

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) EXPOSTA A INSETICIDAS DURANTE A FASE LARVAL**

Rosemery Ferraz da Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para
obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Proteção de Plantas).

BOTUCATU –SP

Agosto – 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) EXPOSTA A INSETICIDAS DURANTE A FASE LARVAL**

Rosemery Ferraz da Silva

Orientador: Wilson Badiali Crocomo

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para
obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Proteção de Plantas).

BOTUCATU –SP

Agosto - 2004

“Toda a nossa ciência, comparada com a realidade, é primitiva e infantil.....

E, ainda assim é uma das coisas mais preciosas que nós temos”

Albert Einstein

Agradeço

A Deus

Dedico

Aos meus pais

Luzia e Waldomiro

Ofereço aos meus sobrinhos

Gle, Re, Dan e Fa

Agradecimentos

- Ao Professor Dr. Wilson Badiali Crocomo, pela orientação e amizade;
- À Professora Dra. Adriana Mascarette Labinas, pelos ensinamentos e principalmente pela amizade e compreensão;
- Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo;
 - Aos Professores e Funcionários do Departamento de Ciências Biológicas e Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté (UNITAU), pela formação, amizade e respeito durante o curso de graduação;
- Aos Docentes e Funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Defesa Fitossanitária da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, pela amizade e colaboração, em especial a técnica de laboratório Gislaine;
- Aos colegas de Pós-Graduação, pela amizade e companheirismo;
- À Fernanda e Vera pela amizade;
- Aos velhos e novos amigos pelos bons momentos e compreensão, Vanessa, Ale, Josi, Fernando, Nanci, Renata, Camila, Evandro, Cláudio, Carla, Nathalie, Ricardo e Mirian.

SUMÁRIO

	página
RESUMO -----	VI
SUMMARY -----	VIII
1. INTRODUÇÃO -----	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -----	03
2.1 <i>Spodoptera frugiperda</i> -----	03
2.2 Doses subletais -----	05
2.3 Efeitos de doses subletais -----	06
2.4 Efeitos de doses subletais sobre <i>Spodoptera</i> sp -----	09
3. MATERIAL E MÉTODOS -----	11
3.1 Obtenção dos insetos e criação de manutenção -----	11
3.2 Estudo da biologia em folhas de milho tratadas com diferentes concentrações de inseticidas -----	13
3.3 Estudo da biologia em dieta artificial contendo diferentes concentrações de inseticidas -----	14
3.4 Parâmetros biológicos avaliados -----	16
3.5 Preparo das soluções inseticidas -----	17
3.6 Caracterização dos inseticidas -----	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	19
4.1 Biologia em folhas de milho tratadas com diferentes concentrações de inseticidas -----	19
4.1.1 Clorpirifós -----	19
4.1.2 Deltametrina e Lufenuron -----	28
4.2 Biologia em dieta artificial contendo diferentes concentrações de inseticidas -----	31
4.2.1 Clorpirifós, Lufenuron e Deltametrina -----	31
4.2.2 Lufenuron e Deltametrina -----	32
4.2.3 Clorpirifós -----	36
4.3 Considerações -----	41
5. CONCLUSÕES -----	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	45

Resumo:

A localização das lagartas de *Spodoptera frugiperda* no interior do cartucho-do-milho, muitas vezes, dificulta a absorção da dose de inseticida necessária a sua morte, de tal forma que uma porcentagem significativa de insetos absorvem doses subletais, sofrendo evidentemente alterações na sua biologia e capacidade reprodutiva. Dessa forma, esse trabalho se propôs a verificar a ação de diferentes concentrações de clorpirifós, deltametrina e lufenuron no desenvolvimento larval e performance biológica de *S. frugiperda* em dieta artificial e natural (folhas de milho) sob condições controladas (em temperatura de 25 +/- 2°C, umidade relativa de 70 % e fotofase de 14 horas). Folhas de milho foram mergulhadas em soluções contendo clorpirifós nas concentrações 0,15; 0,25; 0,35; 0,50; 0,75; 1,00; 2,00; 4,00; 8,00; 16,00 e 32,00 ppm, deltametrina nas concentrações 0,20 e 0,40 ppm e lufenuron nas concentrações 0,20; 0,50 e 1,00 ppm, em seguida fornecidas para as lagartas, 48 horas após a eclosão. Também foram preparadas dietas artificiais específicas para *S. frugiperda* contendo os mesmos inseticidas nas respectivas concentrações, onde foram inoculadas lagartas com 48 horas de idade. As observações de mortalidade e desenvolvimento foram realizadas em dias alternados e os dados comparados ao tratamento testemunha, sem tóxico. Verificou-se que as lagartas que se alimentaram tanto em dieta artificial quanto no alimento natural contaminado pelos inseticidas deltametrina e lufenuron não atingiram a fase de pupa, no entanto, muitas lagartas permaneceram vivas por mais tempo do que o período de duração da fase larval da testemunha. Os tratamentos com clorpirifós, apesar de provocarem uma alta mortalidade de lagartas só inviabilizaram a obtenção de adultos a partir da

