

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Ação de alguns inseticidas com propriedades esterilizantes sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae)

Fabiana Cristina Bortolazzo Romano

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2007

Fabiana Cristina Bortolazzo Romano
Engenheiro Agrônomo

Ação de alguns inseticidas com propriedades esterilizantes sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae)

Orientador:

Prof. Dr. **OCTAVIO NAKANO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba

2007

Com todo amor e gratidão,

Dedico e Ofereço

Aos meus amados pais,

Américo Romano Júnior (*in memoriam*) e

Maria Hermínia Bortolazzo Romano,

A minha querida avó

Maria de Pádua Bortolazzo e

Ao meu sobrinho

Marcelo de Araújo Romano, que trouxe luz a minha vida.

AGRADECIMENTOS

A autora expressa seus agradecimentos a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

Ao Prof. Dr. Octávio Nakano, pela acolhida como estagiária, orientação durante o mestrado e doutorado e, principalmente, pela amizade, confiança e aprendizagem;

Ao Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP pela oportunidade de realizar este curso;

À amiga Catia Sumie Shimatai Sasaki, pelos anos de convívio, amizade e companheirismo, além do auxílio prestado nos trabalhos;

Aos Professores do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP pelos ensinamentos transmitidos;

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP, em especial ao Técnico Agrícola Augusto César Pinheiro Florim pela amizade e auxílio nos trabalhos;

Às bibliotecárias Eliana M. Garcia, Sílvia. M. Zinsly e Kátia M. de A. Ferraz, pelo auxílio na correção das normas para elaboração da presente tese;

A Patrícia Milano, pelo grande auxílio prestado na fase da avaliação dos espermátóforos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudo;

Aos amigos Camila Schorr Reinert, Greice Eler, Jamile Icassatti Saud , Katherine Girón Pérez, Letícia Mika Tiba, João Fernando Bernardini, Leonardo Rangel Carraro, Letícia Strazzacapa Poppin, Luiz Henrique da Silva Fagundes Marques, Manuela Hiromi de Holanda Dodo e Oscar Bendeck, sem os quais eu nada seria;

Aos amigos e companheiros do “Esquadrão Veneno”, principalmente Alexandre Luis Jordão, André Capelari Lahóz, Carlos Eduardo Ito, Carlos Alexandre Kiryu, Cristiano Fleury Azevedo Costa, Fábio José Magro, Felipe Vannucci Mena Romeiro, Fernando da Paixão Sales, Leonardo Furlan Correa e Paschoal Danella Neto, pelos anos de convívio e pelo auxílio prestado;

A Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda., pela colaboração;

A Biocontrole, por ter cedido armadilhas para testar no experimento;

E, acima de tudo, a Deus, por ter estado comigo em todos os momentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Importância e Biologia de <i>Spodoptera frugiperda</i>	12
2.2 Danos causados por <i>S. frugiperda</i> em lavoura de milho.....	16
2.3 Controle.....	18
2.4 Esterilização de insetos.....	19
2.4.1 Químioesterilização.....	20
2.5 Efeito de diversos produtos sobre a tesourinha <i>D. luteipes</i>	33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1 Criação de <i>S. frugiperda</i> em laboratório.....	36
3.2 Teste de esterilização.....	37
3.2.1 Escolha dos químioesterilizantes.....	37
3.2.2 Determinação da dosagem adequada para esterilização dos adultos.....	39
3.3 Efeito dos produtos em casa de vegetação.....	39
3.4 Raio de ação dos machos adultos.....	40
3.5 Contagem do número de espermátóforos.....	40
3.6 Efeito dos produtos testados sobre <i>D. luteipes</i>	41
3.6.1 Criação de <i>D. luteipes</i>	41
3.6.2 Efeito sobre o predador.....	42
3.7 Análise dos resultados.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Determinação da dosagem adequada para esterilização dos adultos.....	43
4.2 Efeito esterilizante dos produtos sobre adultos em laboratório.....	43
4.3 Efeito esterilizante dos produtos em casa de vegetação.....	51
4.4 Raio de ação de <i>S. frugiperda</i>	55
4.5 Número de espermátóforos.....	56
4.6 Efeitos sobre o predador.....	59

5 CONCLUSÕES.....	62
REFERÊNCIAS.....	63

RESUMO

Ação de alguns inseticidas com propriedades esterilizantes sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae)

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma importante praga da cultura do milho. Na região tropical, causa danos severos, podendo chegar a até 60% de redução no rendimento dos grãos. Seu controle normalmente é realizado com aplicação de inseticidas convencionais, mas o método apresenta inconvenientes de desequilíbrio ecológico, resistência da praga, fatores toxicológicos e econômicos. A quimioesterilização com os modernos inseticidas que atuam na fisiologia dos insetos poderá ser uma ferramenta adicionada ao manejo integrado de pragas, pois os esterilizantes utilizados são produtos de baixa toxicidade aos mamíferos e aos inimigos naturais. Além disso, esse processo reduz substancialmente a quantidade de inseticidas se comparado ao sistema convencional. Os objetivos do presente trabalho foram estudar o emprego de alguns inseticidas com propriedades esterilizantes sobre a fase adulta de *S. frugiperda*, determinando as doses que atuam sobre a reprodução dos adultos, avaliando o efeito desses produtos em casas de vegetação, contando-se o número de espermátóforos encontrados na fêmea, determinando a distância que as iscas devem ser colocadas no campo e avaliando o efeito dos produtos testados sobre ninfas e adultos de *D. luteipes*, um dos principais inimigos naturais da lagarta-do-cartucho do milho. Os esterilizantes foram fornecidos às mariposas via ingestão juntamente com a solução de mel a 10%. Os inseticidas utilizados e respectivas dosagens foram abamectina (0,45 mL/L água), clorfluazurom (2,0 mL/L água), flufenoxurom (2,0 mL/L água), lufenurom (0,75 mL/L água), novalurom (2,0 mL/L água) e piriproxifem (12,0 mL/L água), além da testemunha. Com exceção de lufenurom, todos os inseticidas reduziram a fecundidade de *S. frugiperda*, sendo que o menor número de ovos colocados foi encontrado no tratamento com flufenoxurom. A viabilidade dos ovos também foi afetada pelos produtos, porém, os tratamentos que se mostraram mais eficientes em relação a esse parâmetro foram clorfluazurom e lufenurom, que causaram viabilidade de apenas 0,24% dos ovos colocados. A longevidade dos indivíduos, tanto machos como fêmeas, foi afetada por todos os produtos, com exceção de lufenurom. Em casa de vegetação, os tratamentos apresentaram comportamento semelhante ao que apresentaram em laboratório, porém, como os parâmetros não são controlados como em laboratório, foram encontrados alguns valores diferentes. Os produtos, com exceção de clorfluazurom, afetaram o número de espermátóforos encontrados nas fêmeas, sugerindo que, de alguma forma, as substâncias afetaram o aparelho reprodutor das mariposas, seja na ovogênese, espermatogênese, embriogênese ou qualquer outro processo relacionado. Os produtos clorfluazurom, flufenoxurom, lufenurom e novalurom foram 100% seletivos a ninfas de *D. luteipes*; já em relação aos adultos, apenas clorfluazurom e novalurom apresentaram 100% de seletividade. Pode-se concluir que a quimioesterilização é um método viável para ser inserido no manejo integrado de *S. frugiperda*.

Palavras-chave: *Spodoptera frugiperda*; Viabilidade; Espermátóforos; *Doru luteipes*; Seletividade

ABSTRACT

Action of some insecticides with sterilizing properties on *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) and its predator *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae)

The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), is an important pest of the maize culture. In the tropical area, it causes severe damages, reducing the income from grains by up to 60%. Its control is normally carried out by the application of conventional insecticides, but this method is not recommended due to the negative aspects of ecological disequilibrium, pest resistance, toxicological and economic factors. The chemosterilization with the modern insecticides that act in the physiology of the insects can be a tool added to the integrated pest management, because the products used have low toxicity when eaten by mammals and their natural enemies. Moreover, this process reduces the amount of insecticides substantially if compared with the conventional system. The objectives of this work were to study the use of some insecticides with sterilizing properties on the adult of *S. frugiperda*, determining necessary dosage, evaluating the effect of those products in conditions of vegetable house, counting the spermatophores found in the female, determining the distance at which the baits should be placed in the field and evaluating the effect of the products tested on nymphs and adults of *D. luteipes*, one of the main natural enemies of the fall armyworm. The sterilizers were supplied to the moths through ingestion with a 10% of honey solution. The insecticides used and respective dosages were abamectin (0.45 mL/L water), chlorfluazuron (2.0 mL/L water), flufenoxuron (2.0 mL/L water), lufenuron (0.75 mL/L water), novaluron (2.0 mL/L water) and piriproxyfen (12.0 mL/L water), a control plot was used for comparison. Except for lufenuron, all the insecticides reduced the fecundity of *S. frugiperda*, and the smallest number of eggs was found in the treatment with flufenoxuron. The viability of the eggs was also affected by the products. The sterilizers shown most effective in reducing egg viability were chlorfluazuron and lufenuron, that caused viability of only 0.24% of the eggs. The individuals' longevity, males and females alike, were affected by all of the products, excepting lufenuron. In the vegetable house, the treatments produced results similar to those found in the laboratory. However, as the parameters were less controlled outside the laboratory, different values were found. The products, except for chlorfluazuron, affected the spermatophores number found in the females, suggesting that the substances affected the reproductive system of the moths in the ovogenesis, spermatogenesis, embryogenesis or other related process. The products chlorfluazuron, flufenoxuron, lufenuron and novaluron were 100% selective to nymphs of *D. luteipes*; whereas chlorfluazuron and novaluron only presented 100% of selectivity in adults. It can be concluded that chemosterilization is a viable method to be applied with integrated management of *S. frugiperda*.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*; Viability; Sterilization; *Doru luteipes*; Seletivity

1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos mais importantes cereais do mundo, pois representa a base da alimentação humana e animal. O Brasil é o 4º maior produtor mundial de milho, sendo que essa cultura ocupa cerca de 13 milhões de hectares, com uma produção média de 41 milhões de toneladas por ano (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2006). Porém, o rendimento da cultura do milho é baixo, principalmente quando comparado ao de outros países produtores como a Argentina, China e Estados Unidos. Esse fato deve-se a diversos fatores, entre eles, ao ataque das pragas desfolhadoras das plantas.

A lagarta *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), pertencente à Ordem Lepidoptera e família Noctuidae, é a principal praga da cultura do milho. As lagartas pequenas são pouco representativas, mas depois de desenvolvidas, passam a danificar as folhas centrais do cartucho do milho, o qual pode ser totalmente destruído. Em ocorrências tardias, podem atacar a espiga, destruindo a palha e os grãos, além de propiciarem a entrada de patógenos e umidade, determinando o apodrecimento das mesmas. O ataque pode ocorrer desde a fase de plântula até as fases de pendramento e espigamento (ÁVILA; DEGRANDE; GOMEZ (1997). Além do milho, o inseto danifica também outras culturas, incluindo pastagens, arroz, cana-de-açúcar, trigo, aveia, cevada, amendoim, batatinha, alface e diversas hortaliças.

O controle dessa praga normalmente é realizado com aplicação de inseticidas logo no início da infestação, método recomendado pela técnica moderna, porém, quando a lagarta já se encontra em fase mais adiantada, o uso de inseticidas pode causar inconvenientes de desequilíbrio ecológico, resistência da praga, fatores toxicológicos e econômicos.

Com a evolução da agricultura, aumenta o número de pesquisas visando à substituição de inseticidas de alta periculosidade no controle de pragas. Com esse propósito, vários métodos passaram a ser recomendados, como o uso de feromônio, emprego de parasitas e predadores como inimigos naturais, desenvolvimento de plantas resistentes a pragas, técnica do macho estéril e quimioesterilização (SALGADO,1979).

De acordo com Knipling (1979), a quimioesterilização é um método de controle eficiente e racional; interrompe a reprodução de populações naturais de pragas com efeitos imediatos, pois os indivíduos estéreis da população tratada tornam-se agentes biológicos capazes

de anular o potencial reprodutivo de outros membros da população que não receberam o tratamento.

Os modernos quimioesterilizantes são produtos de baixa toxicidade ao homem e demais mamíferos e são altamente seletivos; isso é importante porque preserva os inimigos naturais da praga, importantes em um programa de manejo integrado. Dentre os agentes de controle biológico de *S. frugiperda*, destaca-se a tesourinha *Doru luteipes*, que é capaz de predação de ovos e pequenas lagartas da praga.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito esterilizante de alguns inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos sobre adultos de *S. frugiperda*, assim como sua seletividade em relação ao predador *D. luteipes*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância e Biologia de *Spodoptera frugiperda*

A lagarta-do-cartucho foi reconhecida como praga de milho em 1797, na Geórgia, Estados Unidos. Originalmente, foi descrita com o nome de *Phalaena frugiperda*. Desde então, mudou de nome várias vezes, até a denominação atual de *S. frugiperda* (CRUZ, 1995). Hoje, ela é considerada a principal praga da cultura do milho no Brasil.

Conforme relatado por Cruz (1995), a lagarta pode ser encontrada nas Américas e em algumas ilhas a oeste da Índia. Nos Estados Unidos, os insetos sobrevivem, durante o inverno, nas regiões tropicais do sul da Flórida e Texas. Desses locais, as mariposas migram durante a primavera, verão e outono, podendo se deslocar a grandes distâncias, atingindo o norte do país até o Canadá. No Brasil, devido à alimentação diversificada e disponível o ano todo, e das condições climáticas favoráveis ao inseto, a sua distribuição é geral em todas as regiões do território nacional.

O primeiro grande surto da história ocorreu em 1899, quando uma grande parte dos Estados Unidos foi invadida pela lagarta-do-cartucho, causando severos danos em milho, arroz, sorgo, trigo e feijão. Em 1902, no Texas, aproximadamente 40000 acres de pastagens foram altamente danificados pelo inseto. Nos Estados Unidos, ataques intensos foram ainda verificados em aveia, algodão e pastagens. No Brasil, um surto foi relatado em 1964, com enormes danos em milho, arroz e pastagens.

Esta praga é também considerada uma das mais importantes do milho na Colômbia, Venezuela, Guatemala, México, Peru e Chile.

Segundo trabalhos de Carvalho (1970), essa praga pode reduzir, através dos danos nas folhas, a produção de milho em até 35,45%.

A biologia de *S. frugiperda* é estudada desde longa data. A referência mais antiga desse inseto na literatura é de Smith, em 1797, relatando que a pupação ocorre no solo e a mariposa emerge cerca de 12 dias após a lagarta ter se dirigido ao solo. (OLIVEIRA, 1987). Cruz (1995) revisou os dados biológicos de *S. frugiperda* e demonstrou que seu ciclo de vida passa por quatro

fases distintas: ovo, larva, pupa e adulto. Vários autores forneceram dados a respeito dessa praga, os quais são disponibilizados a seguir:

2.1.1 Ovo

Logo após a oviposição, o ovo possui coloração verde-clara, passando a uma coloração alaranjada após 12 a 15 horas. Próximo ao nascimento das larvas, torna-se escurecido devido à cabeça negra da larva, vista através da casca. Os ovos são colocados em massa, geralmente em duas camadas, e cobertos por uma camada fina e longa de escamas, colocada pela fêmea por ocasião da postura. O número de posturas colocadas por mariposa varia bastante, sendo que já foi observado um máximo de 13 posturas por fêmea. O número de ovos também varia, tendo sido observados entre 9 e 593, com médias entre 143 a 250 ovos. O período de incubação varia de acordo com a temperatura, sendo em média de 2 a 4 dias (CRUZ, 1995).

2.1.2 Lagarta

O corpo de uma lagarta recém nascida, quando comparado ao de uma completamente desenvolvida, apresenta mais pêlos e a cabeça é mais larga em proporção ao tamanho do corpo. Geralmente, a lagarta é esbranquiçada antes de se alimentar e esverdeada após a alimentação.

As lagartas recém-nascidas alimentam-se da própria casca do ovo. Após esse primeiro alimento, permanecem em repouso durante 2 a 10 horas, antes de sair em busca de alimentos. Ocorrem seis ínstar na fase larval, sendo que a duração de cada um depende das condições de temperatura e da disponibilidade de alimento. A duração do período larval é de 12 a 30 dias.

Uma lagarta completamente desenvolvida no primeiro ínstar mede cerca de 1,90 mm de comprimento, com a cápsula cefálica medindo 0,30 mm de largura. No segundo ínstar, o corpo possui coloração esbranquiçada com sombreamento marrom no dorso. O comprimento do corpo varia de 3,5 a 4,0 mm e a cápsula cefálica mede aproximadamente 0,40 mm.

O terceiro ínstar larval é caracterizado por uma coloração marrom-clara no dorso e esverdeada na parte ventral, com linhas dorsais e subdorsais brancas. O corpo atinge 6,35 a 6,50 mm e a cápsula cefálica mede cerca de 0,74 mm.

No quarto ínstar, a lagarta apresenta a cabeça marrom-avermelhada e o dorso do corpo marrom-escuro. O comprimento da lagarta chega a 10 mm e a largura da cápsula cefálica, a 1,09 mm.

No quinto ínstar, o corpo é semelhante ao do ínstar anterior, porém um pouco mais escuro. O comprimento do corpo é de aproximadamente 18 mm e a largura da cápsula cefálica é em torno de 1,80 mm.

No último ínstar, a lagarta tem o corpo cilíndrico e de coloração marrom acinzentada no dorso, esverdeada na parte ventral e subventral, sendo que esta última apresenta manchas de coloração marrom-avermelhada. As linhas dorsais e subdorsais são proeminentes. A frente da cabeça é marcada com um Y invertido, embora essa característica não seja sempre evidente como um meio de identificação. O corpo mede cerca de 35 mm e a largura da cápsula cefálica varia de 2,70 a 2,78 mm (CRUZ, 1995).

2.1.3 Pré-pupa e Pupa

Quando completamente desenvolvida, a lagarta normalmente dirige-se ao solo e passa por um período denominado pré-pupa, durante o qual não se alimenta. Essa fase pode durar apenas um dia, quando a temperatura é elevada, mas em períodos amenos pode se estender por até cinco dias. Em seguida, a lagarta se transforma em pupa no solo, dentro do cartucho, no pendão ou até mesmo nas espigas de milho, entre a palha.

