de milho mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999. 39p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 31).

DEGRANDE, P. E. **Guia prático de controle de pragas do algodoeiro**. Dourados UFM, 1998. 60p.

DHADIALLA, T. S.; CARLSON, G.R.; LE, D.P. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. **Annual Review of Entomology**, v.43, p.545-569, 1998.

EDWARDS, J.P. Age-related susceptibility of *Tribolium castaneum* (Herbst) to synthetic C18 juvenile hormone. **Journal of Stored Products**, v.12, p.71-76, 1976.

EISA, A.A., AMMAR, I.M.A., RADWAN, H.S.A. AND EL-NABAWI, A. Larvicide activity and development inhibition of the red flour beetle, *Tribolium castaneum* HERBST., fed on insect growth regulators treated wheat flour. **Minnfiya Journal of Agricultural**. v.8, p.405-414. 1984.

FERREIRA, E.; MARTINS, J.F.S. **Insetos prejudiciais ao arroz no Brasil e seu controle**. Goiânia: EMBRAPA, CNPAF, 1984. 67p. (EMBRAPA. CNPAF. Documentos, 11).

FERREIRA, J.R.C.; MIGUEL, L.A. Análise do valor agregado e da renda agrícola produzido por sistemas de cultivo de milho em terras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45., e REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p.735-740.

FINNEY, D.J. **Probit analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 1971. **255p.**

GALLO, D., O. NAKANO, S.S. NETO, R.P.L. CARVALHO, G.C. BATISTA, E.B. FILHO, J.R.P. PARRA, R.A. ZUCCHI, S.B. ALVES, J.D. VENDRAMIM, L.C. MARCHINI, J.R.S. LOPES; C. OMOTO. 2002. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920p.

GOBBI, A.; BUDIA, F.; SCHNEIDER, M.; DEL ESTAL, P.; PINEDA S.; VIÑUELA, E. Acción de tebufenocida sobre *Spodoptera littoralis* (Boisduval), *Mythimma unipuncta* (Haworth) y *Spodoptera exigua* (Hubner). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v.26, p. 119-127, 2000.

GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W. A., Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal Economic Entomology**, College Park, v.69, n.4, p. 487-497, 1976.

GROSSCURT, A.C. Diflubenzuron: some aspects of its ovicidal and larvicidal mode of action and an evaluation of its practical possibilities. **Pest Science**, Berlin, v.9, p. 373-386, 1978.

GRÜTZMACHER, A.D.; BUSATO, G.R.; GARCIA, M.S. et al. Consumo de área foliar de milho por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriunda de diferentes regiões do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 46., REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 29., Porto Alegre, 2001. **Anais**. Porto Alegre: Emater/RS, 2001 CD - Entomologia .

HAYNES, K. F. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. **Annual Review Entomology**, v.33, p.149-160, 1988.

HOY, M. A. Recent advances in genetics and genetic improvement of the Phytoseiidae. **Annual Review of Entomology**, v.30, p.345-370, 1985.

HOY, M. A. Proactive management of pesticide resistance in agricultural pest. **Phytoparasitica**, Israel, v.20, p.93-97, 1992.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/ibge/default.php>>. Acesso em: 30 jul. 2001.

KERNS, D.L.; STEWART, S.D. Sublethal effects of insecticides on the intrinsic rate of increase of cotton aphid. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v.94, p.41-49, 2000.

LEE, C.Y.; YAP, H.H.; CHONG, N.L. Sublethal effects of deltamethrin and propoxur on longevity and reproduction of German cockroaches, *Blattella germanica*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v.89, p.137-145, 1998.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H.F.G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abbot & Smith, 1797). **O Biológico**, São Paulo, v.19, n.6, p.105-113, 1953.

LEUCK, D.B.; PERKINS, W.D. A method of estimating fall armyworm progeny reduction when evaluating control achieved host-plant resistance. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.65, n.482-483, 1972.

LINK, D.; COSTA, E. C. Eficiência de baixas dosagens de clorpirifós no controle de lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hubm na cultura da soja. In: Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul, 1989, Porto Alegre, **Resumos**. UFRGS, p.240, 1989.

LINK, D.; COSTA, E. C. Eficiência de baixas dosagens de clorpirifós no controle de lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hubm na cultura da soja. In: Reunião de pesquisa da soja da região sul, 1990, Passo Fundo, **Resumos**. Passo Fundo, EMBRAPA/CNPT, p.147, 1990.