concentração 8,00 ppm. Mesmo nas doses menores, muitas lagartas sobreviventes morreram na fase de pupa, apenas nas doses 16,00 e 32,00 ppm ocorreu mortalidade de 100% na fase larval. Insetos expostos as doses subletais de inseticidas, durante todo o período de desenvolvimento larval, podem ter seu ciclo prolongado, mesmo não sobrevivendo a sua ação, porém, aqueles que atingem a fase adulta, não sofrem alterações no ciclo biológico.

Palavras-chave: *Spodoptera frugiperda*, inseticida, concentrações, biologia.

BIOLOGY OF *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH,1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) DURING LARVAL EXPOSITION TO INSECTICIDE**Author: Rosemary Ferraz da Silva****Adviser: Wilson Badiali Crocomo****SUMMARY:**

The localization of *Spodoptera frugiperda* larvae in the inner part of maize whorl, turns difficult the absorption of the necessary insecticide dosage to provoke insect mortality, what means that in field conditions, a significant percentage of the insects absorbs sub-lethal dosages, showing evident modifications on their biology and reproduction capacity. This way, the aim of this research was to verify the action of concentrations chlorpyrifos, deltamethrin and lufenuron on larval development and on the biological performance of *S. frugiperda* fed on artificial and natural diets. Maize leaves were dip in solutions of clorpyrifos at 0.15, 0.25, 0.35, 0.50, 0.75, 1.00, 2.00, 4.00, 8.00, 16.00 and 32.00 ppm, deltamethrin at 0.2 and 0.4 ppm and lufenuron at 0.2, 0.5 and 1.00 ppm. These leaves were immediately offered to 48 hours larvae. Artificial diets, specially developed for *S. frugiperda*, were also prepared containing the same insecticides at the same concentrations to receive larvae with 48 hours old. The observations of mortality and development were obtained every other day and the data were compared to a check treatment, with no insecticide. It was possible to verify that the larvae fed on artificial or natural diets containing deltamethrin and lufenuron, did not reach the pupal stage, however, many of them stayed alive for a period superior than that observed for the check treatment. The clorpyrifos treatment, despite its high larval mortality, turned difficult the obtaining of adults from concentration of 8.00 ppm on. Even at low dosages, many survival larvae died during the pupal phase; only for 16.00 and 32.00 ppm the larval mortality reached 100%. When insects are exposed to sub-lethal dosages of insecticides during their larval period of development, they can increase their life cycle, even when they do not afford the insecticide action, nevertheless, those insects that reach the adult stage, do not show any life cycle modifications.

Key-words: *Spodoptera frugiperda*, insecticide, concentrations, biology

1. INTRODUÇÃO

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), conhecida no estágio larval como lagarta-do-cartucho-do-milho, é uma das mais importantes pragas dessa cultura no Brasil, alimentando-se da planta em todas as fases de crescimento, apresentando marcada preferência por plantas jovens e causando severos danos. Segundo Cruz (1999), seus danos podem ocasionar perdas superiores a 400 milhões de dólares anuais à produção de milho. Nos últimos anos, a severidade dessa praga para a cultura do milho vem aumentando em várias regiões brasileiras, devido ao desequilíbrio biológico, mediante a eliminação de seus inimigos naturais e do aparecimento de populações resistentes a inseticidas e, provavelmente, devido à maior disponibilidade de alimento durante o ano todo, dando condições de sobrevivência a essa praga (Cruz, 1999).