Logo após sua formação, a pupa possui coloração verde-clara, sendo o tegumento transparente, com as vísceras visíveis. Nessa fase, o corpo é frágil e sensível a danos. Em poucos minutos, a pupa torna-se alaranjada e depois passa à coloração definitiva, ou seja, marrom-avermelhada, tornando-se aos poucos mais escura até ficar praticamente preta, momentos antes do adulto emergir. Seu comprimento é de cerca de 13 a 16 mm e a maior largura é de 4,5 mm de diâmetro. A duração do período pupal varia de 6 a 55 dias, em função da temperatura (CRUZ, 1995).

2.1.4 Adultos

Segundo Cruz (1995), as mariposas que emergem das pupas geralmente voam para longe da área de origem, antes de fazer a postura. Quando indivíduos de mesmo sexo se transformam em pupa em igualdade de condições, as fêmeas emergem cerca de um dia antes dos machos.

Os adultos atingem 35 a 38 mm de envergadura e apresentam dimorfismo sexual nas asas anteriores. As fêmeas têm coloração marrom-acinzentada uniforme, com as manchas orbicular e reniforme pouco nítidas. Nos machos, a coloração é mais escura, com manchas brancas características no ápice e entre as manchas orbicular e reniforme. (FERREIRA, 1988).

Segundo Cruz (1995), a longevidade dos adultos varia de acordo com a disponibilidade de alimento e com a temperatura. De acordo com o autor, sem alimentação, as mariposas vivem aproximadamente 4,4 dias, enquanto que mariposas alimentadas vivem até 13,3 dias, independente do sexo.

O tempo necessário para completar o ciclo de vida de *S. frugiperda* depende da temperatura; durante o verão, é em média de 30 dias, mas nos períodos mais frios pode chegar a até 50 dias. O número de gerações é variável; nas regiões onde o inseto tem condições de sobreviver o ano todo, pode-se ter seis ou mais gerações.

Muitos outros trabalhos foram realizados com o intuito de obter mais conhecimentos sobre a biologia e o comportamento de *S. frugiperda*.

Estudos realizados por Dew (1913) demonstraram que as mariposas ovipositam durante a noite, colocando aproximadamente 160-170 ovos. O período de incubação foi de 3 dias, em média. As lagartas apresentaram seis ínstaes, durando a fase larval cerca de 14 dias e a pupal, 10 dias. O ciclo total foi de 30 dias, à temperatura média de 25°C.

Luginbill (1928) observou que, no milho, o número de ovos por fêmea foi de 1393 em média, e o número de posturas variou de 1 a 13, com cerca de 243 ovos em cada uma delas. O período larval variou de 12,1 a 29,7 dias e a fase pupal, de 9 a 27 dias, dependendo das condições do ambiente. A longevidade dos adultos alimentados com solução de mel ou açúcar a 10% foi de 13,3 dias e de 3,35 dias quando não alimentados.

Velez e Sifuentes (1967) estudaram esse inseto a 27°C na cultura do milho e observaram um período de incubação de 4 dias e fase larval de 21 a 22 dias. A longevidade do adulto foi de 15 dias e o período de oviposição, de 5 dias.

Lucchini (1977) observou que, em milho, lagartas de *S. frugiperda* apresentaram 7 ínstaes e a duração da fase larval foi, em média, de 14,67 dias. A duração da fase pupal foi de 11,8 dias para o macho e 10,17 dias para fêmeas. O ciclo evolutivo também variou com o sexo e foi de 31,27 dias para os machos e 30,17 dias para as fêmeas. A longevidade dos machos foi de 21,1 dias e das fêmeas, 12,4 dias. As posturas tiveram 205,8 ovos, em média.

Ferraz (1982) verificou que a temperatura influi em todas as fases do ciclo biológico de *S. frugiperda*, sendo a temperatura de 25°C considerada a mais favorável ao inseto.

Assim como outras espécies de insetos, as lagartas de *S. frugiperda* podem ser canibais (CRUZ, 1995). Devido a esse fato, é comum se encontrar apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho.

Apesar da maior ocorrência na fase do florescimento da planta, no milho safrinha, em períodos de seca, a lagarta ocorre desde a germinação até a fase de maturação.

As mariposas não são ativas durante o dia e podem ser encontradas escondidas sob a folhagem, próximas ao solo ou, no caso do milho, entre as folhas do cartucho. A atividade diária das mariposas começa ao pôr-do-sol e atinge o pico entre duas e quatro horas mais tarde. O acasalamento ocorre nessa ocasião e a oviposição, durante o terceiro e o quarto dias após a emergência da fêmea.

2.2 Danos causados por *S. frugiperda* em lavoura de milho

As lagartas jovens consomem parte das folhas e mantêm a epiderme intacta, sugerindo o sintoma de raspagem. Lagartas maiores perfuram as folhas e se desenvolvem no cartucho do milho, podendo também se alimentar do colmo, causando sua quebra, ou seccionar a planta na base. O dano em espiga é muito freqüente no norte do Paraná e na região tropical; a partir da fase de pendramento, desaparece o cartucho, que é substituído pelo pendão floral, e a lagarta penetra na espiga, buscando proteção (Cooplantio, 2001). Quando se dirige para a região da espiga, a lagarta pode atacar o pedúnculo e impedir a formação dos grãos. Pode também penetrar nas espigas na sua porção basal e danificar diretamente os grãos ou alimentar-se da ponta da espiga.

Vários autores quantificaram os danos causados pela lagarta. Velez e Sifuentes (1967) observaram que um ataque de *S. frugiperda* iniciado com 75% de infestação no milharal com 12 dias de plantio, reduziu a produção em 37,7%. Carvalho (1970) verificou que a redução na produtividade chegou a 34% e que *S. frugiperda* afeta de duas maneiras a produtividade do milho: impedindo o desenvolvimento de plantas com conseqüente má formação de espigas e reduzindo o peso das espigas produzidas. Para infestações realizadas no estágio de 8-10 folhas na cultura do milho, a redução da produtividade foi de 18,7%, devido, principalmente, ao decréscimo no número de grãos (CRUZ; TURPIN, 1982). Hruska e Gladstone (1988) relataram que infestações de *S. frugiperda* em 100% de milho irrigado causaram redução de 45% no rendimento da cultura. Silva (1995) constatou que as lagartas reduzem maior área foliar nas infestações nos estágios de 4 a 8 folhas.

Costa et al. (2004) realizaram um experimento com o objetivo de determinar o nível de dano e controle econômico através de infestação artificial de lagartas de *S. frugiperda* na cultura do milho (cultivar Pioneer 30F33) em casa de vegetação localizada na Embrapa Clima Temperado. Os autores concluíram que o estado V4 foi o mais suscetível aos danos da lagarta, enquanto que os estádios V8 e V12 foram os mais tolerantes. Os níveis de controle de *S. frugiperda* para a cultivar foram, em média, 7,3; 5,0 e 3,6 plantas em 100, quando infestadas com 0,5; 1,0 e 2,0 lagartas por planta, respectivamente.

Apesar do hospedeiro preferencial da lagarta-do-cartucho ser o milho, Pogue (1995), apud Waquil (2006), afirma que estão registradas na literatura mais de 100 plantas hospedeiras.

Uma análise do ciclo e do período de suscetibilidade das principais espécies hospedeiras cultivadas no verão, na safrinha e no inverno, nos diversos agroecossistemas brasileiros, revela a abundância de alimento disponível para a lagarta durante todo o ano. Desse modo, nas regiões tropicais, onde a temperatura não limita o desenvolvimento do inseto, ocorre superposição de gerações e o crescimento populacional depende da adaptação da lagarta aos diferentes tipos de hospedeiros e da ação de agentes de controle, como os inimigos naturais ou o próprio homem (WAQUIL, 2006).

2.3 Controle

O controle químico com inseticidas convencionais é ainda o mais utilizado para a lagarta-do-cartucho, porém, em alguns locais, essa praga tem demonstrado resistência à maioria desses inseticidas, fato que dificulta seu controle. Devido a isso, tem aumentado atualmente o uso dos inseticidas pertencentes ao grupo dos reguladores de crescimento de insetos, além de inseticidas à base de vírus, como Spodo X (SOARES; ARAÚJO, 2001).

A escolha de um produto deve ser baseada na sua eficiência, economicidade e no impacto ambiental que causa. Além disso, deve haver uma preocupação em relação aos inimigos naturais. De acordo com Cruz (1995), a ocorrência natural de inimigos naturais nos agroecossistemas é um fator importante para a redução da infestação da praga em plantios de milho. Entre os inimigos naturais, destacam-se o predador *Doru luteipes* e os parasitóides *Telenomus* sp., *Chelonus insularis*, *Campoletis flavicineta* e *Trichogramma* sp. A presença desses inimigos naturais em lavouras de milho exige que a escolha dos produtos químicos para utilização no controle de pragas seja extremamente criteriosa, favorecendo, dessa forma, o uso de produtos como os reguladores de crescimento de insetos, devido à especificidade e seletividade aos inimigos naturais (GRUTZMACHER et al., 2000).

Belletini et al. (1992) avaliaram a eficiência de dois inseticidas de ação fisiológica e um químico de ação de contato e ingestão sobre *S. frugiperda* na cultura do milho. Os tratamentos foram: clorfluazurom (Atabron 50 CE) nas dosagens de 12,5; 25,0; 37,5 e 50,0 g i.a./ha, diflubenzurom (Dimilin 25 PM) na dosagem de 20 g i.a./ha, deltametrina (Decis 25 CE) na dosagem de 7,5 g i.a./ha e testemunha. As avaliações foram realizadas aos 1, 3, 9 e 12 dias após a aplicação, contando-se as lagartas vivas dentro dos cartuchos. Concluiu-se que os inseticidas clorfluazurom e diflubenzurom apresentaram eficiência de controle de 75,2 a 97,6% aos 3, 9 e 12 dias após a aplicação, e deltametrina foi superior a 85% em todas as avaliações.

Chandler; Pair e Harrison (1992) demonstraram os efeitos de tebufenozide sobre lagartas de 1 e 7 dias de idade de *S. frugiperda*. Folhas de milho foram tratadas com diferentes concentrações do produto e fornecidas às lagartas. No caso de lagartas de 1 dia, as concentrações de 0,01; 0,1 e 1,0% produziram mortalidade superior a 95% até os 5 dias após o tratamento. Para lagartas de 7 dias de idade, concentrações de 0,001; 0,01; 0,1 e 1,0% causaram mortalidade superior a 90%, entre 4 e 14 dias após o tratamento.

Avaliando a eficiência dos inseticidas Match (lufenurom) Promet (furatiocarbe) e Curacron (profenofós) sobre *S. frugiperda* na cultura do milho, Lopez et al. (1995) concluíram que lufenurom foi o mais eficiente, causando 82,38% de mortalidade nas lagartas e proporcionando maior produtividade à cultura.

Silva; Campos e Gallo (2004) avaliaram o efeito de diversos inseticidas no controle de *S. frugiperda*. Os inseticidas utilizados foram: metomil (600 mL p.c./ha), lufenurom (200 e 300 mL p.c./ha), triflumurom (80 e 100 mL p.c./ha), feflubenzurom (120 e 150 mL p.c./ha), clorfluazurom (300 mL p.c./ha), espinosade (50 mL p.c./ha) e novalurom (100, 125 e 150 mL p.c./ha). A primeira aplicação foi realizada aos 22 dias após a emergência e a segunda, aos 36 dias após a emergência. Aos 6 dias após a primeira aplicação, metomil apresentou um efeito superior aos demais produtos, devido ao seu efeito de choque, porém, com efeito residual reduzido. Os melhores níveis de controle foram obtidos com lufenurom, espinosade e novalurom, em todas as dosagens testadas.

Costa et al. (2005) estudaram o efeito de alguns inseticidas sobre a lagarta *S. frugiperda* nas culturas do milho e sorgo. Os inseticidas aplicados foram: lufenurom (na dosagem de 300 mL p.c./ha), novalurom (na dosagem de 150 mL p.c./ha), espinosade (na dosagem de 50 mL p.c./ha), clorpirifós (na dosagem de 500 mL p.c./ha) e lambdacialotrina (na dosagem de 150 mL p.c./ha). Os volumes de calda testados foram: 0, 150, 200, 250 e 300 L/ha. Todos os inseticidas foram eficientes no controle de *S. frugiperda*, aplicados nas caldas de 150, 200, 250 e 300 L/ha, concluindo que a eficácia dos tratamentos independe do volume de aplicação.

2.4 Esterilização de insetos

De acordo com Borkovec (1976), existem três áreas nas quais o conceito de esterilidade de insetos pode ser utilizado: na técnica do macho estéril, onde uma criação de insetos machos pode ser esterilizada por radiação ou substâncias químicas e depois liberada na área com problema; na esterilização propriamente dita, onde os quimioesterilizantes podem ser aplicados como inseticidas, porém, não no intuito de matar, e sim de esterilizar os insetos; e na manipulação genética, na qual strains mutantes podem ser liberados para suprimir a população natural. A terminologia dessas técnicas é imprecisa e varia de acordo com preferências pessoais,

porém, uma característica que elas possuem em comum é a interferência na reprodução do inseto, levando à redução ou extinção da população do mesmo.

Masís-Chacón (1988) afirma que a quimioesterilização é um instrumento excelente para se obter a indução da esterilidade numa população natural.

Não serão aqui tratados os tópicos “manipulação genética” e “técnica do macho estéril”; apenas a “quimioesterilização”, que é o tema do presente trabalho.

2.4.1 Quimioesterilização

Quimioesterilizantes podem ser definidos como compostos que interferem no potencial reprodutivo de organismos que se reproduzem sexuadamente. No contexto da Técnica do Inseto estéril (TIE), o principal entrave é o desenvolvimento de compostos e métodos de aplicação que não resultem na introdução de resíduos perigosos ao meio ambiente (BORKOVEC, 1976)

De acordo com vários autores (KNIPLING, 1979; LA BRECQUE; SMITH; MEIFERT, 1962; GOUCK; LA BRECQUE, 1964; LA CHANCE; NORTH; KLASSEN, 1968, MASON et al., 1968), os quimioesterilizantes possuem algumas vantagens sobre os inseticidas convencionais, como: os organismos esterilizados são capazes de suprimir a reprodução da restante população fértil; os indivíduos esterilizados que sobrevivem em várias gerações subsequentes poderão continuar o processo de supressão da reprodução; os indivíduos esterilizados são capazes de se misturar com o restante da população e competir em cópulas com os indivíduos normais; a população de uma praga sujeita à quimioesterilização será mantida em alta densidade servindo de alimento aos pássaros e outros inimigos naturais e sem dano às culturas quando comparada com uma população tratada com inseticida. A desvantagem sobre os inseticidas convencionais está na demora da supressão da praga alvo, pois a esterilização só atua sobre a geração descendente dos insetos tratados.

Os quimioesterilizantes podem ser incluídos nas fontes de alimento dos insetos ou pulverizados nos lugares onde os insetos se desenvolvem ou ainda sobre seu próprio corpo (MASÍS-CHACÓN, 1988).

Segundo Knippling (1979) o uso de esterilizantes químicos para interromper a reprodução em populações naturais de pragas caracteriza-se pelo efeito imediato da inibição da capacidade reprodutiva da porção da população tratada e conseqüentemente esterilizada. Estes indivíduos estéreis na população tornam-se agentes biológicos capazes de anular o potencial reprodutivo de outros membros da população que não foram esterilizados. Deve-se assumir que ambos os sexos são esterilizados e que estes são altamente competitivos quanto à cópula. Os quimioesterilizantes, além de serem usados para esterilizar insetos em condições de laboratório para posterior liberação no campo, podem ser aplicados diretamente no campo, atuando sobre os insetos que visitarem as plantas.

Estudos iniciais devem sempre ser realizados em laboratório, com o objetivo de adequar a dosagem ótima ao estágio de desenvolvimento do inseto, determinar a duração do período de esterilização, estudar possíveis efeitos sobre a competitividade de acasalamento e longevidade, além de observar efeitos sobre os processos reprodutivos e fisiológicos (MASÍS-CHACÓN, 1988).

Até a década de 70, os quimioesterilizantes mais usados em pesquisas de laboratório eram apholate, tepa, metepa, uredepa, e alguns nitrofuranos, mas seu uso na prática foi impossibilitado porque eram substâncias fortemente mutagênicas, carcinogênicas e produtoras de esterilidade sexual em mamíferos (LA BRECQUE; KELLER, 1965). Hoje, alguns autores (REDDY; SHARMA, 1988; REDDY; SHARMA, 1990; MOHAPATRA, 2003; SINGH, 2003) ainda realizam estudos para comprovar a eficácia destas substâncias, porém, o maior número de pesquisas utiliza outras substâncias na quimioesterilização de insetos; dentre elas estão os inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento.

Inseticidas do grupo dos Reguladores de Crescimento dos Insetos

Segundo Guedes (1999), os reguladores de crescimento de insetos são classificados em dois grupos principais: inibidores da formação de cutícula e substâncias que alteram a ação de hormônios reguladores de crescimento.

O crescimento e o desenvolvimento dos insetos são marcados por períodos de muda, regulados pelo ecdisteróide 20-hidroxiecdisônio (20E ou hormônio da ecdise ou ecdisterônio) e o hormônio juvenil (HJ). Três compostos com atividade semelhante foram isolados de insetos e

designados, por conveniência, como HJ1, HJ2 e HJ3; esses diferem na atividade fisiológica e concentração na hemolinfa durante o ciclo de vida do inseto. O HJ1 e HJ2 foram identificados principalmente em larvas e ninfas, sugerindo que são hormônios morfogenéticos, já o HJ3 é gonadotrópico (KORT; GRANGER, 1981).

O HJ está presente no estágio larval ou ninfal, porém, não em quantidades constantes. A concentração do HJ tende a ser alta no começo de um ínstar e baixa no final. No último ínstar larval ocorre uma queda do nível de HJ na circulação, permitindo que a metamorfose ocorra. Em algumas espécies ocorre um pico na concentração do HJ pouco antes da pupação. Nos adultos, a concentração do HJ aumenta novamente, dependendo do estágio fisiológico ou do estágio do ciclo reprodutivo (GRENIER; GRENIER, 1993).