LUCCHINI, F. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera-Noctuidae). Níveis de prejuízos e avaliação toxicológica de inseticidas para o seu combate em milho. Curitiba, 1977. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. 114p.

LUGINBILL, P. The fall armyworm. **Technical Bulletin United States Department of Agriculture**, EUA, v. 34, p.1-91, 1928.

LYRA, J.R.M.; FERRAZ, J.M.G.; SILVA, A.P.P. Action of chitin synthesis inhibitors on reproduction of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.27, n.4, p.569-576, 1998.

MIAN, L.S.; MULLA, M.S. Biological activity of IGRs against four stored product coleopterans. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.75, p.80 - 85, 1982.

MONDAL, K.A.M.S.H., PARWEEN, S. Insect growth regulators and their potential in the management of stored-product insect pests. **Integrated Pest Management Reviews**, v.5, p. 255 - 295, 2001.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R.A. **Entomologia econômica**. São Paulo: Livroceres, 1981. 314 p.

OBERLANDER, H., SOWER, L. AND SILHACEK, D.L. Mating behaviour of *Plodia interpunctella* reared on juvenile hormone treated diet. **Journal of Insect Physiology** v. 21, p.681-685, 1975.

OLIVEIRA, J.V. de. Caracterização e controle dos principais insetos do arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.40, n.374, p.17-24, 1987.

OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e Técnicas do Manejo de Insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS; Palloti, p.31-49, 2000.

PARRA, J. R. P. O controle biológico aplicado e o manejo integrado de pragas. In: SIMPOSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 1., Campinas, 1993. **Resumos...** Campinas: Fundação Cargill, 1993. p.116-139.

PATISSOLI, D.; THULER, T. R.; PEREIRA, F. F.; REIS, F. E.; FERREIRA, T. A. Ação transovariana de lufenuron (50 G/L) sobre adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu efeito sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.1, p.9-14, 2004.

PERVEEN, F. Sublethal effects of chlorfluazuron on reproductivity and viability of *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, v.124, p. 223-231, 2000.

PINEDA, S.; BUDIA, F.; SCHNEIDER, M.; GOBBI, A.; VIÑUELA, E.; DEL ESTAL, P., Efectividad biológica de spinosad y del regulador del crecimiento metoxifenocida (RH-2485) sobre huevos de *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) (Lepidoptera: Noctuidae). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v.26, p.483-491, 2000.

SANTOS, L. M. DOS.; REDAELLI, L.R.; DIEFENBACH, L.M.; EFROM, C.F.S. Fertilidade e longevidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p.345-350, 2004.

SCHMIDT, F.B. Linha básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a lufenuron na cultura do milho. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 48p. 2002.

SILVA, A.G.d'A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M et al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. v.1, pt.2, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1968. 622p.

SILVA, M.T.B. da.; COSTA, E.C.; BOSS, A. Controle de *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) com reguladores de crescimento de insetos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.4, p.601-605, 2003.

SLAMA, K. Insect juvenile hormone analogues. **Annual Review Biochemistry**, v.40, p.1079-1102, 1971.

STORCH, G. Impacto de diferentes inseticidas aplicados em lavoura comercial de soja sobre a sobrevivência e progênie de *Anticarsia gemmatalis* Hubner 1818, (Lepidoptera: Noctuidae), 2003. **Dissertação** (Mestrado em Fitossanidade), Faculdade de Agronomia - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 30p.

STORCH, G.; LOECK, A.E.; COSTA, M.A.G.; GARCIA, M.S. Efeito de dois inseticidas sobre o desenvolvimento e progênie de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) sobreviventes a aplicação em lavoura comercial de milho. In: Anais da 1ª Mostra de iniciação científica e 1ª Jornada de pós-graduação, pesquisa e extensão. Bagé 2002, **Resumos**. URCAMP, p.217, 2002.

TWINE, P.H.; REYNOLDS, H.T. Relative susceptibility and resistance of the tobacco budworm to methyl parathion and synthetic pyrethroids in southern California. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 73, p.239-242, 1980.

WAQUIL, J.M. & F.M.F. VILELLA. Gene bom. **Revista Cultivar**, Pelotas, v.49, p.22-26, 2003.

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F.; SIEGFRIED, B. D.; FOSTER, J. Atividade biológica das toxinas de bt cry 1 A (b) e cry 1 F em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.2, p.67-171, 2004.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)