A resistência de *S. frugiperda* às principais classes de inseticidas já foi detectada em alguns países. Segundo Yu, (1991 apud Schmidt, 2002), na Flórida, a intensidade da resistência tem variado de 2 a 216 vezes para piretróides, 12 a 271 vezes para fosforados e de 14 a 192 vezes para carbamatos. Yu (1992 apud Schmidt, 2002) detectou resistência desta praga ao piretróide fluvalinate (263 vezes), ao fosforado paration metil (516 vezes) e ao carbamato carbaril (560 vezes).

O controle químico dessa praga é dificultado quando o ataque ocorre em estádios mais avançados de desenvolvimento da planta, pois não se consegue entrar com os equipamentos usuais dentro da lavoura (Cruz, 1998). Apesar da susceptibilidade desse

inseto aos inseticidas químicos, sua localização no interior do cartucho-do-milho dificulta o contato com o inseticida e a conseqüente absorção da dose necessária a sua morte. Dessa forma, uma porcentagem significativa de insetos no campo, que absorvem doses subletais dos inseticidas empregados no seu controle, se desenvolvem durante algum tempo, sofrendo evidentemente alterações na sua biologia e capacidade reprodutiva, a exemplo do que acontece com as espécies não-alvo atingidas pelos inseticidas.

Segundo Matsumara (1985), os efeitos subletais de inseticidas são graduais e de amplitudes maiores que seus efeitos letais, seu impacto é normalmente sutil, mas pode afetar de modo contundente a reprodução e o comportamento das espécies atingidas, levando-as, algumas vezes, à supressão local, o que não acontece mediante a ação letal de um composto. Apesar da importância do assunto, ele não tem recebido a devida atenção por parte da pesquisa e atualmente são poucas as informações sobre o tema em nosso país. Segundo Zanuncio et al. (2002), estão sendo investigados possíveis efeitos de doses subletais de inseticidas sobre a biologia dos percevejos predadores. No entanto, nada tem sido feito com o objetivo de verificar o efeito dessas mesmas doses subletais sobre os insetos-praga alvo da aplicação, apesar do conhecimento de que, em condições de campo, uma parcela significativa dessas populações escapa da ação direta dos inseticidas.

Diversos inseticidas têm sido avaliados contra *S. frugiperda*. À exceção dos clorados, praticamente todos os grupos químicos têm representantes registrados para o uso na cultura de milho, isto é, fosforados, carbamatos, clorofosforados, piretróides e, mais recentemente, os produtos fisiológicos (Cruz, 1995).

Dessa forma, esse trabalho se propõe a verificar a ação de diferentes concentrações de clorpirifós, deltametrina e lufenuron no desenvolvimento larval e performance biológica de *S. frugiperda*, criadas em dieta artificial e natural contendo estes inseticidas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Spodoptera frugiperda*

A lagarta-do-cartucho foi reconhecida como praga do milho em 1797, na Geórgia, Estados Unidos da América do Norte. Foi originalmente descrita com o nome de *Phalaena frugiperda*. Desde então, mudou de nome várias vezes, até a denominação atual de *Spodoptera frugiperda* (Cruz, 1995).

O primeiro grande surto registrado na história ocorreu em 1899, quando uma grande parte dos Estados Unidos da América do Norte, a leste das montanhas Rochosas, foi infestada pela lagarta-do-cartucho, causando severos danos às culturas do milho, feijão, sorgo e trigo. Em 1902, no Texas, cerca de 40.000 acres de pastagem foram severamente danificados por esse inseto. Também nesse país foram verificados ataques intensos em aveia, algodão e pastagens. Tem sido considerada como a principal praga de milho, pastagem e amendoim nos estados do Sudeste americano. No Brasil, em função da disponibilidade diversificada de alimento durante o ano todo e das condições de clima favoráveis a esse inseto, distribuiu-se uniformemente em todas as regiões do território nacional (Cruz, 1995).

Também é considerada uma das pragas mais importantes do milho na Colômbia, Venezuela, Guatemala, México, Peru e Chile (Cruz, 1995).