De acordo com Eto (1990), o HJ controla vários processos, podendo-se citar a embriogênese, ecdise e metamorfose, reprodução, diapausa, comunicação, migração e dispersão, diferenciação de castas e pigmentação.

No estágio adulto, tanto o hormônio juvenil como o hormônio da ecdise estão envolvidos na regulação da maturação reprodutiva. De acordo com Bownes (1986), o hormônio juvenil e/ou os ecdisteróides desempenham um papel importante no início e manutenção da transcrição e translação da vitelogenina. Qualquer interferência na homeostase desses hormônios com fontes exógenas ou com análogos sintéticos (agonistas ou antagonistas) pode resultar na interferência dos processos fisiológicos de crescimento, desenvolvimento e reprodução (DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998; KORT; GRANGER 1981).

Nos adultos da borboleta monarca, *Danaus plexippus*, o HJ atua como gonadotropina. O crescimento das glândulas sexuais acessórias de ambos os sexos, assim como os acréscimos no peso dos ovários e no número de oócitos inteiramente crescidos, são fortemente estimulados pelo HJ1 e HJ2, enquanto o HJ3 é relativamente inativo (HERMAN, 1975; LESSMAN; ROLLINS; HERMAN, 1982).

A espermatogênese é um processo seqüencial de diferenciação e divisão celular. A taxa dessas divisões e de todos os processos pode ser acelerada pelo ecdisônio, mas somente na relativa ausência do HJ. O HJ está relacionado ao desenvolvimento dos testículos, agindo no complexo seqüencial de maturação das gônadas e células germinativas (DUMSER, 1980).

Benzoilfeniluréias (diflubenzurom, flufenoxurom, lufenurom, novalurom, teflubenzurom e triflumurom) são inibidores da síntese de quitina. Segundo Retnakaram; Granett e Ennis (1985),

esses compostos inibem a formação da quitina sintetase a partir do seu zimógeno, pela interferência na protease responsável pela ativação da enzima. De acordo com Retnakaran e Wright (1987), as benzoilfeniluréias atuam principalmente como ovicidas e larvicidas, porém, efeitos sobre a fecundidade, fertilidade e longevidade de adultos têm sido reportados (MARCO; PEREZ-FARINOS; CASTAÑERA, 1998). Perveen e Miyata (2000) relataram que em muitos insetos, a oviposição requer o desenvolvimento do ovário, maturação dos ovos, acasalamento, e, em alguns casos, a alimentação da fêmea. O desenvolvimento do ovário, que inclui o crescimento dos oócitos e a vitelogenese, é controlado por hormônios. A inibição da reprodução induzida pelas benzoilfeniluréias tem sido reportada amplamente em estudos com insetos adultos ou com ovos.

As diacilhidrazinas (metoxifenozone e tebufenozone) são agonistas não-esteróides do hormônio da ecdise e exibem sua atividade inseticida através da interação com os receptores de proteínas de ecdisteróides. Esses compostos aceleram o processo de ecdise (DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998). Conforme citam Giebultowicz; Feldlaufer e Gelman (1990), a infusão de 20E em pupas machos de *Lymantria dispar* inibe a liberação do esperma maduro do testículo. O declínio do nível de ecdisteróides na hemolinfa parece ser essencial para o início da liberação do esperma. De acordo com Swevers e Iatrou (2003), em *Bombyx mori* o desenvolvimento dos ovários é induzido pelo 20E.

Inseticidas aromáticos não-terpenoidais (fenoxicarbe e piriproxifem) mimetizam a ação do hormônio juvenil, suprimindo a metamorfose e prolongando o período larval ou ninfal. Pouco é conhecido sobre as características moleculares das proteínas receptoras pelas quais o hormônio juvenil ou seus análogos manifestam sua atividade, mas as evidências disponíveis sugerem que esses compostos podem exercer atividade através de diferentes ligações entre células e proteínas (DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998). Pinto; Bitondi e Simões (2000) relataram que o hormônio juvenil tem sido correlacionado com a modulação de síntese de vitelogenina, uma proteína produzida pelas células gordurosas do corpo, secretada na hemolinfa e responsável pelo desenvolvimento dos oócitos. Porém, em alguns insetos, a síntese de vitelogenina tem sido inibida ou não afetada pelo hormônio juvenil. As autoras trataram operárias de abelhas com diferentes doses de piriproxifem (um potente análogo do hormônio juvenil) e quantificaram a vitelogenina e as proteínas totais presentes na hemolinfa das mesmas. Foi possível observar que altas doses de piriproxifem (1,25; 2,5; 5,0 e 10,0 µg) inibiram o início e o acúmulo da

vitelogenina na hemolinfa de abelhas operárias, porém, baixas doses (0,001; 0,01 e 0,1 µg) não afetaram a síntese e secreção normal de vitelogenina na hemolinfa nem causaram o início precoce da proteína. Davis et al. (1990) estudaram a regulação hormonal da produção de vitelogenina em *Lymantria dispar* e observaram que a síntese precoce de vitelogenina pode ser bloqueada pelo tratamento com um análogo do hormônio juvenil, o metoprene.

Em geral, os RCI's não possuem ação de choque, não têm amplo espectro de ação e agem principalmente por ingestão, porém, em certas espécies de insetos, podem agir também por contato. A lenta ação inicial dos produtos é compensada pelo prolongado período de proteção que em geral conferem às plantas, devido ao excelente efeito residual. Como não são produtos de amplo espectro, são específicos para cada grupo de insetos, o que favorece a preservação de parasitóides, predadores e fungos entomopatogênicos, sendo, portanto, especialmente recomendados para programas de manejo integrado de pragas (FRANÇA; BRANCO, 1996).

Dentre as substâncias que têm se mostrado promissoras para o controle de insetos via quimioesterilização encontram-se também as avermectinas, produzidas por um microrganismo do solo, o fungo *Streptomyces avermitilis*. As avermectinas inibem o ácido gama-aminobutírico devido à inibição do potencial pós-sináptico (LOFGREN; WILLIANS, 1982).

Vários trabalhos têm sido realizados com o objetivo de observar o efeito esterilizante de produtos que atuam sobre pragas da Ordem Lepidoptera.

Bariola (1984) observou os efeitos de avermectin B₁ aplicado topicamente em adultos de *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae). O produto, nas dosagens de 0,015 e 0,035 µg, inibiu o acasalamento durante 72 horas quando machos foram tratados. Quando apenas as fêmeas foram tratadas, a porcentagem de acasalamento até 72 horas após o tratamento foi de 7%. A oviposição e a viabilidade dos ovos também foram reduzidas tanto quando fêmeas tratadas foram acasaladas com machos não tratados como quando machos tratados foram acasalados com fêmeas não tratadas.

Observando os efeitos de avermectin B₁ incluído na dieta de adultos de *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae), Beach e Todd (1985) constataram que na testemunha, a viabilidade dos ovos foi de 85,4% e no tratamento com 7,2 mg/L do produto, a viabilidade foi nula. No campo, plantas de algodão foram colocadas em gaiolas e pulverizadas com avermectin a 0,16 Kg i.a./ha. Vinte e quatro horas após o tratamento, mariposas foram colocadas em contato

com estas plantas. Obteve-se uma média de oviposição de 5,9 ovos/planta com o tratamento, enquanto mariposas da testemunha colocaram, em média, 31,9 ovos/planta.

Masís-Chacón (1988) estudou o efeito dos produtos abamectin, diflubenzurom e clorfluazurom sobre a broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). Na fase de pupa, após sexadas, as mesmas foram embebidas durante 5 minutos em soluções desses inseticidas nas dosagens pré-estabelecidas. Clorfluazurom a 2,7% foi o único tratamento em que não houve produção de ovos. Em relação aos demais tratamentos, o menor valor foi encontrado naquele em que se utilizou abamectin $2,5 \times 10^{-5}\%$. Com relação à porcentagem de larvas não eclodidas, os maiores valores foram apresentados pelos produtos diflubenzurom e clorfluazurom. Somente o abamectin a $2,5 \times 10^{-5}\%$ provocou 100% de esterilidade. O número médio de espermatóforos encontrados nas fêmeas não tratadas foi superior ao dos tratamentos contendo as maiores concentrações das substâncias esterilizantes. Pode-se sugerir a ocorrência de inibição na capacidade de cópula dos machos tratados provocada provavelmente por alterações morfológicas, as quais dificultariam a chegada dos espermatóforos até a bolsa copuladora da fêmea, ou ainda podem ter ocorrido alterações no processo de multiplicação das células do espermatóforo, o que impediria a sua formação.

VAN LAECKE; DEGHEELE; AUDA (1989) observaram que a adição de 100 ppm de clorfluazurom na solução de mel a 10% da qual mariposas de *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) se alimentaram causou apenas 16% de porcentagem de eclosão de larvas. O efeito da administração de clorfluazurom durante o estágio adulto ainda foi observado na geração F₁, onde apenas 0,16% dos ovos colocados desenvolveram-se até o 5º instar larval.

A administração oral de diflubenzurom aos noctuídeos *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Earias vittella* (Lepidoptera: Noctuidae) causou completa esterilidade em ambos os sexos nas concentrações de 0,005% e 0,001%, respectivamente. A esterilidade foi mais pronunciada em fêmeas. A fecundidade de fêmeas não tratadas acasaladas com machos tratados foi reduzida, mas a redução foi maior quando fêmeas tratadas acasalaram com machos tratados (PRASAD; SRIVASTAVA, 1990).

Adultos de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentados com solução de mel a 10% contendo 3; 1,5 ou 0,75 ppm de clorfluazurom apresentaram reduzida longevidade, sendo os machos mais susceptíveis que as fêmeas. A viabilidade dos ovos colocados por

mariposas tratadas foi de 24,8; 22,2 e 16,6% nas diferentes concentrações, respectivamente (HEGAZY, 1991).

O efeito ovicida de fenoxicarbe pulverizado sobre massas de ovos de *S. frugiperda* de diferentes idades foi determinado por Gardner (1991). A porcentagem de eclosão foi menor no caso de massas de ovos tratadas 1 dia após a oviposição do que massa de ovos com 2 e 3 dias. As porcentagens de eclosão de lagartas provenientes de ovos tratados com 1 dia com fenoxicarbe a 0, 50, 100 e 200 g i.a./ha foram de aproximadamente 86,9; 30,5; 10,8 e 17,4%, respectivamente. A porcentagem média de eclosão das lagartas provenientes de ovos de 2 e 3 dias tratados com fenoxicarbe variou de 76,1 a 89,0%, e não diferiu da testemunha (83,4 a 93,5%).

O tratamento tópico de larvas de 1^o instar de *S. litura* com diflubenzurom a 0,0147 µg/larva resultou em 100% de esterilidade quando machos tratados foram acasalados com fêmeas tratadas (PRASAD et al., 1992).

Os efeitos de piriproxifem na reprodução de *S. litura* foram analisados por Hatakoshi (1992). A aplicação tópica de 0,3 ng em pupas fêmeas reduziu a oviposição. O número total de ovos colocados por fêmea na testemunha foi de 1480 e a longevidade das mesmas foi de $7,5 \pm 1,9$ dias, enquanto que uma fêmea tratada com piriproxifem colocou 475 ovos e sua longevidade média foi de $4,1 \pm 2,9$ dias.

Segundo Chen et al. (1993), a reprodução de *Mythimna separata* (Lepidoptera: Noctuidae) foi inibida quando fêmeas adultas foram alimentadas continuamente com uma solução de sucrose contendo 50 ppm de diflubenzurom. A atividade do corpora allata dos adultos foi afetada, mas a síntese de vitelogenina, desenvolvimento do ovário e ovogênese procederam normalmente. Não eclodiram lagartas dos ovos, mas os autores afirmaram que o tratamento dos adultos e dos ovos com diflubenzurom não afetou o desenvolvimento embrionário. A concentração de DNA no núcleo e na mitocôndria do embrião sofreu um decréscimo. Os resultados indicam que a esterilização dessa espécie pode ser resultado da inibição da síntese de DNA, assim como da inibição da síntese de quitina.

Em experimento realizado com *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), Tiritan et al. (1993) observaram que a imersão de pupas dessa espécie durante 5 minutos em solução de abamectina a $2,5 \times 10^{-5}$ provocou a diminuição do número de ovos colocados e redução da longevidade dos adultos.

Estudando o efeito de fenoxicarbe e metopreno sobre o desenvolvimento do sistema reprodutor interno e de células germinativas em larvas de 5^o instar de *S. littoralis*, Aldebis; Vargas Osuna e Santiago Alvarez (1994) observaram um atraso na fusão testicular; em pré-pupas procedentes de larvas tratadas com fenoxicarbe, apareceram alterações no desenvolvimento das células germinativas que conduziram à má formação de espermatozóides.

Trisyono e Chippendale (1997) constataram que metoxifenoze e tebufenoze tiveram ação ovicida sobre *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). A maioria dos ovos tratados com 100 e 200 ppm dos produtos morreram sem que se pudesse observar desenvolvimento embriônico. Em ovos tratados com 1 e 10 ppm, foi possível visualizar a cápsula cefálica das lagartas, mas a maioria destas não eclodiu.

Segundo Kumari e Mohamed (1997), o nível de carboidratos no ovário de adultos de *Spodoptera mauritia* (Lepidoptera: Noctuidae) provenientes de lagartas tratadas com diflubenzurom foi reduzido em comparação ao nível presente no ovário de adultos cujas lagartas não foram tratadas. A redução no nível de carboidratos pode ter ocorrido devido ao declínio na taxa de síntese de glucose. Embora tenha havido um decréscimo na concentração de carboidrato, em ovário de adultos cujas lagartas não foram tratadas, durante a fase inicial de desenvolvimento do adulto, essa concentração aumentou gradualmente durante o 2^o e 3^o dias de idade do adulto. No 4^o dia, o nível de carboidrato foi novamente reduzido, provavelmente devido ao armazenamento de carboidrato no ovário durante os primeiros dias e à posterior utilização para o desenvolvimento do ovo.

Santiago-Alvarez et al. (1997) relataram que adultos de *S. littoralis* expostos a flufenoxurom, seja por aplicação tópica, seja pela alimentação dos adultos em folhas de alfafa tratadas, não tiveram afetadas a capacidade de cópula nem a capacidade de oviposição, porém, a viabilidade dos ovos foi significativamente reduzida. O número de espermatóforos produzidos por machos tratados foi, em média, de 5,2 (adultos tratados por ingestão) e 5,9 (tratamento tópico), comparado a 4,2 espermatóforos produzidos pelos machos da testemunha.

O tratamento de adultos de *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) com lufenurom nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 ppm causou decréscimo na longevidade de adultos, no número de ovos colocados por fêmea e na sua viabilidade (AL-JBOORY; AZIZ; ZOIEN, 1998).

Lyra; Ferraz e Silva (1999) testaram o efeito de flufenoxurom sobre a atividade copuladora do macho de *S. littoralis*, tratando lagartas de 3^o instar com o produto, tanto por

ingestão como por contato, e verificaram que os machos provenientes de lagartas tratadas com flufenoxurom não tiveram sua capacidade copuladora alterada, podendo competir sexualmente com os machos normais.

Os efeitos de piriproxifem na reprodução de *S. litura* foram estudados por Nomura e Miyata (2000). A aplicação tópica de 0,1 ng de piriproxifem em pupas fêmeas de 1 dia e 0,125 µg em larvas de 6º instar reduziu o número de ovos colocados e a viabilidade dos mesmos. As fêmeas adultas que tinham recebido 0,4 µg do produto no 6º instar não apresentaram anormalidades nas características morfológicas, longevidade e habilidade de acasalamento com machos não tratados. Porém, o número de ovos colocados e a viabilidade dos mesmos foi menor em fêmeas tratadas que na testemunha. Já as fêmeas adultas que foram tratadas com 0,3 ng de piriproxifem na fase de pupa com 1 dia de idade, mostraram anormalidades nas asas. O desenvolvimento do ovário também foi inibido e cerca de 40% das fêmeas apresentou anormalidades morfológicas nos ovários. As fêmeas que não apresentaram essas anormalidades colocaram menor número de ovos que as fêmeas da testemunha e a viabilidade dos ovos também foi mais baixa.

O tratamento de lagartas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) de segundo, terceiro e quarto instares com lufenurom causou a redução da fecundidade dos adultos, que foi de 10,2 ovos por fêmea no tratamento, comparado a 135,8 ovos por fêmea na testemunha, e de seu período de oviposição, que foi de 3,2 dias em comparação a 7,8 dias na testemunha (JOSAN; SINGH, 2000).

Perveen (2000) observou que lagartas de quinto instar de *S. litura* que foram tratadas com doses subletais (1,0 ng/larva e 3,75 ng/larva) de clorfluazurom apresentaram redução na viabilidade dos ovos. Quando somente fêmeas foram tratadas, a fertilidade foi reduzida para 49-58%; quando somente machos foram tratados, a redução na fertilidade foi de 65-81% e quando ambos os sexos foram tratados, foi de 68-83%. A viabilidade foi de 22-26% quando somente fêmeas foram tratadas, 44-66% quando somente machos foram tratados e 45-72% quando se trataram ambos os sexos.

De acordo com Perveen e Miyata (2000), doses subletais de clorfluazurom (1,0 ng/larva e 3,75 ng/larva) aplicadas topicamente em lagartas de 5º instar de *Spodoptera litura* reduziram significativamente o peso do ovário e o número de ovos maduros nos adultos, quando comparados à testemunha. Os autores relataram que houve um atraso na maturação dos ovariolos

nos adultos tratados. As doses também interromperam o crescimento e desenvolvimento dos oócitos devido ao fato de afetarem a espessura do epitélio folicular. Os efeitos de clorfluazurom no desenvolvimento do ovário e na ovogênese provavelmente são responsáveis pela redução da fecundidade causada pela exposição às doses subletais do produto.

O inseticida tebufenozide apresentou efeito ovicida sobre *Diatraea saccharalis*. A porcentagem de viabilidade dos ovos, quando os mesmos foram mergulhados em soluções de 10 ppm de tebufenozide, foi de 61%, comparada a 98%, em ovos não tratados. Ovos mergulhados em solução superior a 100 ppm do produto apresentaram menos de 6% de viabilidade. Não eclodiram lagartas dos ovos tratados com 200 ppm de tebufenozide. Foi observado desenvolvimento embrionário em ovos tratados com as dosagens mais altas do produto (100 e 200 ppm), porém, não foi observada a esclerotinização da cápsula cefálica (RODRIGUEZ; OTTEA, REAGAN, 2001).

Pratissoli et al. (2004) avaliaram a ação transovariana de lufenurom em *Spodoptera frugiperda* e sua seletividade ao parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Casais da mariposa foram colocados em gaiolas de PVC e alimentados com solução de mel a 10% na testemunha; nos outros tratamentos o inseticida foi misturado à solução de mel, nas dosagens de 12,5; 15,0 e 17,5 g i.a./L. O inseticida não afetou a fecundidade das fêmeas, nem a longevidade das mesmas, porém, a viabilidade média dos ovos foi alterada consideravelmente, por todas as dosagens empregadas. A dosagem recomendada pelo fabricante (15,0 g i.a./L) foi a que mais reduziu a viabilidade dos ovos, sendo que a mesma foi de 4,75%, seguida por 13,7% na dosagem de 17,5 g i.a./L e 18,13% na dosagem de 12,5 g i.a./L. Em relação ao parasitóide, os autores observaram que lufenurom não alterou de maneira negativa a emergência dos adultos e porcentagem de parasitismo, principalmente na dosagem recomendada do produto.

Segundo Myers e Hull (2003), adultos de *Platynota idaeusalis* (Lepidoptera: Tortricidae) expostos a tebufenozide e metoxifenozide tiveram sua fecundidade e fertilidade extremamente reduzidas. Esses parâmetros também foram reduzidos quando fêmeas tratadas ou não tratadas acasalaram com machos tratados.

Estudando a traça-do-tomateiro, Oliveira (2004) testou alguns produtos e concluiu que pupas de machos de *Tuta absoluta* podem ser esterilizadas por imersão durante 3 minutos, pelo produto piriproxifem, na dosagem de 2 mL do produto comercial por litro de água, e depois liberadas em casa de vegetação.

Oouchi (2005) relatou que a aplicação tópica de piriproxifem afetou todos os estágios do ciclo biológico de *P. xylostella*. A aplicação de 100 ppm sobre ovos com 0-1 dia de idade reduziu a eclosão de lagartas em 90%. O tratamento de lagartas de terceiro ínstar com 500 ppm de piriproxifem permitiu que somente 13% atingissem o estágio adulto. O contato das mariposas com uma superfície de alumínio contaminada com 0,04 mg de piriproxifem por centímetro quadrado em solução de acetona e óleo de canola reduziu a viabilidade dos ovos produzidos em até 90%.

Saézn-de-Cabezón et al. (2006) observaram o efeito de lufenurom sobre diferentes estágios de desenvolvimento de *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). Adultos que se alimentaram de 10 ppm de lufenurom tiveram sua fecundidade e fertilidade reduzidas, mas o produto não afetou a longevidade do adulto. O total de ovos colocados por fêmeas tratadas foi de $72,2 \pm 10,3$; significativamente menor do que o número de ovos da testemunha ($145,8 \pm 11,0$). A porcentagem de lagartas que eclodiram no tratamento ($17,7 \pm 5,7\%$) também foi inferior à da testemunha ($89,2 \pm 2,5\%$).

Os inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento, apesar de serem específicos para as Ordens Lepidoptera, Diptera e Hemiptera – Auchenorrhyncha, são testados com bons resultados sobre outras Ordens.

Em aplicações tópicas de diflubenzurom em mosca do estábulo, Wright e Spates (1976) observaram que quando ambos os sexos foram tratados com solução do produto a 0,1%, a eclosão das larvas foi menor que 0,1%. Além disso, machos tratados com essa solução a 1% transferiram o efeito esterilizante às fêmeas no momento da cópula.

O efeito esterilizante de avermectin β_{1a} foi observado por Lofgren e Willians (1982) em rainhas de *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) através do fornecimento de iscas de óleo de soja contendo uma concentração de 0,0025% do produto. O produto causou completa esterilidade ou redução no número e tamanho dos ovos colocados.

Perez (1983) relatou que o produto avermectina, em dosagens entre 31 e 37 ppm colocado na dieta, causou esterilidade irreversível aos adultos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) com inibição total da postura. Observou ainda que machos alimentados com avermectin na dieta, ao acasalar com fêmeas não tratadas, foram capazes de causar esterilidade às mesmas, inibindo completamente a postura.

A administração oral de triflumurom a 0,05% durante os cinco primeiros dias após a emergência dos adultos de *Musca autumnalis* (Diptera: Muscidae) causou 100% de esterilização quando fêmeas tratadas foram acasaladas com machos da mesma idade não tratados. Resultados similares foram obtidos quando fêmeas tratadas foram acasaladas com machos tratados. O efeito esterilizante do produto em machos tratados não foi significativo, o que foi provado pela baixa inibição da eclosão de larvas quando machos tratados foram acasalados com fêmeas não tratadas (BROCE; GONZAGA, 1987).

Adultos das pragas de grãos armazenados, como *Rhizopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae), *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) e *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), foram expostos a grãos de trigo tratados com flufenoxurom, teflubenzurom e triflumurom. Esses adultos não produziram geração F1 (ELEK; LONGSTAFF, 1994).

Em um experimento com *C. capitata*, Casaña-Giner et al. (1999) observaram que lufenurom a 1 ppm causou supressão total de oviposição em fêmeas tratadas durante três horas. O mesmo foi observado em fêmeas que copularam com machos tratados com lufenurom a 5 ppm. A esterilidade de machos tratados continuou por 25 dias após o tratamento. Triflumurom também causou total supressão de oviposição em fêmeas tratadas, durante três dias.

Ávila e Nakano (1999) avaliaram o efeito de lufenurom sobre a fecundidade dos adultos e a viabilidade de ovos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). O número médio de ovos colocados por fêmea (177,5) e a viabilidade dos ovos obtidos dos casais tratados com lufenurom (19,8%) foram inferiores aos dos casais alimentados com folhas não tratadas, os quais apresentaram fecundidade média de 375,4 ovos/fêmea e a viabilidade de ovos de 68,7%. O produto não causou esterilização, pois houve formação do embrião, mas o mesmo não nasceu. Aparentemente, o produto ingerido pela fêmea foi transferido transovarianamente para o embrião, afetando o seu desenvolvimento e impedindo a eclosão da larva. Observa-se ainda que, nos insetos tratados, cada fêmea gerou, em média, 35,2 larvas de primeiro ínstar enquanto que fêmeas não tratadas geraram 258 larvas/indivíduo.

Estudando o efeito de buprofezina sobre adultos de *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae), Moreno (2000) colocou casais virgens e recém emergidos em contato com plantas de feijão previamente imersas em soluções de buprofezina nas concentrações de 0, 10 e 50 ppm. Foi observada uma média de 102 ovos por fêmea no tratamento testemunha. Para a concentração

de 10 e 50 ppm, a média de ovos por fêmea foi de 0,9 e 0,1; respectivamente, ou seja, redução quase que total na postura.

Diferentes benzoilfeniluréias (flufenoxurom, teflubenzurom, triflumurom e diflubenzurom) foram testadas sobre adultos de *Musca domestica* (Díptera: Muscidae) em diferentes estágios de desenvolvimento. Os machos e fêmeas que ainda não haviam acasalado (adultos de 1 dia) e com ovários completamente desenvolvidos (5 dias de idade) foram expostos durante 24 horas a superfícies onde foram aplicados 300 ppm dos produtos. Nenhum dos ovos colocados pelas moscas de 5 dias, um dia após a exposição à superfície, tanto dos produtos flufenoxurom como teflubenzurom, originaram larvas. Os ovos colocados por moscas de 5 dias expostas a triflumurom ou diflubenzurom mostraram uma redução de 23% na viabilidade. Os primeiros ovos colocados por moscas de 1 dia expostas a flufenoxurom apresentaram viabilidade de apenas 1%. Os resultados indicaram que os produtos testados foram eficientes na esterilização da mosca (CHUNGGYOO et al., 2000).

Nakano e Romano (2002) desenvolveram um experimento que constou da adição de inseticida à isca, da qual as moscas-das-frutas se alimentaram, em sub dosagens, com o objetivo de reduzir a postura de ovos e a eclosão das larvas de *C. capitata*. Os produtos utilizados foram lufenuron (Match), triflumurom (Alsystin), azadirachtina (Nim), tebufenozide (Mimic) e testemunha. Os tratamentos com lufenuron a 10 ppm e azadirachtina a 30 ppm inibiram totalmente a oviposição até 6 dias após o pico de oviposição; triflumurom a 10 ppm obteve bons índices de eficiência, superando os 80% em todas as avaliações realizadas. Tebufenozide a 10 ppm não mostrou índices satisfatórios de eficiência, não devendo ser recomendado para a esterilização da mosca-das-frutas.

Diflubenzurom reduziu em 83,5% a viabilidade dos ovos da primeira postura de fêmeas de *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) expostas a resíduos desse composto nas folhas de algodoeiro quando comparada à testemunha (GODOY, 2006).

A aplicação tópica de 0,10 e 0,20 µg de piriproxifem em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) causou decréscimo na concentração de ecdisteróides e aumento na concentração de proteínas na hemolinfa do inseto (ARIBI et al., 2006).

2.5 Efeito de diversos produtos sobre a tesourinha *D. luteipes*

A tesourinha, *D. luteipes*, é um excelente predador de lagartas e ovos de *S. frugiperda* e de *Helicoverpa zea* e pode ser encontrada no campo durante todo o ano. De acordo com Reis; Oliveira e Cruz (1988), a tesourinha é capaz de predação, na fase de ninfa, 13 ovos e 12 lagartas de 1º instar de *S. frugiperda*, por dia, e na fase adulta, 21 lagartas por dia. Durante todo o ciclo, o predador consome cerca de 496 ovos e 424 lagartas, em toda a fase ninfal, e 2109 lagartas na fase adulta. Cruz; Alvarenga e Figueiredo (1990) observaram que um adulto de *D. luteipes* pode consumir 42 ovos de lepidópteros/dia e uma ninfa deste predador consome 24 ovos/dia. Outra espécie, *Doru lineare*, é encontrada predando ovos e lagartas de vários tamanhos de *S. frugiperda*, sendo a média de ovos predados entre machos e fêmeas de tesourinha, de 47,5/dia e de lagartas, 43,2/dia (SASAKI; MUZETTI; CALAFIORI, 1986).

Esse potencial de controle pode ser destruído pelo uso indevido de inseticidas e de produtos não seletivos no manejo de pragas. São necessários ainda muitos estudos para se avaliar a seletividade dos inseticidas sobre os inimigos naturais.

Reis; Oliveira e Cruz (1988) estudaram o efeito tóxico de 16 produtos químicos sobre adultos de *D. luteipes* em campo, e verificaram que permetrina, deltametrina e metomil mostraram-se promissores para uso em manejo integrado, controlando eficientemente *S. frugiperda* e não afetando o predador. Triclorfom, carbaril e fonofós não causaram efeitos negativos aos adultos do predador.

Segundo Cruz (1994), produtos químicos de baixa toxicidade para o ser humano, especialmente o triflumurom, são uma alternativa ecológica em programas de manejo integrado de *S. frugiperda*, no Brasil.

Estudando a toxicidade seletiva dos inseticidas carbaril, deltametrina, malatim e permetrina para lagartas de 5º estágio de *S. frugiperda*, ninfas de 1º e 4º estágios e adultos de *D. luteipes*, Faleiro et al. (1995) observaram que o predador foi mais tolerante aos inseticidas na fase adulta do que na fase ninfal, e que o inseticida mais seletivo foi a permetrina (2% de mortalidade), seguido pela deltametrina (13% de mortalidade). Carbaril e malatim não foram seletivos, causando 100% de mortalidade.

Simões; Cruz e Salgado (1998) estudaram a seletividade de alguns inseticidas (lambdacialotrina, permetrina, deltametrina, triflumurom e diflubenzurom) sobre as diferentes

fases de desenvolvimento do predador, onde ovos e ninfas dos quatro ínstares receberam os inseticidas diretamente através de um pulverizador acoplado a uma esteira rolante, e adultos receberam como alimento posturas de *S. frugiperda* pulverizadas com os diferentes inseticidas. Para os ovos, houve um efeito letal pronunciado com os inibidores de crescimento diflubenzurom (81,8% de mortalidade) e triflumurom (78,6%). Triflumurom foi seletivo ao último ínstar e aos adultos do predador, e diflubenzurom foi extremamente tóxico para o primeiro ínstar, porém apresentou-se seletivo para as demais fases.

Em um experimento realizado para observar o impacto de deltametrina sobre pragas e predadores na cultura do milho, Michereff Filho et al. (2002) aplicaram o inseticida no estágio V10 da planta, na dosagem de 7,5 g i.a./ha e relataram que deltametrina controlou a infestação de *S. frugiperda* até os 7 dias após a aplicação, além de reduzir a densidade de *Dalbulus maidis* e não apresentar nenhum efeito sobre o complexo de artrópodes predadores, mostrando-se seletivo principalmente a ninfas e adultos de *D. luteipes*, formigas e ácaros.

Bacci et al. (2002) avaliaram a seletividade dos inseticidas acefato, deltametrina, dimetoato, metamidofós, paration metílico e pirimicarbe a ninfas de último estágio de *Myzus persicae*, em relação a adultos, ninfas de primeiro, segundo e terceiro estádios de *D. luteipes*. Pirimicarbe foi altamente seletivo em favor de todos os estádios do predador, sendo que os demais inseticidas foram medianamente seletivos a adultos do predador. Deltametrina, paration metílico e dimetoato foram medianamente seletivos em favor de ninfas de terceiro estágio de *D. luteipes*, sendo que o mesmo ocorreu com os dois primeiros destes em relação a ninfas de primeiro e segundo estádios, respectivamente. Acefato foi pouco seletivo a ninfas de segundo e terceiro estádios, sendo que o mesmo ocorreu com paration metílico, deltametrina e metamidofós em relação a ninfas de primeiro, segundo e terceiro estádios, respectivamente.

Picanço et al. (2003) observaram o efeito dos inseticidas carbaril, deltametrina, paration metílico, permetrina e triclorfom ao predador *D. luteipes* e relataram que deltametrina e permetrina foram altamente seletivos tanto a ninfas quanto a adultos, triclorfom foi altamente seletivo a ninfas de quarto estágio e adultos e medianamente seletivo a ninfas de primeiro estágio do predador, e carbaril e paration metílico não foram seletivos a de *D. luteipes*.

Com a finalidade de avaliar a seletividade dos inseticidas mais utilizados para controle de *S. frugiperda* sobre adultos de *D. luteipes*, Vargas; Garcia e Kussler (2004) instalaram um experimento com os seguintes tratamentos: acefato 750 g/Kg (75 g i.a./ha), clorfluazurom (12,5 g

i.a./ha) g/L, lambdacialotrina 50 g/L (7,5 g i.a./ha), lufenurom 50 g/L (15 g i.a./ha), metomil 215 g/L (129 g i.a./ha), novalurom 100 g/L (15 g i.a./ha) e testemunha. Os inseticidas de origem fisiológica clorfluazurom, lufenurom e novalurom não diferiram estatisticamente da testemunha, apresentando 100% de seletividade para *D. luteipes*, pois, pelo que se conhece, inibem a síntese de quitina principalmente em lagartas. Por outro lado, os inseticidas acefato, lambdacialotrina e metomil diferiram da testemunha, não sendo seletivos para a tesourinha, com 56,6%; 40,0% e 34,0%, respectivamente.

Carvalho et al. (2004) avaliaram, para adultos de *D. luteipes*, a seletividade dos inseticidas lufenurom (200 mL/ha), cipermetrina (60 mL/ha), spinosad (60 mL/ha), metomil (600 mL/ha) e clorpirifós (600 mL/ha). Foram conduzidos dois bioensaios, sendo que no primeiro os produtos foram pulverizados sobre os adultos e no segundo, folhas de algodoeiro foram imersas nas caldas durante 30 segundos. Um dia depois, os inseticidas lufenurom, spinosad e metomil foram inofensivos ao predador, enquanto que cipermetrina foi pouco seletiva nas duas formas de aplicação e clorpirifós foi moderadamente tóxico quando aplicado por imersão e pouco seletivo quando pulverizado. Na avaliação aos seis dias, lufenurom e metomil mantiveram-se inofensivos, spinosad foi pouco seletivo e clorpirifós foi tóxico, nos dois modos de aplicação. Cipermetrina foi pouco seletiva quando aplicada por imersão e tóxica quando pulverizada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos no setor de Defensivos Agrícolas do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), em Piracicaba, SP, durante o período de março de 2003 a setembro de 2006.

Para iniciar a criação de *S. frugiperda*, foram coletadas lagartas de diferentes instares no campo, em lavouras de milho do Departamento.

3.1 Criação de *S. frugiperda* em laboratório

As lagartas foram criadas em placas de Petri, individualizadas, por apresentarem um comportamento de canibalismo a partir do 3^o ínstar. Em cada placa foram colocadas folhas de milho, trocadas diariamente. Ao atingir o estágio de pupa, as mesmas foram sexadas, individualizadas e colocadas sob copos de plástico virados de boca para baixo dentro de bandejas revestidas de papel filtro umedecido e acondicionadas em BOD à temperatura de $25 \pm 1^\circ \text{C}$. Posteriormente, adultos machos e fêmeas nascidos em no máximo um dia de diferença foram colocados, na proporção de 1 macho para 1 fêmea, em gaiolas de acasalamento, que consistiram de tubos de PVC de 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro, cobertos com “voil” em uma das extremidades, sendo colocados 3 casais por tubo para permitir a seqüência da criação. As paredes internas da gaiola foram revestidas com papel sulfite com a finalidade de proporcionar um local adequado para postura. Dentro de cada gaiola foi colocado um pequeno tubo de vidro contendo, em seu interior, solução de mel a 10% e um pedaço de algodão que fornece o alimento às mariposas, o qual foi renovado de dois em dois dias para não fermentar.

As posturas foram retiradas diariamente e colocadas em placas de Petri contendo papel filtro umedecido para evitar o ressecamento dos ovos. Assim que as lagartas eclodiram, foram colocadas novamente em placas de Petri para criação. Aproximadamente 10% dos casais foram utilizados para reprodução, sendo o restante destinado ao experimento.