A *S. frugiperda* (J.E. Smith 1789) adulta tem 35 mm de envergadura e o comprimento do corpo é de cerca de 15 mm, com coloração cinza. As asas anteriores do macho possuem manchas mais claras, diferenciando-os das fêmeas. As asas posteriores de ambos sexos são de coloração clara, circundadas por linhas marrons (Cruz, 1995).

As mariposas põem de 1.500 a 2.000 ovos na página superior das folhas. Após três dias nascem as lagartas, que passam a se alimentar, de preferência, das folhas mais novas do milho, raspando-as. Nessa fase, atacam todas as folhas centrais, destruindo-as completamente. A duração do período larval é de 12 a 30 dias, findo o qual a lagarta mede aproximadamente 50 mm de comprimento. Sua coloração varia de cinza-escuro a marrom (Gallo et al., 2002).

Findo o período larval, as lagartas penetram no solo, onde se transformam em pupa. Inicialmente a pupa é de coloração verde-clara com o tegumento transparente. Nesta fase o corpo é frágil e sensível a danos, depois de alguns minutos a pupa torna-se alaranjada e mais tarde passa à coloração marrom avermelhada, próximo à emergência a pupa torna-se escura, quase preta. Seu comprimento é de cerca de 13 a 16 mm por 4,5 mm de diâmetro (Cruz, 1995). O período pupal é de 8 dias no verão e de 25 dias no inverno (Gallo et al., 2002).

Os danos de *S. frugiperda* consistem no ataque às folhas da planta, raspando-as durante os 1º e 2º ínstaes larvais. A partir do 3º ínstar, a lagarta penetra no cartucho do milho, perfurando as folhas (LEIDERMAN & SAUER, 1953, apud LABINAS,1998). Cruz e Turpin (1982 apud LABINAS,1998) constataram que a redução máxima da produção é atingida quando a planta apresenta de 8 a 10 folhas, ou seja, cerca de 40 dias após o plantio verificou-se uma redução na produção da ordem de 19%, mesmo adotando algumas medidas de controle. Já Lima et al. (1993 apud LABINAS,1998) observaram que os maiores picos populacionais ocorreram aos 14 dias após a germinação, desaparecendo aos 83 dias. Segundo Cruz et al. (1996 apud LABINAS,1998), os danos causados pela lagarta do cartucho do milho têm atingido um máximo de 38,7%, dependendo da planta e do estágio de desenvolvimento fenológico no qual ocorreu o ataque.

Apesar de ter sido observado um aumento no número de aplicações de inseticidas, nos últimos anos, o ataque da lagarta-do-cartucho-do-milho continua a causar danos à essa cultura. Muitos fatores poderiam explicar as causas de insucessos no seu controle,

entre os quais podem ser citados: a desuniformidade no plantio, especialmente quando a aplicação é tratorizada; escolha incorreta de produtos e doses; aplicações em épocas inadequadas e metodologia de aplicação imprópria e, às vezes, até mesmo manejo inadequado de outras pragas, indicando a necessidade da aplicação de técnicas mais elaboradas para o controle dessa praga (Cruz, 1995).

2.2 Doses subletais

Os inseticidas são selecionados e recomendados principalmente pela sua eficácia. Porém, a exposição dos insetos às doses letais é de fundamental importância para que ocorra a mortalidade. Não há dúvida de que doses que não provocam mortalidade podem influenciar o comportamento e a biologia dos insetos sobreviventes. No entanto, os estudos dos efeitos das doses subletais dos inseticidas sobre o comportamento e biologia dos insetos, principalmente pragas, têm recebido pouca atenção dos pesquisadores (Haynes, 1988).

Tradicionalmente, as pesquisas relacionadas aos efeitos de inseticidas sobre insetos pragas têm se restringido a sua ação letal, partindo-se do princípio que toda aplicação de inseticidas no campo atinge seu objetivo. Por outro lado, quando se trata de insetos benéficos, não alvo da aplicação dos inseticidas no campo, os estudos tem considerado principalmente os efeitos subletais. Verkerk & Wright (1993), estudaram os efeitos das doses subletais sobre a fisiologia das espécies-alvo das aplicações, enquanto que Campbell et al. (1991) se ocupou dos efeitos sobre as espécies benéficas.