A criação foi mantida em BOD regulada a $25 \pm 1^\circ \text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase.

3.2 Teste de esterilização

3.2.1 Escolha dos quimioesterilizantes

Foram testados alguns produtos reconhecidos como causadores de distúrbios fisiológicos nos insetos, sendo que dois deles lufenurom (Match) e abamectina (Vertimec) já demonstraram bons resultados em trabalho realizado pela autora durante o Mestrado, e outros foram testados agora, como piriproxifem (Cordial), novalurom (Rimon), clorfluazurom (Atabron) e flufenoxurom (Cascade).

- Descrição dos produtos utilizados (ANDREI, 2005):

1. Marca comercial: Atabron 50 EC

Tipo de formulação: concentrado emulsionável

Concentração do ingrediente ativo: 50 g/L

Dosagem oficial recomendada: 0,15 a 0,30 L/ha (7,5 a 15,0 g i.a./ha)

Nome comum do ingrediente ativo: clorfluazurom

Grupo químico: benzoiluréia

Classe: inseticida

2. Marca comercial: Cascade 100

Tipo de formulação: concentrado emulsionável

Concentração do ingrediente ativo: 100 g/L

Dosagem oficial recomendada: 75-100 mL/ha

Nome comum do ingrediente ativo: flufenoxurom

Grupo químico: benzoiluréia

Classe: acaricida/ inseticida

3. Marca comercial: Cordial

Tipo de formulação: concentrado emulsionável

Concentração do ingrediente ativo: 100 g/L

Dosagem oficial recomendada: 50-75 mL/100 L de água

Nome comum do ingrediente ativo: piriproxifem

Grupo químico: piridil éter

Classe: inseticida fisiológico juvenóide, regulador de crescimento de insetos

4. Marca comercial: Match

Tipo de formulação: concentrado emulsionável

Concentração do ingrediente ativo: 50 g/L

Dosagem oficial recomendada: 300 mL/ha (15 g i.a.)

Nome comum do ingrediente ativo: lufenurom

Grupo químico: aciluréia

Classe: inseticida fisiológico

5. Marca comercial: Rimon 100 CE

Tipo de formulação: concentrado emulsionável

Concentração do ingrediente ativo: 100 g/L

Dosagem oficial recomendada: 150 mL/ha (15 g i.a.)

Nome comum do ingrediente ativo: novalurom

Grupo químico: benzoiluréia

Classe: inseticida

6. Marca comercial: Vertimec 18 CE

Tipo de formulação: concentrado emulsionável

Concentração do ingrediente ativo: 18g/L

Dosagem oficial recomendada: 0,3 a 0,6 L/ha

Nome comum do ingrediente ativo: abamectin

Grupo químico: avermectina

Classe: inseticida de origem biológica

3.2.2 Determinação da dosagem adequada para esterilização dos adultos

Para esse experimento, adultos recém-emergidos foram colocados em gaiolas (tubos de PVC já citados), em número de 3 casais/ gaiola, no interior das quais existia um tubo com solução de mel a 10% juntamente com o produto, cuja dosagem foi selecionada de acordo com o critério de eliminação de todas as dosagens que provocaram mortalidade ou que não foram compatíveis com o objetivo (esterilização).

Foram testadas as seguintes dosagens:

- abamectina: 0,45 (dosagem já testada com sucesso durante o Mestrado da autora);
- clorfluazurom: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 mL/L água;
- flufenoxurom: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 mL/L água;
- lufenurom: 0,75 (dosagem já testada com sucesso durante o Mestrado da autora);
- novalurom: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 mL/L água;
- piriproxifem: 2,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 11,0; 12,0; 14,0; 15,0 mL/L água.

Diariamente, foi observada a postura; sendo a mesma retirada e colocada em placa de Petri para avaliação da viabilidade dos ovos. Esse procedimento continuou até que as mariposas morressem ou até que sua oviposição cessasse.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e oito repetições, sendo que cada gaiola conteve **3 casais**.

Os parâmetros avaliados foram: a longevidade dos indivíduos, o número de posturas, o número de ovos colocados e o número de lagartas eclodidas.

3.3 Efeito dos produtos em casa de vegetação

Após a comprovação da eficácia dos inseticidas sobre a esterilização das mariposas em laboratório, o mesmo experimento foi realizado em condições de semi-campo (casa de vegetação), para observar se o método é eficiente também nessas condições, onde os parâmetros não são controlados como em laboratório.

A casa de vegetação possuiu dimensão de 10 m x 5 m x 3 m. Em seu interior, foram colocadas 16 plantas de milho, em vaso, na fase V8. Em cada casa de vegetação foi utilizado um inseticida, cuja calda, na dosagem citada no item 4.1, foi aplicada com pulverizador manual sobre cada planta. Posteriormente, 8 casais de *S. frugiperda* recém-emergidos foram liberados. Após 48 horas, foi realizada a primeira avaliação, sendo a mesma realizada diariamente, até a morte dos adultos. Cada casal constituiu uma repetição.

3.4 Raio de ação dos machos adultos

Para essa etapa do experimento, foi colocada uma armadilha em campo, que constou de uma estaca de madeira de 1,5 m de altura. No ápice dessa estaca foi colocada a armadilha Delta Trap, cedida pela Biocontrole. Essa armadilha possui dimensão de 28 cm de comprimento x 20 cm de largura x 11 cm de altura, e no seu interior foi colocada uma pastilha de feromônio.

Foram selecionados 60 machos adultos no laboratório e estes foram divididos em três grupos. O primeiro grupo foi marcado com corante vermelho; o segundo com corante azul e o terceiro com corante amarelo. O primeiro grupo foi liberado a 50 m da armadilha; o segundo a 100 m e o terceiro a 150 m; os adultos foram liberados nas quatro direções: norte, sul, leste e oeste, sendo 5 adultos de cada tratamento de cada lado, totalizando 20 adultos por tratamento.

Após 72 horas, período após o qual o macho provavelmente já foi atraído pelo feromônio, foi realizada uma inspeção da armadilha, dentro da qual foram encontrados os machos que acabaram presos à cola da armadilha. Desse modo, foi possível determinar o raio de ação das mariposas de acordo com a distância que o macho voou para alcançar o feromônio. O experimento foi repetido por 4 vezes.

3.5 Contagem do número de espermatóforos

Após a cópula, pode ser encontrada no interior da “bursa copulatrix” da fêmea uma estrutura chamada espermatóforo, que consiste de um bulbo com uma extensão tubular. O número de espermatóforos presentes na bursa é uma indicação das vezes que a fêmea foi

copulada, pois segundo Brown e Dewhurst (1975), um espermátóforo é deixado em cada acasalamento.

Todas as fêmeas utilizadas no experimento foram separadas logo após sua morte e mantidas em álcool 70%, para preservação. Posteriormente foram dissecadas a fim de se observar a presença ou não de espermátóforos na “bursa copulatrix”. A dissecação foi feita separando com um bisturi o abdome da fêmea e extraíndo sua genitália com pinças de ponta fina, no microscópio, para detectar o número de espermátóforos presentes na bursa.

3.6 Efeito dos produtos testados sobre *Doru luteipes*

Diversas pesquisas afirmam que os inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento são seletivos a inimigos naturais. Para analisar a veracidade dessa informação, foi testado o efeito dos inseticidas utilizados no experimento sobre o predador *D. luteipes*, um dos mais importantes no manejo integrado de *S. frugiperda*.

3.6.1 Criação de *D. luteipes*

Os insetos adultos foram coletados em cultura de milho e levados ao laboratório, onde foram mantidos à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$. Estes insetos foram acondicionados em potes plásticos de 15 cm x 15 cm x 8,5 cm. No interior dos potes, foram colocados cartuchos de milho para que os insetos usassem como abrigo e sítio de oviposição. Para as tesourinhas se alimentarem, foram fornecidas massas de ovos de *S. frugiperda* provenientes de criação mantida em laboratório. Quando as tesourinhas fizeram postura, as mesmas foram retiradas e colocadas em outro pote, contendo em seu interior um rolo de algodão embebido em água e ovos de *S. frugiperda*, que serviram de alimento às ninfas que nasceram. A criação foi mantida nesses potes até que novamente surgissem os adultos; nesse momento, eles foram transferidos para os potes iniciais e a criação teve continuidade.

3.6.2 Efeito sobre o predador

Os ovos colocados pelas mariposas tratadas com os diferentes produtos foram oferecidos às ninfas de 4º instar e adultos de *D. luteipes*. Para cada tratamento, foram realizadas 8 repetições, sendo que o experimento constou de 56 parcelas. Após 24, 48 e 72 horas foi avaliado o número de tesourinhas mortas, de acordo com o estágio (ninfas e adultos).

3.7 Análise dos resultados

Os dados obtidos nos testes foram transformados em raiz quadrada de $(x+ 0,5)$, submetidos ao teste F de significância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação da dosagem adequada para esterilização dos adultos

No Quadro 1 são disponibilizados os produtos comerciais utilizados, seus ingredientes ativos e a dosagem utilizada de cada um. Foram utilizadas apenas as dosagens que não mataram, e sim, que apresentaram algum efeito esterilizante sobre os adultos de *S. frugiperda*, seja no número de ovos colocados, seja na viabilidade dos mesmos.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Dosagem (mL/L água)
Vertimec	Abamectina	0,45
Atabron	Clorfluazurom	2,0
Cascade	Flufenoxurom	2,0
Match	Lufenurom	0,75
Rimon	Novalurom	2,0
Cordial	Piriproxifem	12,0
Testemunha	-----	-----

Quadro 1 - Produtos utilizados no experimento de esterilização de *S. frugiperda* e respectivas dosagens

4.2 Efeito esterilizante dos produtos sobre adultos em laboratório

O número médio de posturas colocadas por *S. frugiperda* (Tabela 1) variou de $1,00 \pm 0,00$ (casais tratados com clorfluazurom) a $3,88 \pm 0,42$ (casais tratados com lufenurom). Estatisticamente, o tratamento com lufenurom não diferiu do tratamento testemunha, porém, ambos diferiram dos demais tratamentos. Embora não tenha havido diferença estatística, foi possível observar que fêmeas tratadas com lufenurom realizaram um maior número de posturas

($3,88 \pm 0,42$) que fêmeas da testemunha ($3,50 \pm 0,29$). Os tratamentos com abamectina, clorfluazurom, flufenoxurom, novalurom e piriproxifem não diferiram entre si.

Os dados obtidos na testemunha concordam com os de Waquil (2006), que relatou que cada fêmea de *S. frugiperda* faz, em média, 4 posturas. Cruz (1995), havia observado que as fêmeas podem colocar desde 1 até 13 posturas durante sua vida.

Romano (2002) obteve uma média de 3,25 posturas no tratamento com lufenurom, enquanto que as fêmeas da testemunha colocaram em média 4 posturas e as tratadas com abamectina, 2 posturas.

Tabela 1 - Número de posturas de *S. frugiperda* realizadas em cada tratamento quando casais foram submetidos ao tratamento com os produtos. Piracicaba, SP, 2004

Tratamento	Número de posturas
Abamectina	$1,38 \pm 0,26$ b
Clorfluazurom	$1,00 \pm 0,00$ b
Flufenoxurom	$1,38 \pm 0,26$ b
Lufenurom	$3,88 \pm 0,42$ a
Novalurom	$1,25 \pm 0,23$ b
Piriproxifem	$1,63 \pm 0,26$ b
Testemunha	$3,50 \pm 0,29$ a
CV = 10,857%	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Em relação ao número de ovos totais colocados pelas mariposas submetidas aos tratamentos, somando-se todas as posturas, houve diferença estatística entre alguns tratamentos (Tabela 2). Casais tratados com flufenoxurom foram responsáveis pelo menor número de ovos colocados ($156,25 \pm 40,11$). Resultados semelhantes foram encontrados por Sasaki (2006), que tratando mariposas de *D. saccharalis* com flufenoxurom, na dosagem de 1,00 g/L, obteve um

número médio de ovos de 156,00, sendo o tratamento responsável pelo menor número de ovos colocados.

O número de ovos colocados por adultos tratados com novalurom ($268,75 \pm 48,16$) e piriproxifem ($267,75 \pm 40,04$) foi intermediário e não diferiu estatisticamente, assim como os tratamentos com abamectina e clorfluazurom, que também não diferiram entre si. Já os casais tratados com lufenurom colocaram um grande número de ovos ($1037,75 \pm 81,61$), valor que não diferiu estatisticamente da testemunha ($1080,00 \pm 92,07$). O grande número de ovos colocados por fêmeas tratadas com lufenurom garante uma maior quantidade de alimento aos inimigos naturais da lagarta-do-cartucho do milho, já que, como será comprovado mais tarde, esse produto é inócuo à tesourinha, *D. luteipes*.

Os dados obtidos com clorfluazurom ($273,75 \pm 33,28$ ovos) discordam dos obtidos por Masís-Chacón (1988), que observou que quando adultos de *D. saccharalis* foram tratadas com clorfluazurom a 2,7%, não houve produção de ovos. O autor observou, ainda, que o menor número de ovos foi encontrado no tratamento com abamectina $2,5 \times 10^{-5}\%$.

Quando Pratisoli et al. (2004) avaliaram a ação transovariana de lufenurom em *S. frugiperda*, observaram que o inseticida também não afetou a fecundidade das fêmeas, pois o número de ovos colocados pelas mariposas tratadas foi estatisticamente igual ao da testemunha. Os dados obtidos neste trabalho também concordam com os obtidos por Romano (2002), que relatou que o número de ovos colocados por fêmeas tratadas com lufenurom foi estatisticamente igual ao da testemunha.

Al-Jboory; Aziz e Zoien (1998), estudando a espécie *E. cautella*, observaram que adultos tratados com lufenuron nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 ppm apresentaram decréscimo na viabilidade dos ovos.

Os dados obtidos no presente trabalho diferem daqueles de Josan e Singh (2000), que observaram que lagartas de *P. xylostella* de segundo, terceiro e quarto ínstars tratadas com lufenuron apresentaram redução na fecundidade dos adultos, que foi de 10,2 ovos por fêmea no tratamento, comparado a 135,8 ovos por fêmea na testemunha, e de seu período de oviposição, que foi de 3,2 dias em comparação a 7,8 dias na testemunha.

Apesar do grande número de ovos colocados quando casais foram tratados com lufenurom, o número de lagartas que eclodiu dos mesmos foi extremamente baixo (Tabela 2 e Figura 1), apresentando 0,24% de viabilidade. Porém, o menor número de ovos viáveis foi

encontrado no tratamento com clorfluazurom, onde apenas $0,63 \pm 0,59$ lagartas eclodiram de uma média de $273,75 \pm 33,28$ ovos, o que correspondeu a apenas 0,24% de viabilidade. O maior número de ovos viáveis, com exceção da testemunha, foi encontrado no tratamento com piriproxifem ($57,50 \pm 11,48$ ovos viáveis), seguido de novalurom ($41,50 \pm 5,90$) e flufenoxurom ($34,13 \pm 7,00$). O número de ovos viáveis da testemunha foi de $1035,00 \pm 91,93$, de um total de $1080 \pm 92,07$ ovos (91,93% de viabilidade).

Pratissoli et al. (2004) obtiveram resultado semelhante com *S. frugiperda* tratada com lufenurom. Embora o número de ovos colocados não tenha sofrido efeito do produto, a viabilidade dos ovos foi baixa, sendo que, na dosagem de 15 g i.a./L, apenas 4,75% dos ovos foram viáveis.

Apesar de poucas lagartas terem eclodido dos ovos do tratamento com lufenurom, observando esses ovos no microscópio, foi possível observar a cápsula cefálica dos embriões; a formação do embrião confirma que ocorreu a cópula e a fecundação do ovo, porém, o embrião não completou seu desenvolvimento e não foi capaz de romper o cório.

Estudando a broca-da-cana, Masís-Chacón (1988) observou que as fêmeas tratadas com clorfluazurom foram as que colocaram maior número de ovos inviáveis, dado este que concorda com o do presente trabalho. Van Laecke; Degheele e Auda (1989) observaram que a adição de 100 ppm de clorfluazuron na solução de mel a 10% da qual mariposas de *S. exigua* se alimentaram causou apenas 16% de porcentagem de eclosão de larvas.

A viabilidade dos ovos colocados por mariposas de *S. littoralis* tratadas com clorfluazurom adicionado à solução de mel, nas dosagens de 3; 1,5 ou 0,75 ppm, foi de 24,8; 22,2 e 16,6%, respectivamente (HEGAZY, 1991).

Perveen (2000) observou que lagartas de quinto instar de *S. litura* que foram tratadas com doses subletais (1,0 ng/larva e 3,75 ng/larva) de clorfluazurom apresentaram redução na fertilidade. A viabilidade dos ovos foi de 22-26% quando somente fêmeas foram tratadas, 44-66% quando somente machos foram tratados e 45-72% quando se trataram ambos os sexos. Segundo Perveen e Miyata (2000), os efeitos de clorfluazurom no desenvolvimento do ovário e na ovogênese provavelmente são responsáveis pela redução da fecundidade do inseto.

Os dados obtidos no presente trabalho com abamectina concordam com os de Bariola (1984), que relatou que adultos de *P. gossypiella* tratados com avermectin B₁ nas dosagens de 0,015 e 0,035 µg tiveram reduzidos o número de ovos colocados e a viabilidade dos mesmos,

tanto quando fêmeas tratadas foram acasaladas com machos não tratados como quando machos tratados foram acasalados com fêmeas não tratadas. Beach e Todd (1985) incluíram avermectin B₁ na dieta de adultos de *P. includens* e constataram que, na testemunha, a viabilidade dos ovos foi de 85,4% e no tratamento com 7,2 mg/L do produto, a viabilidade foi nula.

Os efeitos de piriproxifem na reprodução de *S. litura* foram estudados por Nomura e Miyata (2000). A aplicação tópica de 0,1 ng de piriproxifem em pupas fêmeas de 1 dia e 0,125 µg em larvas de 6º ínstar reduziu o número de ovos colocados e a viabilidade dos mesmos. De acordo com esses autores, piriproxifem provocou esses efeitos devido à anormalidade que causou no desenvolvimento dos ovários. Perveen e Miyata (2000) relataram que piriproxifem causou um atraso na maturação dos ovários e no crescimento e desenvolvimento dos oócitos de *S. litura*.