Um dos efeitos fisiológicos afetados é a reprodução, que envolve uma complexa série de eventos comportamentais e fisiológicos os quais são coordenados pelos neurônios dos insetos e sistemas hormonais de maneira precisa. Os inseticidas podem afetar essa coordenação e desse modo diminuir o sucesso reprodutivo. Com frequência, somente no final do ciclo do inseto submetido a uma dose subletal de inseticida é documentado o decréscimo da produção de descendentes viáveis. Todas as classes de inseticidas, incluindo os reguladores de crescimento, têm provocado decréscimo na produção de descendentes. Poucos inseticidas podem levar ao aumento de fecundidade em alguns insetos. A redução na oviposição poderia indicar um ou mais dos efeitos adversos, incluindo os efeitos na

localização do parceiro, a corte, a oviposição e eventos fisiológicos associados à espermatogênese, movimento do esperma, ovogênese, ovulação e fertilização dos ovos (Haynes, 1988).

O conhecimento dos efeitos subletais é relevante não apenas sobre inimigos naturais, mas também sobre as espécies-praga, pois alterações nos processos fisiológicos desses insetos, provocados por doses subletais, podem ser favoráveis à atuação de predadores e parasitóides, pelo enfraquecimento da presa ou hospedeiro (Zanuncio et al. 2002).

O uso de doses subletais tem sido indicado, em determinadas situações, no manejo de resistência, porém o objetivo dessa indicação é permitir a sobrevivência de uma certa proporção da população da praga (20 a 30%) para cruzar com os indivíduos resistentes previamente selecionados (Tabashnik & Croft, 1982).

Muitas técnicas de manejo de insetos-praga usando mecanismos não letais foram bem sucedidas. Essas técnicas incluem o uso de feromônio para diminuir acasalamento, e o uso de certos tipos de plantas hospedeiras resistentes, a liberação de insetos estéreis e interferência com controle hormonal de desenvolvimento. Por outro lado, doses subletais de inseticidas ou produtos neurotóxicos podem ajudar a providenciar novas vias efetivas para o manejo de pragas como as modificações dos acasalamentos, a procura pelo hospedeiro, alimentação e outros comportamentos (Haynes, 1988).

O emprego de doses subletais possibilita o desenvolvimento de estratégias de controle utilizando inseticidas químicos em associação com outras táticas como os métodos biológicos e culturais, transformando-se numa importante ferramenta para o manejo integrado de pragas.

2.3 Efeitos de doses subletais

Linn & Roelofs (1985), relataram que permetrina, carbaril e clordimefon em doses subletais diminuiriam a capacidade de machos da mariposa oriental *Grapholita molesta* em localizar a fonte de seu próprio feromônio num túnel de vento.

Segundo Haynes (1988), as fêmeas da lagarta da maçã *Heliothis virescens*, tratadas com permetrina, atraíram menos machos para o campo de atuação do seu feromônio do que as fêmeas não tratadas, o que indica que a permetrina provavelmente interfere na liberação ou produção de feromônio.

Da mesma forma que para mariposas, a manifestação dos efeitos das doses subletais de inseticidas em grilos variou de acordo com o produto escolhido. O tratamento com paration metílico resultou na distorção do ritmo do som de chamamento. A alteração do som da corte resultou na diminuição da aceitação dos machos por parte das fêmeas (YOUNG, 1970, apud HAYNES, 1988).

Michaelides & Wright (1997) relataram que larvas de *Diabrotica undecimpunctata* quando expostas a concentrações subletais de teflutrina apresentaram diminuição do peso tanto de larvas como de adultos e na fecundidade dos adultos. A longevidade dos adultos da população tratada foi maior do que a da testemunha, devido ao maior tempo de sobrevivência das fêmeas. O período de oviposição e o tempo de incubação dos ovos foram 50% menor na população tratada.

Segundo Delpuech et al. (1999a), machos de *Trichogramma brassicae* expostos a uma dose subletal ($DL_{0,1}$) de deltametrina foram significativamente mais atraídos pelo feromônio das fêmeas. Por outro lado, os machos não responderam adequadamente ao feromônio quando as fêmeas foram expostas à mesma dose de inseticida. No mesmo trabalho Delpuech relatou que os machos não localizaram com a mesma precisão o feromônio retirado de fêmeas expostas a uma $DL_{0,1}$ de deltametrina.

YuanXi et al. (2002) observaram, em laboratório, os efeitos letais e subletais de resíduos de fenvalerate sobre adultos de *Cotesia plutellae* um parasitóide de lagartas de *Plutella xylostella*. O fenvalerato foi 10 vezes mais tóxico ao adulto do parasitóide do que para as lagartas de segundo instar de *P. xylostella*, indicando que, quando fenvalerate é aplicado no campo, uma proporção do parasitóide adulto pode morrer pela pulverização, ou indiretamente pelo contato com o resíduo. Quando as vespas foram expostas ao fenvalerate na CL_{50} para o segundo ínstar larval de *P. xylostella*, tanto o número de ovos colocados por fêmea quanto o parasitismo foram significativamente reduzidos. Na presença de resíduos de fenvalerate, a mortalidade de fêmeas do parasitóide foi maior do que a de machos, e a sobrevivência de fêmeas descendentes foi significativamente reduzida em comparação à

testemunha. O número de oviposições por fêmea das vespas na presença de resíduos de fenvalerate não diferiu significativamente das vespas da testemunha.

Delpuech et al. (1998) determinaram o efeito de um inseticida organofosforado, clorpirifós, sobre a recepção do feromônio sexual por machos e a emissão do feromônio por fêmeas virgens do parasitóide *Trichogramma brassicae*. O inseto usado no teste de feromônio era sobrevivente de um teste de toxicidade aguda com indivíduos expostos a doses de clorpirifós equivalente a 20% da dose letal. Machos que sobreviveram à exposição ao inseticida gastaram bem menos tempo sobre a área marcada com feromônio de fêmeas do que machos da testemunha (índice médio de escolha, $0,46 \pm 0,34$ vs $0,70 \pm 0,25$, $p < 0,001$). A cinética da resposta de machos da testemunha e fêmeas tratadas, indicaram que clorpirifós diminui a emissão do feromônio sexual por fêmeas sobreviventes ao inseticida. Concluiu-se que o clorpirifós inibe a recepção do feromônio por machos e diminui a emissão do feromônio por fêmeas virgens. Isso pode ser explicado pelo fato do feromônio sexual ser regulado pelo sistema nervoso do inseto e o clorpirifós ser um inseticida neurotóxico.

Segundo Delpuech et al. (1999b), o clorpirifós tem um efeito significativo sobre a comunicação através do feromônio sexual de *T. brassicae*. Os efeitos de duas doses subletais (DL_{20} e $DL_{0,1}$) foram semelhantes para os machos, diminuindo o tempo gasto sobre a área marcada pelas fêmeas com feromônio. Por outro lado, para fêmeas, este efeito foi dependente da dose. A DL_{20} produziu uma diminuição da emissão de feromônio sexual, enquanto que, a $DL_{0,1}$ produziu um aumento.

Segundo Wilson & Cryan (1997), quando larvas de *Drosophila melanogaster* foram alimentadas com dietas contaminadas com baixa concentração (< 1 ppm) de lufenuron, a mortalidade foi observada durante o desenvolvimento larval ou pupal, dependendo da dose. Os adultos sobreviventes foram incapazes de voar, devido o desenvolvimento anormal das asas. Larvas alimentadas com alta concentração (10 ppm) completaram o desenvolvimento no tempo normal do ínstar, mas morreram durante a ecdise do próximo ínstar, provavelmente devido à inadequada síntese da cutícula.

Josan & Singh (2000) observaram que o tratamento de lagartas de *P. xylostella* de segundo, terceiro e quarto ínstars com lufenuron provocou uma redução da fecundidade dos adultos, de 135,8 ovos por fêmea na testemunha para 10,2 ovos por fêmea no

tratamento com lufenuron, e no período de oviposição, de 7,8 dias para 3,2 dias, respectivamente.