Segundo Oliveira (2004), quando pupas de *T. absoluta* foram mergulhadas em solução de piriproxifem, nas dosagens de 0,5; 1,5 e 2,0 mL/L de água, a viabilidade das mesmas foi de 47,50%, 41,25% e 40,00%, respectivamente, comparada a 87,50% na testemunha.

Oouchi (2005) relatou que a aplicação tópica de 100 ppm de piriproxifem sobre ovos com 0-1 dia de idade de *P. xylostella* reduziu a eclosão de lagartas em 90%. Mariposas que entraram em contato com uma superfície de alumínio contaminada com 0,04 mg de piriproxifem por centímetro quadrado tiveram a viabilidade dos ovos reduzida em até 90%.

Os dados obtidos com flufenoxurom discordam de Santiago-Alvarez et al. (1997), que constataram que adultos de *S. littoralis* expostos a flufenoxurom, seja por aplicação tópica, seja pela alimentação dos adultos em folhas de alfafa tratadas, não tiveram afetadas a capacidade de cópula nem a capacidade de oviposição, porém, a viabilidade dos ovos foi significativamente reduzida.

Tabela 2 - Número de ovos totais e viáveis de *S. frugiperda* quando casais foram submetidos ao tratamento com os produtos. Piracicaba, SP, 2004

Tratamento	Número de ovos totais	Número de ovos viáveis
Abamectina	303,63 ± 47,01 b	19,50 ± 7,21 cd
Clorfluazurom	273,75 ± 33,28 b	0,63 ± 0,59 e
Flufenoxurom	156,25 ± 40,11 c	34,13 ± 7,00 bc
Lufenurom	1037,75 ± 81,61 a	2,38 ± 0,96 de
Novalurom	268,75 ± 48,16 bc	41,50 ± 5,90 bc
Piriproxifem	267,75 ± 40,04 bc	57,50 ± 11,48 b
Testemunha	1080,00 ± 92,07 a	1035,00 ± 91,93 a
	CV = 12,937%	CV = 19,449%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

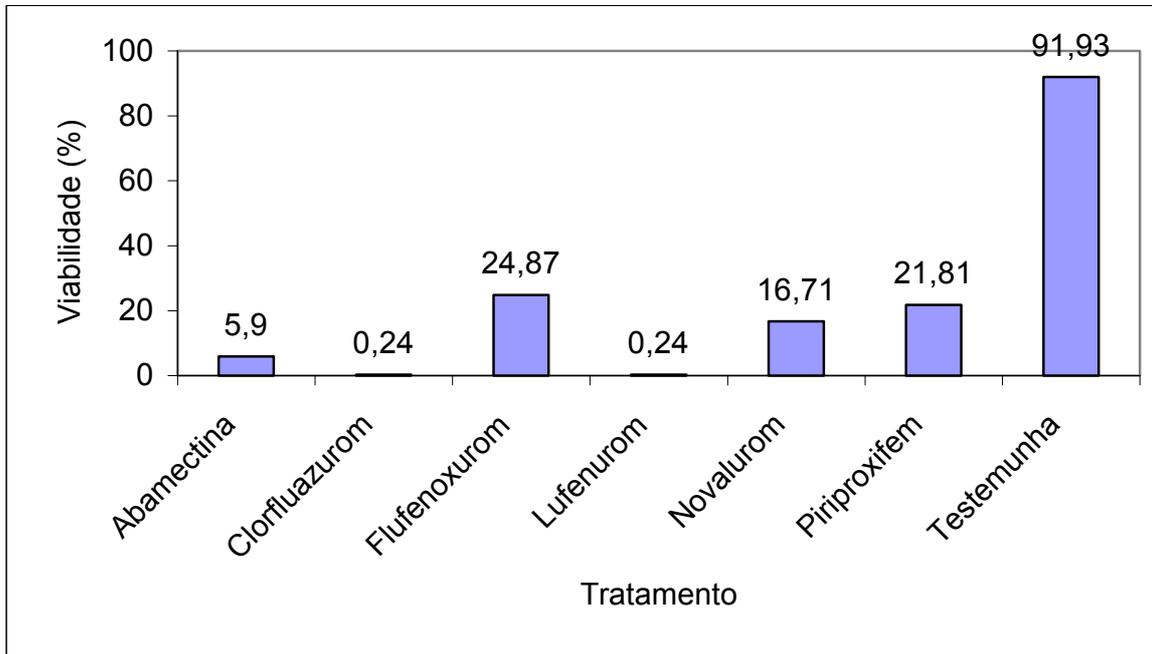


Figura 1 – Viabilidade (%) dos ovos quando casais foram submetidos ao tratamento com os produtos. Piracicaba, SP, 2004

A longevidade tanto de machos como de fêmeas foi afetada pela maioria dos produtos (Tabela 3). Os machos apresentaram longevidade mínima de $2,63 \pm 0,65$ dias (tratamento com flufenoxurom) e máxima de $7,00 \pm 0,38$ dias (testemunha e tratamento com lufenurom). Machos dos tratamentos com abamectina, clorfluazurom e piriproxifem não diferiram estatisticamente, apresentando longevidade média de $4,00 \pm 0,53$; $3,88 \pm 0,56$ e $3,75 \pm 0,52$ dias, respectivamente.

Seguindo a mesma tendência dos machos, as fêmeas que viveram um menor período foram as tratadas com flufenoxurom ($3,25 \pm 0,52$ dias), embora o valor obtido seja muito próximo ao das fêmeas tratadas com clorfluazurom ($3,63 \pm 0,46$ dias). Os tratamentos não diferiram entre si e também não diferiram dos tratamentos com abamectina ($4,50 \pm 0,46$ dias), piriproxifem ($4,50 \pm 0,46$ dias) e novalurom ($4,63 \pm 0,53$ dias), porém, diferiram estatisticamente do tratamento com lufenurom, onde as fêmeas viveram cerca de $7,50 \pm 0,60$ dias, valor próximo ao obtido pela testemunha ($7,88 \pm 0,62$ dias).

Os dados da testemunha estão dentro dos valores encontrados por Cruz (1995), que relatou que sem alimentação, as mariposas vivem aproximadamente 4,4 dias, enquanto que

mariposas alimentadas vivem até 13,3 dias, independente do sexo. Romano (2002) observou que, na testemunha, onde os adultos se alimentaram de solução de mel a 10%, as fêmeas viveram 8,33 dias e os machos, 7,50 dias.

Os dados obtidos com clorfluazurom concordam com os de Hegazy (1991), que comprovou que adultos de *S. littoralis* alimentados com solução de mel a 10% contendo 3; 1,5 ou 0,75 ppm de clorfluazurom apresentaram reduzida longevidade, porém, para esse autor, os machos foram mais susceptíveis que as fêmeas.

Os dados discordam dos obtidos por Al-Jboory; Aziz e Zoien (1998), que trataram adultos de *Ephestia cautella* com lufenuron nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 ppm e observaram decréscimo na longevidade de adultos. Porém, concordam com Pratisoli et al. (2004), que observaram que casais de *Spodoptera frugiperda* alimentados com solução de mel a 10% + lufenuron nas dosagens de 12,5; 15,0 e 17,5 g i.a./L, não apresentaram fecundidade nem longevidade afetadas pelo produto. Saénz-de-cabezón et al. (2006), também relataram que adultos de *Lobesia botrana* que se alimentaram de 10ppm de lufenuron tiveram sua fertilidade reduzida, mas o produto não afetou a longevidade do adulto.

A aplicação tópica de 0,3 ng de piriproxifem em pupas fêmeas de *S. litura* proporcionou uma longevidade de $4,1 \pm 2,9$ dias às mariposas, enquanto as fêmeas da testemunha viveram $7,5 \pm 1,9$ dias (HATAKOSHI, 1992). Esses valores concordam com os obtidos no presente trabalho, onde fêmeas tratadas com piriproxifem viveram $4,5 \pm 0,46$ dias.

Em experimento realizado com *P. operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), Tiritan et al. (1993) observaram que a imersão de pupas dessa espécie durante 5 minutos em solução de abamectin a $2,5 \times 10^{-5}$ provocou a esterilização dos adultos, diminuição do número de ovos colocados e redução da longevidade dos adultos.

Tabela 3 - Longevidade média (em dias) para machos e fêmeas de *S. frugiperda* quando casais foram submetidos ao tratamento com os produtos. Piracicaba, SP, 2004

Tratamento	Longevidade (dias)	
	Machos	Fêmeas
Abamectina	4,00 ± 0,53 bc	4,50 ± 0,46 b
Clorfluazurom	3,88 ± 0,56 bc	3,63 ± 0,46 b
Flufenoxurom	2,63 ± 0,65 c	3,25 ± 0,52 b
Lufenurom	7,00 ± 0,38 a	7,50 ± 0,60 a
Novalurom	4,25 ± 0,35 b	4,63 ± 0,53 b
Piriproxifem	3,75 ± 0,52 bc	4,50 ± 0,46 b
Testemunha	7,00 ± 0,53 a	7,88 ± 0,62 a
	CV = 10,952%	CV = 9,715%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4.3 Efeito esterilizante dos produtos em casa de vegetação

O número de posturas colocadas por *S. frugiperda* em casa de vegetação (Tabela 4) seguiu a mesma tendência do número de posturas colocadas em laboratório, pois o menor número foi colocado por mariposas do tratamento com clorfluazurom ($1,50 \pm 0,27$), que foi estatística e numericamente igual ao tratamento com novalurom. O número de posturas colocadas por mariposas dos tratamentos com abamectina e flufenoxurom não diferiu estatisticamente entre si. Assim como em laboratório, no experimento de campo o maior número de posturas foi colocado pelas fêmeas tratadas com lufenurom ($3,38 \pm 0,37$), seguidas pela testemunha ($3,25 \pm 0,52$). As poucas diferenças existentes entre este experimento e o realizado em laboratório provavelmente se devem ao fato das condições em laboratório serem controladas.

Tabela 4 - Número de posturas de *S. frugiperda* realizadas em cada tratamento quando os produtos foram aplicados em folhas de milho em casa de vegetação. Piracicaba, SP, 2006

Tratamento	Número de posturas
Abamectina	1,75 ± 0,35 bc
Clorfluazurom	1,50 ± 0,27 c
Flufenoxurom	1,88 ± 0,32 bc
Lufenurom	3,38 ± 0,37 a
Novalurom	1,50 ± 0,27 c
Piriproxifem	2,50 ± 0,27 ab
Testemunha	3,25 ± 0,52 a
CV = 16,016%	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Com exceção do tratamento com lufenurom, o número de ovos totais colocados (Tabela 5) no experimento em casa de vegetação foi sempre mais alto que o número de ovos colocados em laboratório. Provavelmente isso se deve ao ambiente mais natural e ajustado ao inseto.

Beach e Todd (1985), trabalhando com *P. includens*, realizaram um experimento em campo, onde plantas de algodão foram colocadas em gaiolas e pulverizadas com avermectina a 0,16 Kg i.a./ha. Vinte e quatro horas após o tratamento, mariposas foram colocadas em contato com estas plantas. Obteve-se uma média de oviposição de 5,9 ovos/planta quando comparados a 31,9 ovos/planta, na testemunha.

Tabela 5 - Número de ovos totais e viáveis de *S. frugiperda* quando os produtos foram aplicados em folhas de milho em casa de vegetação. Piracicaba, SP, 2006

Tratamento	Número de ovos totais	Número de ovos viáveis
Abamectina	384,75 ± 65,50 bc	46,63 ± 8,58 bc
Clorfluazurom	403,38 ± 74,31 bc	13,00 ± 10,21 d
Flufenoxurom	255,75 ± 51,92 c	59,00 ± 10,10 bc
Lufenurom	1022,38 ± 122,81 a	36,63 ± 25,26 cd
Novalurom	309,38 ± 56,81 c	47,63 ± 4,46 bc
Piriproxifem	507,38 ± 22,68 b	104,38 ± 15,57 b
Testemunha	1081,5 ± 9,80 a	949,25 ± 106,83 a
	CV= 14,183%	CV = 25,771%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

No parâmetro viabilidade dos ovos (Figura 2), mariposas dos tratamentos com lufenurom, abamectina e clorfluazurom apresentaram maior porcentagem de viabilidade no experimento em casa de vegetação do que no experimento em laboratório. Esses valores foram, respectivamente, de 3,17%, 13,16% e 4,40%. Isso pode ter acontecido porque nas gaiolas, em laboratório, as fêmeas não tinham como se alimentar sem se contaminar com os produtos; já em semi-campo, talvez as mariposas tenham se alimentado em alguma parte da planta que não foi atingida pelo produto.

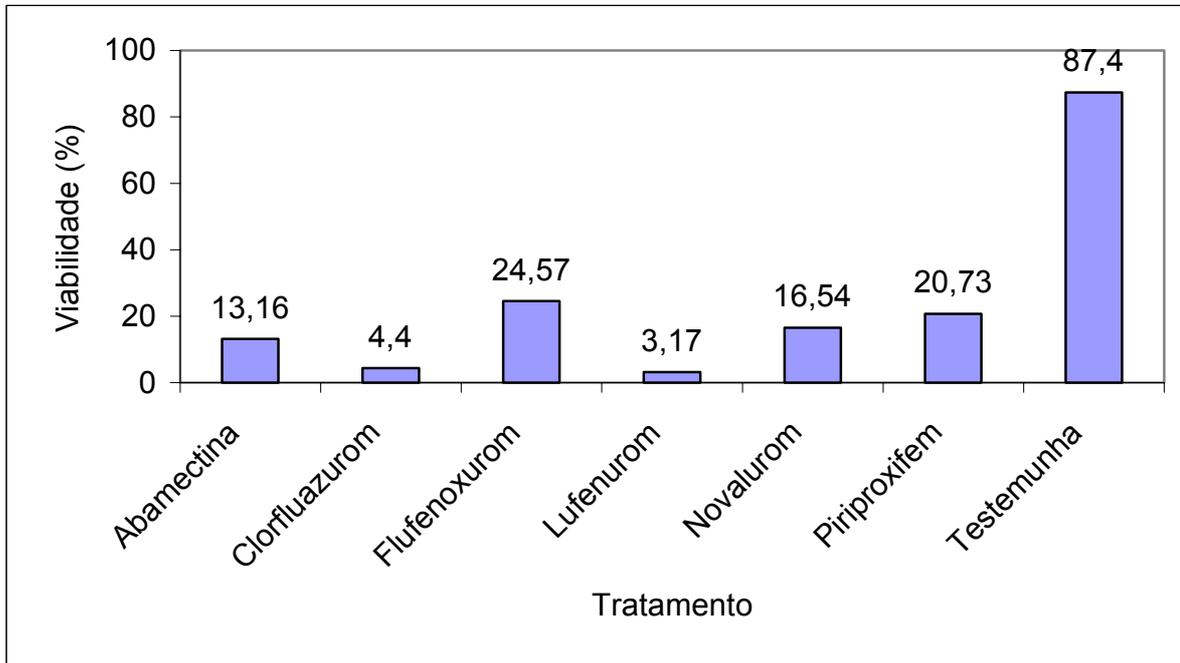


Figura 2 – Viabilidade (%) dos ovos quando os produtos foram aplicados em folhas de milho em casa de vegetação. Piracicaba, SP, 2004

Assim como os demais parâmetros, a longevidade de machos e fêmeas em condições de semi-campo (Tabela 6) foram semelhantes aos dados obtidos em laboratório. A longevidade de machos foi menor no tratamento com flufenoxurom ($2,00 \pm 0,38$) e maior na testemunha ($7,37 \pm 0,59$), cujo valor não diferiu estatisticamente de tratamento com lufenurom.

No caso de fêmeas, adultos da testemunha foram os que apresentaram maior longevidade ($7,87 \pm 0,42$ dias), e fêmeas do tratamento com flufenoxurom viveram o menor número de dias ($4,13 \pm 0,42$), porém, diferentemente dos machos, esse valor não diferiu estatisticamente das fêmeas tratadas com abamectina, clorfluazurom, piriproxifem e novalurom.

Tabela 6 - Longevidade média (em dias) para machos e fêmeas de *S. frugiperda* quando os produtos foram aplicados em folhas de milho em casa de vegetação. Piracicaba, SP, 2006

Tratamento	Longevidade	
	Machos	Fêmeas
Abamectina	3,75 ± 0,44 b	4,38 ± 0,46 b
Clorfluazurom	3,88 ± 0,50 b	4,50 ± 0,38 b
Flufenoxurom	2,00 ± 0,38 c	4,13 ± 0,42 b
Lufenurom	6,50 ± 0,46 a	6,75 ± 0,52 a
Novalurom	4,00 ± 0,65 b	4,88 ± 0,56 b
Piriproxifem	4,00 ± 0,38 b	4,63 ± 0,46 b
Testemunha	7,37 ± 0,59 a	7,87 ± 0,42 a
	CV = 10,709%	CV = 8,338%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4.4 Raio de ação de *S. frugiperda*

O número de fêmeas encontradas nas armadilhas a 50, 100 e 150 m de distância do local de onde elas foram liberadas não diferiu estatisticamente (Tabela 7). De acordo com os resultados obtidos em literatura, a dispersão de *Spodoptera* sp. atinge grandes distâncias. Rose et al. (1985), estudando a espécie *S. exempta*, marcaram as mariposas e observaram a distância que elas voaram. Algumas mariposas foram capturadas em armadilhas de feromônio, incluindo uma a 90 Km de distância, após voar uma única noite. Wakamura et al. (1990) afirmam que a dispersão dos machos de *S. litura* pode chegar a uma distância média de 4-6 Km/dia, com um máximo de 18 Km. Kawasaki (1986) também havia estudado a habilidade de vôo de *S. litura* e verificou que fêmeas voam 8 Km/dia e machos, 10 Km/dia.

XingFu; LiZhi e Yi (2000) alimentaram mariposas de *S. exigua* com três soluções diferentes: a) solução e mel a 5%; b) solução de mel a 5% durante um dia e depois apenas água; c) apenas água diariamente. Foi avaliada a distância (Km)/ tempo (hora) que mariposas de 3 dias

de idade voaram durante um dia e os resultados obtidos foram 68,67/19,77, 43,28/14,78 e 36,74/13,37 nos três tratamentos, respectivamente. Das mariposas tratadas com solução de mel, 47,1% dos indivíduos voaram mais que 70 Km em apenas um dia.