Neves e Alves (2000) realizaram um estudo para comprovar a inibição do comportamento de limpeza de *Cornitermes cumulans* quando tratado com conídios de fungos entomopatogênicos e subdoses do inseticida imidaclopride. As observações foram realizadas através de microscópio eletrônico de varredura. As operárias que não receberam o tratamento inseticida mostraram um eficiente mecanismo de limpeza o que possibilitou a remoção, nas primeiras horas após a aplicação, de praticamente todos os conídios da cutícula dos soldados e das outras operárias. O inseticida imidaclopride, quando utilizado em doses subletais, inibiu o comportamento de limpeza, permitindo que os conídios germinassem e penetrassem a cutícula do inseto provocando a infecção.

Magalhães et al. (2002) observaram a reprodução do predador *Podisus distinctus* (Stal) submetido a doses subletais do inseticida permetrina em condições de laboratório. Ninfas de terceiro ínstar foram submetidas à aplicação tópica de permetrina nas doses de 0; 0,0172; 0,172; 1,72; 17,2 e 172 ppb. Nenhum dos parâmetros de desenvolvimento e de reprodução foi afetado pelas doses de permetrina. A única exceção foi a viabilidade de ovos. Neste caso, a maior percentagem de ovos viáveis foi encontrada com a dose de 0,172 ppb.

2.4 Efeitos de doses subletais sobre *Spodoptera* sp.

Loc & Sachan (1997) relataram que o desenvolvimento de *S. litura* sobre plantas tratadas com concentrações subletais de carbaril, resultou em aumento do peso de pupa, da longevidade do adulto, da fecundidade, do período de incubação dos ovos, do índice de crescimento e de oviposição, além da redução do ciclo de vida em comparação à testemunha.

Martinez & van-Emden (1999) observaram que azadiractina em concentração subletal incorporada a dieta artificial e oferecidas para lagartas de terceiro ínstar de *S. littoralis* (Boisduval) prolongou estágio larval e reduziu o consumo alimentar. Azadiractina não influenciou na eficiência digestiva, mas diminuiu a habilidade de transformar

os nutrientes ingeridos e digeridos em crescimento. Esse efeito decaiu com a interrupção do tratamento. A ingestão de alimento contaminado reduziu o crescimento independentemente da redução do consumo de alimento.

Lee-Joon & Kim-Yong (1997) avaliaram os efeitos de clorpirifós metil (CPM) sobre lagartas de *S. exigua* (Hubner) usando aplicação tópica. A fecundidade dos adultos provenientes de lagartas tratadas com doses subletais de CPM durante o quinto ínstar sofreu pequena redução, enquanto que a redução da fertilidade dos ovos foi mais drástica e dependente da dose. Dessa forma, o clorpirifós pode ser considerado um quimioesterilizante tanto como um agente neurotóxico, apresentando potencial para ser utilizado em programas de controle genético.

Perveen (2000), tratando lagartas de quinto ínstar de *S. litura* com doses subletais de chlorfluazuron (1,0 ng/larva e 3,75 ng/larva) observou redução na fertilidade dos adultos e na viabilidade dos ovos. Quando somente fêmeas foram tratadas, a redução da fertilidade foi da ordem de 49-58%, quando somente machos foram tratados, a redução na fertilidade foi de 65-81% e quando ambos sexos foram tratados a redução atingiu 68-83%. A redução na viabilidade dos ovos foi de 22-26% quando somente as fêmeas foram tratadas, 44-66% quando somente os machos foram tratados e 45-72% quando ambos sexos receberam doses subletais do inseticida.

Hegazy (1991) observou que adultos de *S. littoralis* alimentados com solução de mel a 10% contendo 3; 1,5 ou 0,75 ppm de chlorfluazuron apresentaram redução da longevidade, sendo os machos mais suscetíveis que as fêmeas. A viabilidade dos ovos colocados por mariposas tratadas foi de 24,8; 22,2 e 16,6% nas diferentes concentrações, respectivamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia do Departamento de Produção Vegetal Defesa Fitossanitária da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), "Campus" de Botucatu. O laboratório foi mantido sob a temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de 70,0% e fotofase de 14 horas.

3.1 Obtenção dos insetos e criação de manutenção

As lagartas de *S. frugiperda*, utilizadas nesse trabalho foram obtidas de uma criação em dieta artificial, mantida no laboratório, iniciada a partir de lagartas coletadas no campo.