Tabela 7 - Número de mariposas coletadas nas armadilhas após 72 horas de sua liberação, de acordo com as distâncias testadas. Piracicaba, SP, 2006

Distância	Número de mariposas coletadas
50 m	18,00 ± 0,41 a
100 m	17,25 ± 0,48 a
150 m	16,50 ± 0,65 a
CV = 2,961%	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O experimento com tais medidas foi realizado apenas para estudar qual a distância que as iscas devem ser aplicadas no campo para atingir um maior número de mariposas em uma determinada área. O que foi possível concluir é que a distância de 50 m é extremamente confiável para aplicar as iscas no campo.

4.5 Número de espermatozóides

A Tabela 8 mostra o número de espermatozóides encontrados em fêmeas de *S. frugiperda* submetidas aos tratamentos. As fêmeas tratadas com flufenoxurom apresentaram a menor média de espermatozóides, o que indica que o produto alterou o número de cópulas das mariposas. Mesmo com esse valor baixo, a maioria dessas fêmeas fez postura, e foi colocada uma média de 156,25 ovos (24,87% de viabilidade) em laboratório e 255,75 ovos (24,57% de viabilidade) em semi-campo. Isso pode ser explicado de duas formas: ou as fêmeas que fizeram postura não se alimentaram da solução de mel + flufenoxurom e acasalaram normalmente, ou elas colocaram ovos sem acasalar, sendo esses ovos, dessa forma, inférteis.

O baixo número de espermatozóides encontrados no tratamento com flufenoxurom não concorda com os dados obtidos por Lyra; Ferraz e Silva (1999), que relataram que o número de espermatozóides encontrados na testemunha de *S. littoralis* foi em média de 4,8, valor ligeiramente

inferior ao número encontrado em mariposas tratadas por contato e por ingestão com o produto, cuja média de espermatozóides foi de 5,6 e 5,2, respectivamente, não havendo diferença estatística entre os tratamentos. Além disso, foi observada cópula até o 9º dia de vida nos machos tratados por ingestão ou contato, enquanto que os machos da testemunha copularam até o 6º dia. Os autores concluíram que os machos de *S. littoralis* que procedem de lagartas tratadas com flufenoxurom não tiveram sua capacidade de cópula alterada.

Os dados também discordam de Santiago-Alvarez et al. (1997), que observaram que adultos de *S. littoralis* expostos a flufenoxurom não tiveram afetadas a capacidade de cópula nem a capacidade de oviposição. O número de espermatozóides produzidos por machos tratados foi, em média, de 5,2 (adultos tratados por ingestão) e 5,9 (tratamento tópico), comparado a 4,2 espermatozóides produzidos pelos machos da testemunha.

Tabela 8 - Número de espermatozóides encontrados em fêmeas de *S. frugiperda* submetidas aos tratamentos

Tratamento	Número de espermatozóides encontrados
Abamectina	1,8 ± 0,9 ab
Clorfluazurom	3,0 ± 1,5 a
Flufenoxurom	0,3 ± 0,15 c
Lufenurom	1,4 ± 0,7 bc
Novalurom	0,7 ± 0,35 bc
Piriproxifem	1,2 ± 0,6 bc
Testemunha	3,2 ± 1,6 a

CV = 24,457%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A maior média de espermatozóides foi encontrada na testemunha, seguida pelo tratamento com clorfluazurom, sendo que não houve diferença estatística entre os dois tratamentos.

Segundo Masís-Chacón (1988), o número médio de espermatozóides encontrados nas fêmeas de *D. saccharalis* não tratadas foi superior ao dos tratamentos contendo as maiores

concentrações das substâncias esterilizantes. O autor sugeriu que pode ter ocorrido a inibição na capacidade de cópula dos machos tratados provocada provavelmente por alterações morfológicas, as quais dificultariam a chegada dos espermatozoides até a bolsa copuladora da fêmea, ou ainda podem ter ocorrido alterações no processo de multiplicação das células do espermatozoide, o que impediria a sua formação.

Apesar do grande número de ovos colocados por fêmeas tratadas com lufenurum, tanto em laboratório como em campo, o número de espermatozoides encontrados nas fêmeas foi baixo. Provavelmente esse produto interferiu na cópula das mariposas (podendo ter até mesmo impedido a chegada do espermatozoide até as fêmeas), porém, não na produção de ovos das mesmas.

Já nas fêmeas tratadas com clorfluazurom, o número de espermatozoides encontrados foi alto, próximo ao número encontrado na testemunha. Isso pode indicar que o produto não afetou a cópula, e sim, apenas, o processo de ovulação ou de embriogênese.

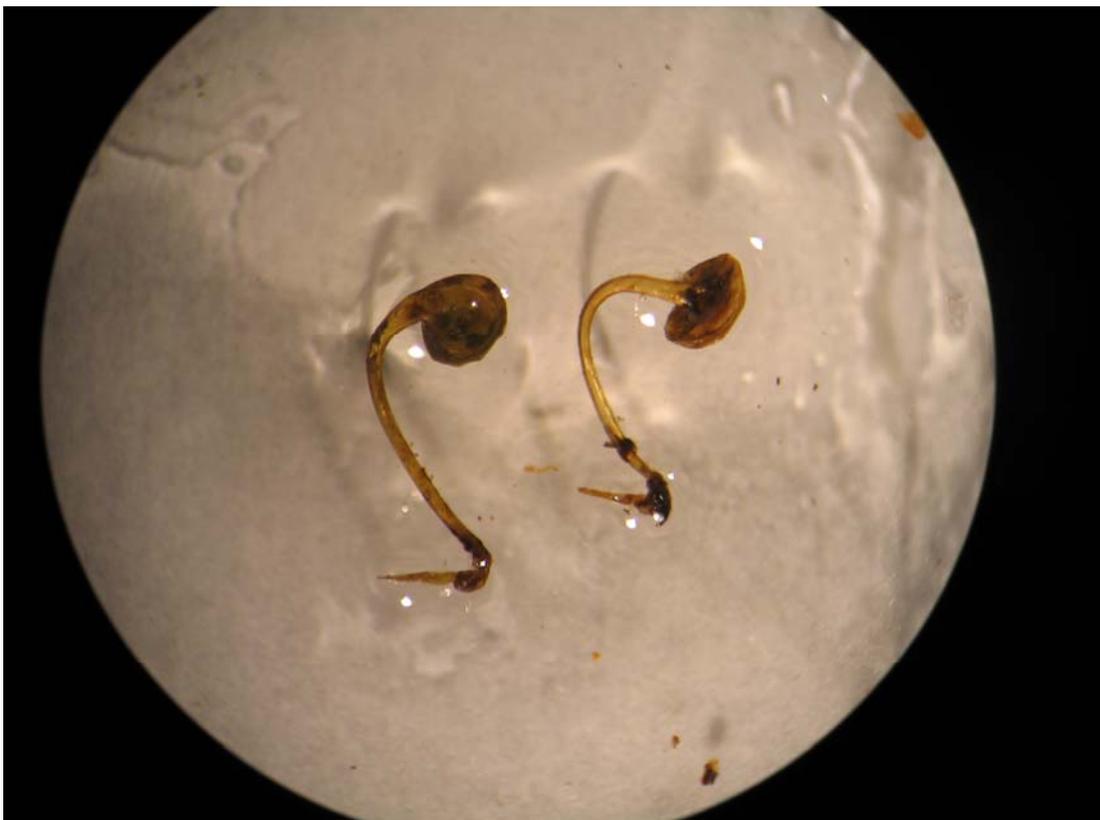


Figura 3 - Espermatozoides encontrados em uma fêmea da testemunha

4.6 Efeitos sobre o predador

As ninfas de tesourinha, *D. luteipes*, até 72 horas após a ingestão de ovos provenientes de fêmeas tratadas com clorfluazurom, flufenoxurom, lufenurom, novalurom e testemunha não foram afetadas pelos tratamentos, sendo que os produtos apresentaram 100% de seletividade (Tabela 9). Já o número de ninfas mortas nos tratamentos com abamectina e piriproxifem foi de $0,25 \pm 0,13$, não diferindo entre si. Mesma assim, foi um valor baixo.

Os dados obtidos com adultos de tesourinha (Tabela 10) foram aproximadamente os mesmos, sendo que clorfluazurom e novalurom foram 100% seletivos ao predador. Até 48 horas após a ingestão dos ovos, nenhuma tesourinha do tratamento com lufenurom morreu, porém, após 72 horas houve uma morte.

Os dados concordam com os obtidos por Vargas; Garcia e Kussler (2004), que observaram que clorfluazurom, lufenurom e novalurom não apresentaram efeito tóxico para adultos de tesourinha e não diferiram estatisticamente da testemunha, apresentando 100% de seletividade para *D. luteipes*. De acordo com Carvalho et al. (2004), lufenurom, na dosagem de 200 mL/ha, foi seletivo a adultos de *D. luteipes* até seis dias após o contato dos adultos com o produto. Figueiredo (2004) observou que lufenurom foi inócuo à tesourinha quando aplicado na cultura do milho, sendo que a aplicação do produto controlou a população de *S. frugiperda*, seja pela atuação direta, seja pelo sinergismo com outros fatores, como a manutenção da população de *D. luteipes*.

Tabela 9 - Número de ninfas de tesourinha (*D. luteipes*) mortas 24, 48 e 72 horas após ingestão de ovos provenientes de mariposas tratadas. Piracicaba, SP, 2006

Tratamento	Número de ninfas de tesourinhas mortas		
	Após 24 horas	Após 48 horas	Após 72 horas
Abamectina	0,13 ± 0,06 a	0,25 ± 0,13 a	0,25 ± 0,13 a
Clorfluazurom	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
Flufenoxurom	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
Lufenurom	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
Novalurom	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
Piriproxifem	0,25 ± 0,13 a	0,25 ± 0,13 a	0,25 ± 0,13 a
Testemunha	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	CV = 15,509%	CV = 17,214%	CV = 17,214%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 10 - Número de adultos de tesourinha (*D. luteipes*) mortos 24, 48 e 72 horas após ingestão de ovos provenientes de mariposas tratadas. Piracicaba, SP, 2006

Tratamento	Número de adultos de tesourinhas mortas		
	Após 24 horas	Após 48 horas	Após 72 horas
Abamectina	0,38 ± 0,19 a	0,38 ± 0,19 a	0,50 ± 0,25 a
Clorfluazurom	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
Flufenoxurom	0,25 ± 0,13 a	0,25 ± 0,13 a	0,25 ± 0,13 a
Lufenurom	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,13 ± 0,06 a
Novalurom	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
Piriproxifem	0,38 ± 0,19 a	0,38 ± 0,19 a	0,38 ± 0,19 a
Testemunha	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
	CV = 21,693%	CV = 21,693%	CV = 23,122%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.



Figura 4 - Ovos de *S. frugiperda* sendo oferecidos a adultos de *D. luteipes*

5 CONCLUSÕES

- Todos os tratamentos, com exceção do lufenurom, reduziram a produção de ovos de *S. frugiperda* em relação à testemunha;
- Os tratamentos com lufenurom e clorfluazurom reduziram drasticamente a viabilidade dos ovos; em condições de laboratório, a mesma foi de apenas 0,24% nos dois tratamentos; com abamectina a viabilidade foi de 5,9%;
- A longevidade dos adultos, tanto machos como fêmeas, foi afetada pela maioria dos produtos testados, com exceção de lufenurom;
- Os dados obtidos em casa de vegetação indicaram que a esterilização pode ser aplicada em condições de campo, com resultados promissores;
- A distância de 50 m é extremamente confiável para a aplicação das iscas no campo;
- O número de espermatóforos encontrados nas fêmeas foi afetado pelos tratamentos, com exceção de clorfluazurom, sendo que a menor média (0,3 espermatóforos) foi observada no tratamento com flufenoxurom;
- Todos os inseticidas testados apresentaram seletividade ao predador *D. luteipes*, considerando os ovos de mariposas contaminadas como alimento; os produtos clorfluazurom, flufenoxurom, lufenurom e novalurom foram 100% seletivos às ninfas do predador. Em relação aos adultos, lufenurom e novalurom apresentaram 100% de seletividade, até 72 horas após a aplicação.

REFERÊNCIAS

- AL-JBOORY, I.J.; AZIZ, F.M.; ZOIEN, Q.K. Effect of insect inhibitor lufenuron (Match) on *Ephestia cautella* (Walk.) (Pyralidae: Lepidoptera) under laboratory conditions. **Arab Journal of Plant Protection**, v. 16, n. 2, p. 81-85, 1998.
- ALDEBIS, H.K.; VARGAS OSUNA, E.; SANTIAGO ÁLVAREZ, C. Efectos del fenoxicarb y del metopreno sobre el desarrollo del sistema reproductor interno del macho de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). **Investigación Agropecuária: Protección Vegetal**, v. 9, n. 2, p. 281-287, 1994.
- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. São Paulo: Andrei, 2005. 1141p.
- ARIBI, N.; SMAGGHE, G.; LAKBAR, S.; SOLTANI-MAZOUNI, N.; SOLTANI, N. Effects of pyriproxyfen, a juvenile hormone analog, on development of the mealworm, *Tenebrio molitor*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v. 84, n. 1, p. 55-62, Jan. 2006.
- ÁVILA, C.; NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 293-299, Jun. 1999.
- ÁVILA, C.J.; DEGRANDE, P.E.; GOMEZ, S.A. Insetos pragas: reconhecimento, comportamento, danos e controle. **Milho, informações técnicas**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1997. p.157-181. (Embrapa-CPAO - Circular Técnica, 5).
- BACCI, L.; PICANÇO, M.C.; GUSMÃO, M.R.; BARRETO, R.W.; GALVAN, T.L. Inseticidas seletivos à tesourinha *Doru luteipes* (Scudder) utilizados no controle do pulgão verde em brássicas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 174-179, jun. 2002.
- BAOZHONG, J.; SHUANGJUN, Y.; SHUWEN, L.; HUI, S.; FENG, J.; LIN, D. Characteristics of ova development of *Monochamus alternatus* and the influence of diflubenzuron on its sterility. **Plant Protection**, Beersheva, v. 25, n. 5, p. 4-8, 1999.
- BARIOLA, L.A. Pink bollworms (Lepidoptera: Gelechiidae): effects of low concentrations of selected insecticides on mating and fecundity in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, n. 5, p. 1278-1282, Oct. 1984.
- BEACH, R.M.; TODD, J.W. Toxicity of Avermectin to larva and adult soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) and influence on larva feeding and adult fertility and fecundity. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 5, p. 1125-1128, Oct. 1985.
- BELLETTINI, S.; BELLETTINI, N.M.T.; HIRAI, L.T.; MOREIRA, E.M.; ZANARDO, M.C.; KOBA, W.M. Utilização de produtos fisiológicos no controle da “lagarta-do-cartucho-do-milho”, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 21, n. 3, p. 261-266, 1992.

- BORKOVEC, A.B. Control and management of insect populations by chemosterilants. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 14, n. 2, p. 103-107, 1976.
- BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Estudo dos insetos**. São Paulo: EDUSP, 1969. 653 p.
- BOWNES, M. Expression of the genes coding for vitellogenin (yolk protein). **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 31, p. 507-531, 1986.
- BROCE, A.B.; GONZAGA, V.G. Effects of substituted benzoylphenols and triflumuron on the reproduction of the face fly (Diptera: Muscidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 80, n. 1, p. 37-43, Feb. 1987.
- BROWN, E.S.; DEWHURST, C.F. The genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Africa and the Near East. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 65, p. 221-262, Mar. 1975.
- CARVALHO, A.A.S.; CAMARGO, A.C.; ATAÍDE, F.F.; CORRÊA, I.M.; CZEPAK, C.; TAKATSUKA, F.S. Seletividade de inseticidas utilizados no controle de *Spodoptera frugiperda* para *Doru luteipes*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais ... Gramado:SEB, 2004**. 1 CD-ROM.
- 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**. 1970. 170 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.
- CASAÑA-GINER, V.; GANDÍA-BALAGUER, A.; MENGOD-PUERTA, C.; PRIMO-MILLO, J.; PRIMO-YÚFERA, E. Insect growth regulators as chemosterilants for *Ceratitis capitata*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 92, n. 2, p. 303-308, Apr. 1999.
- CHANDLER, L.D.; PAIR, S.D.; HARRISON, W.E.; RH-5992, a new insect growth regulator active against corn earworm and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham v. 85, n. 4, p. 1099-1103, Aug. 1992.
- CHEN, P.; GONG, H.F.; WANG, J.Z.; DING, J.Y.; WANG, Z.S. Mechanism of chemosterilization by diflubenzuron in armyworm. **Acta Entomologica Sinica**, Peking, v. 36, n. 4, p. 396-408, 1993.
- CHUNGGYOO, P.; CHANGHEON, K.; KYOUNGOK, K.; CHANGHOON, K. Effect on egg hatch inhibition of benzoylphenylureas treated to different aged house fly, *Musca domestica* L. **Korean Journal of Applied Entomology**, South Korea, v. 39, n. 2, p. 117-122, 2000.
- COOPLANTIO. **Pragas do milho**. Disponível em: <<http://www.cooplantio.com.br/scripts/cooplantio/pg>>. Acesso em: 15 fev. 2004.

COSTA, M.A.G.; MARTINS, J.F.S.; COSTA, E.C.; STORCH, G.; STEFANELLO JUNIOR, G.J. Efficacy of different insecticides and suspension volumes to control *Spodoptera frugiperda* in corn and sorghum in low land areas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1234-1242, nov./dez. 2005.

COSTA, M.A.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; MARTINS, J.F.S.; ZOTTI, M.J.; HÄRTER, W.R.; NEVES, M.B.. Avaliação dos níveis de dano e controle econômico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivar Pioneer 30F33. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20, 2004, Gramado. **Anais ...** Gramado:SEB, 2004. 1 CD-ROM.

CRUZ, I. Aplicação de inseticidas para o controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, e sua ação sobre o inimigo natural *Doru luteipes*. In: EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993**. Sete Lagoas, 1994. v. 6, p. 82-83.

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

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

CRUZ, I.; ALVARENGA, C.D.; FIGUEIREDO, P.E.F. Biologia e potencial do predador *Doru luteipes* como agente de controle biológico de *Heliothis zea*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 1990, Vitória. **Anais ...** Vitória: EMCAPA, 1990. p. 68.

DAVIS, R.E.; KELLY, T.J.; MASLER, E.P.; FESCEMYER, H.W.; THYAGARAJA, B.S.; BORKOVEC, A.B. Hormonal control of vitellogenesis in the gypsy moth, *Lymantria dispar* (L.): suppression of haemolymph vitellogenin by the juvenile hormone analogue, methoprene. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 36, n. 4, p. 231-238, Apr. 1990.

DEW, J.A. Fall armyworm *Laphygma frugiperda* (S. & A.). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 6, n. 4, p. 361-366, Aug. 1913.

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

DUMSER, J.B. The regulation of spermatogenesis in insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 25, p. 341-369, 1980.

ELEK, J.A.; LONGSTAFF, B.C. Effect of chitin-synthesis inhibitors on stored-products beetles. **Pesticide Science**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 225-230, Mar. 1994.

ETO, M. Biochemical mechanisms of insecticidal activities. In: CHEMISTRY OF PLANT PROTECTION, 6., 1990, Berlin. **Proceedings ...** Berlin: SPRINGER-VERLAG, 1990. p. 65-107.

FALEIRO, F.G.; PICANÇO, M.C.; PAULA, S.V. de; BATALHA, V.C. Seletividade de inseticidas a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e ao predador *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 247-252, ago. 1995.

FERRAZ, M.C.V.D. **Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultura de milho**. 1982. 81 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

FERREIRA, E. **Manual de identificação de pragas do arroz**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, CNPAF, 1988. 110 p. (EMBRAPA.CNPAF. Documentos, 90).

FIGUEIREDO, M. de L. C. **Interação de inseticidas e controle biológico natural na redução dos danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (*Zea mays*)**. 2004. 205 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Milho. In: _____. **Agriannual 2006: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2006. p. 385-406.

FRANÇA, F.H.; BRANCO, M.C. Controle de pragas de hortaliças com produtos reguladores de crescimento de insetos. In: SIMPÓSIO ESTADUAL SOBRE O USO DE AGROTÓXICOS EM HORTALIÇAS, 14., 1996, Tianguá. **Anais ...** Brasília:EMBRAPA-CNPQ, 1996. p. 4-8.

GARDNER, W.A. Ovicidal properties of fenoxycarb against the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 74, n. 2, p. 257-261, June 1991.

GIEBULTOWICZ, J.M.; FELDLAUFER, M.; GELMAN, D.B. Role of ecdysteroids in the regulation of sperm release from the testis of the gypsy moth, *Lymantria dispar*. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 36, n. 8, p. 567-571, 1990.

GODOY, M.S. **Efeitos de inseticidas sobre a reprodução e sobrevivência do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*) (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae)**. 2006. 68 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

GOUCK, H.K.; LA BRECQUE, G.C. Chemicals affecting fertility in adult house flies. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 57, n. 5, p. 663-664, Oct. 1964.

GRENIER, S.; GRENIER, A.M. Fenoxycarb, a fairly new insect growth regulator: a review of its effects on insects. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 122, n. 2, p. 369-403, Apr. 1993.

GRÜTZMACHER, A.D.; MARTINS, J.F.S.; AZEVEDO, R.; GIOLO, F.P. Efeito de inseticidas e de tecnologias de aplicação no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho no agroecossistema de várzea. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45., REUNIÃO

TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000, Pelotas. **Anais ...** Pelotas: EMBRAPA CPACT, 2000. p. 567-573.

GUEDES, R.N.C. Mecanismo de ação de inseticidas. In: OMOTO, C.; GUEDES, R.N.C. (Ed.). **Resistência de pragas a pesticidas: princípios e práticas**. Uberlândia, 1999. cap. 2, p.6-12.

HATAKOSHI, M. An inhibitory mechanism over oviposition in the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* by juvenile hormone analogue pyriproxifen. **Journal of Insect Physiology**, London, v. 38, n. 10, p. 793-801, Oct. 1992.

HEGAZY, G. Effect of sublethal concentrations of the insect growth inhibitor chlorfluazuron on the cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 36, n. 2, p. 693-702, 1991.

HERMAN, W.S. Endocrine regulation of posteclosion enlargement of the male and female reproductive glands in monarch butterflies. **General and Comparative Endocrinology**, San Diego, v. 26, p. 534-540, 1975.

HRUSKA, A.J.; GLADSTONE, S.M. Effect of period and level of infestation of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* on irrigated maize yield. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 71, n. 3, p. 249-254, Sep. 1988.

JOSAN, A.; SINGH, G. Sublethal effects of lufenuron on the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus). **Insect Science and its Application**, Elmsford, v. 20, n. 4, p. 303-308, Oct./Dec. 2000.

KAWASAKI, K. Activity rhythms and behavior of adult *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) at night: factors determining male attraction time by female. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 21, p. 493-499, 1986.

KNIPLING, E.F. Sterile-male methods of population control. **Science**, Washington, v. 30, n. 3380, p. 902-904, 1979.

KORT, C.A.D. de; GRANGER, N.A. Regulation of the juvenile hormone titer. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 26, p. 1-28, 1981.

KUMARI, C.V.A.; MOHAMED, U.V.K. Effect of diflubenzuron treatment on the ovarian carbohydrates of *Spodoptera mauritia* Boisd. **Journal of Entomological Research**, New Delhi, v. 21, n. 3, p. 229-232, Nov. 1997.

LA BRECQUE, G.C.; KELLER, J.C. Proposed approach to the study of radiation sterilization and chemical sterilization. In: LA BRECQUE, G.C.; KELLER, J.C. **Advances in insect population control by the sterile male technique**. Vienna: IAEA, 1965. p. 57-60.

LA BRECQUE, G.C.; SMITH, C.N.; MEIFERT, D.W. A field experiment in the control of house flies with chemosterilant baits. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 55, n. 4, p. 449-451, Aug. 1962.

LA CHANCE, L.E.; NORTH, D.T.; KLASSEN, W. Cytogenetic and cellular basis of chemically induced sterility in insects. In: LA BRECQUE, G.C.; SMITH, C.N. (Ed.). **Principles of insects chemosterilization**. New York: Appleton-Century-Crofts, 1968. p. 99-157.

LESSMAN, C.A.; ROLLINS, L.; HERMAN, W.S. Effects of juvenile hormones I, II and III on reproductive tract growth in male and female monarch butterflies. **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v. 71, p. 141-144, 1982.

LOFGREN, C.S.; WILLIAMS, D.F. Avermectin β_{1a} : highly potent inhibitor of reproduction by queens of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, n. 5, p. 798-803, Oct. 1982.

LOPEZ, O.; REYES, E.; AVILA, L.G.; CESPEDES, P.L.M. Control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maiz, bajo condiciones de riego y secano. In: REUNION LATINOAMERICANA, 3.; REUNION DE LA ZONA ANDINA DE INVESTIGADORES EN MAIZ, 16., 1995, Cochabamba. **Memorias ...** Cochabamba: Centro de Investigaciones Fitoecogeneticas de Pairumani, 1995. t. 2, p. 1071-1081.

LUCCHINI, F. **Biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith e Abbott, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Níveis de prejuízo e avaliação toxicológica de inseticidas para seu combate em milho**. 1977. 114 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1977.

LUGINBILL, P. **The fall armyworm**. Washington: USDA, 1928. 2 p. (USDA. Technical Bulletin, 34).

LYRA, J.R.M.; FERRAZ, J.M.G.; SILVA, A.P.P. da. Efecto del flufenoxuron sobre la actividad copuladora del macho de *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 331-334, mar. 1999.

MARCO, V.; PEREZ-FARINOS, G.; CASTAÑERA, P. Effects of hexaflumuron on transovarial, ovicidal, and progeny development of *Aubeonimus mariaefranciscas* (Coleoptera: Curculionidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 27, n. 4, p. 812-816, Aug. 1998.

MASÍS-CHACÓN, C.E. **Efeito de três substâncias quimioesterilizantes sobre a broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera-Pyralidae)**. 1988. 104 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

MASON, H.C.; HENNEBERRY, T.J.; SMITH, F.F.; McGOVERN, W.L. Suppression of *Drosophila melanogaster* in tomato field plots by the release of flies sterilized by apholate. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 61, n. 1, p. 166-170, Feb. 1968.

MICHEREFF FILHO, M.; LUCIA, T.M.C.D.; CRUZ, I.; GALVÃO, J.C.C.; VEIGA, C.E. da. Impacto de deltametrina em artrópodes-pragas e predadores na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 25-32, jan./abr. 2002.

MOHAPATRA, A.K. Histopathological changes in the ovary of chemosterilized castor silk moth, *Philosamia ricini* (L.). **Flora and Fauna**, Jhansi, v. 9, n. 1, p. 25-26, 2003.

MORENO, P.R. **Atividade de buprofezin sobre a cigarrinha verde do feijoeiro, *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera, Cicadellidae), em condições de laboratório.** 2000. 68 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

MYERS, C.T.; HULL, L.A. Insect growth regulator impact on fecundity and fertility of adult tufted apple bud moth, *Platynota idaeusalis* Walker. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v. 38, n. 3, p. 420-430, 2003.

NAKANO, O.; ROMANO, F.C.B. Uso de reguladores de crescimento na esterilização da mosca-das-frutas *Ceratitidis Capitata* (Wiedemann) (Diptera - Tephritidae). **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 1, p. 115-125, 2002.

NOMURA, M.; MIYATA, T. Effects of pyriproxyfen, insect growth regulator on reproduction of common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 44, n. 2, p. 81-88, 2000.

OLIVEIRA, G.G.F.B. de. **Esterilização química da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrich, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae).** 2004. 46p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

OLIVEIRA, L. J. **Biologia, nutrição quantitativa e danos causados por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em solo corrigido para três níveis de alumínio.** 1987. 125 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

OOUCHI, H. Insecticidal properties of a juvenoid, pyriproxyfen, on all life stages of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 40, n. 1, p. 145-149, 2005.

PEREZ, C.A. **Efeito de produtos químicos esterilizantes sobre *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), seus simbiossitos e o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae).** 1983. 149 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

PERVEEN, F. Sublethal effects of chlorfluazuron on reproductivity and viability of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera, Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 124, n. 5/6, p. 223-231, 2000.

- PERVEEN, F.; MIYATA, T. Effects of sublethal dose of chlorfluazuron on ovarian development and oogenesis in the common cutworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 93, n. 5, p. 1131-1137, Sept. 2000.
- PICANÇO, M.C.; MOURA, M.F. de; MIRANDA, M.M.M.; GONTIJO, L.M.; FERNANDES, F.L. Seletividade de inseticidas a *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) e *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae) inimigos naturais de *Ascia monuste orseis* (Godart, 1818) (Lepidoptera: Pieridae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 183-188, mar./abr. 2003.
- PINTO, L.Z.; BITONDI, M.M.G.; SIMÕES, Z.L.P. Inhibition of vitellogenin synthesis in *Apis mellifera* workers by a juvenile hormone analogue, pyriproxyfen. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 46, p. 153-160, 2000.
- PRASAD, S.; SRIVASTAVA, B.B.L. Potentiality of diflubenzuron as reproductive suppressant for the adults of *Spodoptera litura* Fabr. And *Earias vitella* Fabr. **Annals of Agricultural Science Cairo**, Cairo, v. 35, n. 1, p. 469-475, 1990.
- PRASAD, S.; SRIVASTAVA, B.B.L.; SINGH, R.B.; SINGH, D.R. Effect of diflubenzuron on biotic potential of *Spodoptera litura* Fabr. **Bioved**, v. 3, n. 1, p. 87-90, 1992.
- PRATISSOLI, D.; THULER, R.T.; PEREIRA, F.F.; REIS, E.F. dos.; FERREIRA, A.T. Ação transovariana de lufenurum (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 Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 9-14, jan./fev. 2004.
- REDDY, D.J.; SHARMA, K.G. Sterilization of rice moth (*Corcyra cephalonica* Stainton) with metepa by topical application method. **Journal of Research APAU**, Hyderabad, v. 16, n. 2, p. 111-116, 1988.
- REDDY, D.J.; SHARMA, K.G. Sterilization of rice moth adults with metepa by oral application method. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 22, n. 4, p. 465-470, 1990.
- REIS, L.L.; OLIVEIRA, L.J.; CRUZ, I. Biologia e potencial de *Doru luteipes* no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 333-342, abr. 1988.
- RETNAKARAN, A.; WRIGHT, J.E. Control of insect pests with benzoilphenyl ureas. In: WRIGHT, J.E.; RETNAKARAN, A.E. (Ed.). **Chitin and benzoilphenyl ureas**. Dordrecht: Dr. Junk Publishing, 1987. p.205-282.
- RETNAKARAN, A.; GRANETT, J.; ENNIS, T. Insect growth regulators. In: KERKUT, G.A.; GILBERT, L.I. **Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology**. New York: Pergamon, 1985. chap. 12, p. 529-601.

- RODRIGUEZ, L.M.; OTTEA, J.A.; REAGAN, T.E. Selection, Egg Viability, and Fecundity of the Sugarcane Borer (Lepidoptera: crambidae) with Tebufenozide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 94, n. 6, p. 1553-1557, Dec. 2001.
- ROMANO, F.C.B. **Esterilização da mariposa *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) através do uso de iscas com diferentes inseticidas**. 2002. 61p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ROSE, D.J.W.; PAGE, W.W.; DEWHURST, C.F.; RILEY, J.R.; REYNOLDS, D.R.; PEDGLEY, D.E.; TUCKER, M.R. Downwind migration of the African armyworm moth, *Spodoptera exempta*, studied by mark-and-capture and by radar. **Ecological Entomology**, London, v. 10, n. 3, p. 299-313, 1985.
- SÁENZ-DE-CABEZÓN, F.J.; PÉREZ-MORENO, I.; ZALOM, F.G.; MARCO, V. Effects of lufenuron on *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) egg, larval and adult stages. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, n. 2, p. 427-431, Apr. 2006.
- SALGADO, L.O. **Efeito biológico do oxiclureto de cobre sobre *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em dieta artificial**. 1979. 116 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.
- SALVADORI, J.R.; RUMIATTO, M. **Observações sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em trigo**. Dourados: EMBRAPA UEPAE Dourados, 1982. 6 p. (EMBRAPA UEPAE Dourados. Comunicado Técnico, 8).
- SANTIAGO-ALVAREZ, C.; LYRA, R.J.; VARGAS-OSUNA, E.; ALDEBIS, H.K. Delayed effects of a benzoylphenyl urea, flufenoxuron, on *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, Oxford, v. 20, suppl., p. 255, 1997.
- SAZAKI, C.S.S. **Esterilização química da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) através de isca com melão e inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos**. 2006. 52p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- SASAKI, E.T.; MUZETTI, E.J.P.; CALAFIORI, M.H. Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) por tesourinha, *Doru lineare* Eschs. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 11, p. 14-17, out. 1986.
- SILVA, P.H.S. **Avaliação de danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) no milho cultivado com dois níveis de fertilidade**. 1995. 84 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

SILVA, O.C.; CAMPOS, A.C.L.; GALLO, P. Efeito de inseticidas fisiológicos no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho, com duas aplicações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Gramado, 2004 . **Anais ...**. Gramado: SEB, 2004. 1 CD-ROM.

SIMÕES, J.C.; CRUZ, I.; SALGADO, L.O. Seletividade de inseticidas às diferentes fases de desenvolvimento do predador *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 289-294, jun. 1998.

SINGH, D. Histopathological effects of thiotepa on the male reproductive system of *Earias fabia*. **Indian Journal of Entomology**, New Delhi, v. 65, n. 1, p. 11-16, 2003.

SOARES, J.J.; ARAÚJO, L.H.A. Guerra à lagarta militar. **Cultivar**, Campina Grande, v. 3, n. 8, p. 6-8, maio 2001.

SWEVERS, L.; IATROU, K. The ecdysone regulatory cascade and ovarian development in lepidopteran insects: insights from the silkworm paradigm. **Insect biochemistry and molecular biology**, Oxford, v. 33, p. 1285-1297, 2003.

TIRITAN, O.; TREVISAN, L.R.P.; PAPA, G.; NAKANO, O. Efeito esterilizante do Abamectin sobre a traça – *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., Piracicaba, 1993 . **Anais** Piracicaba: SEB, 1993. p. 531.

TRISYONO, A.; CHIPPENDALE, G.M. Effect of the nonsteroidal ecdysone agonists, methoxifenozone and tebufenozone, on the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 90, n. 6, p. 1486-1492, Dec. 1997.

VAN LAECKE, K.; DEGHEELE, D.; AUDA, M. Effect of a sublethal dose of chitin synthesis inhibitors on *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Parasitica**, Bruxelles, v. 45, n. 4, p. 90-98, 1989.

VARGAS, E.R.; GARCIA, F.R.N.; KUSSLER, A.L. Seletividade de inseticidas utilizados no controle de *Spodoptera frugiperda* a adultos de *Doru luteipes*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., Gramado, 2004 . **Anais ...**. Gramado: SEB, 2004. 1 CD-ROM.

VELEZ, M.C.; SIFUENTES, J.A.A. El gusano cogollero del maíz, su combate con insecticidas granulados en vale de Apatzingan. **Agricultura Técnica en México**, México, v. 2, n. 7, p. 315-317, 1967.

XINGFU, J.; LIZHI, L.; YI, H. The effect of compensatory nutrition condition on flight ability of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hubner). **Acta Phytophylacica Sinica**, Peking, v. 27, n. 4, p. 327-332, 2000.

WAKAMURA, S.; KOZAI, S.; KEGASAWA, K.; INOUE, H. Population dynamics of adult *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae): Dispersal distance of male moths and its seasonal change. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 25, n. 4, p. 447-456, Nov. 1990.

WAQUIL, J.M. Milho: Manejo Integrado de Pragas decisivo para sucesso da cultura. **Correio**, São Paulo, n. 1, p. 6-13, 2006.

WRIGHT, J.E.; SPATES, G.E. Reproductive inhibition activity of the insect growth regulator TH 6040 against the stable fly and house fly: effects on hatchability. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, n. 3, p. 365-368, June 1976.