Lagartas coletadas em plantas de milho provenientes dos campos de cultivo da Fazenda Experimental Lageado (FCA-UNESP) foram alimentadas em dietas artificiais até a pupação. As pupas obtidas foram transferidas para gaiolas de oviposição constituídas de um tubo de PVC, com 22 cm de altura e 10 cm de diâmetro, revestidos internamente com papel jornal, tendo suas extremidades, superior e inferior, fechadas por placas de 'Petri'. Diariamente, as massas de ovos obtidas no papel jornal, utilizado como substrato para postura, foram recolhidas e transferidas para o interior de uma placa de 'Petri' até a eclosão das lagartas.

Após a eclosão, as lagartas, em número de duas, foram repassadas com auxílio de um pincel nº 0 para copos descartáveis de plástico transparente, cônicos, com tampa, medindo 4,0 cm de altura por 6,5 cm de diâmetro na parte superior e 4,0 cm de diâmetro na base, contendo 10 ml de dieta artificial, descrita por Nalin (1991), cuja composição se encontra na Tabela 01.

Tabela 01: Composição da dieta artificial utilizada para a criação de *Spodoptera frugiperda* em laboratório (Nalin, 1991).

Componentes	Quantidades
Feijão (variedade carioquinha)	165,00 g
Germe de trigo	79,20 g
Levedo de cerveja	50,50 g
Nipagin	3,15 g
Ácido ascórbico	5,10 g
Ácido sórbico	1,65 g
Formaldeído 10%	12,50 ml
Agar	25,50 g
Água	1195 ml

Quantidade suficiente para 100 copos plásticos de dieta.

Foram utilizados 1.195 ml de água destilada para dissolver o ágar e demais ingredientes. O feijão, variedade Carioquinha, foi previamente cozido. A quantidade de água utilizada foi dividida em duas partes: uma para a dissolução do ágar e a outra para a dissolução e mistura dos demais ingredientes. Quando o ágar estava dissolvido, acrescentava-se o feijão batido em liquidificador junto com a levedura de cerveja e o germem de trigo. Depois, toda essa mistura foi mantida em banho-maria e acrescentado ácido ascórbico, ácido sórbico, nipagin e formaldeído. Após o preparo da dieta, ela foi transferida para os frascos plásticos até preencher aproximadamente um terço do seu volume. Os frascos, depois de resfriados, foram deixados numa câmara sob luz ultra-violeta, por 30 minutos, para a esterilização do exterior, já que a dieta, além de atingir altas temperaturas, foi feita em condições assépticas. (Labinas, 1998).

3.2 Estudo da biologia em folhas de milho tratadas com diferentes concentrações de inseticidas

Os experimentos conduzidos nesse estudo seguiram o delineamento experimental inteiramente casualizado, tendo sido observadas 20 lagartas por tratamento. No primeiro experimento com o inseticida clorpirifós foram utilizadas as seguintes concentrações: 0,15; 0,25; 0,35; 0,50; 0,75; 1,00 ppm e testemunha. Para o segundo e terceiro experimentos foram utilizadas as doses: 1,00, 2,00 e 4,00 ppm e 8,00; 16,00 e 32,00 ppm, respectivamente e testemunha (Tabela 02). No quarto experimento foram utilizados as doses de 0,20 e 0,40 ppm de deltametrina, 0,20; 0,50 e 1,00 ppm de lufenuron, e testemunha (Tabela 02).

Tabela 02. Inseticidas e respectivas doses utilizadas no tratamento das folhas de milho fornecidas como alimento às lagartas, nos experimentos realizados para o estudo do efeito de diferentes concentrações na biologia de *S. frugiperda*. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

Experimentos	Tratamentos	Dose (ppm)
Primeiro	1- clorpirifós	0,15
	2- clorpirifós	0,25
	3- clorpirifós	0,35
	4- clorpirifós	0,50
	5- clorpirifós	0,75
	6- clorpirifós	1,00
	7- testemunha	
Segundo	1- clorpirifós	1,00
	2- clorpirifós	2,00
	3- clorpirifós	4,00
	4- testemunha	
Terceiro	1- clorpirifós	08,00
	2- clorpirifós	16,00
	3- clorpirifós	32,00
	4- testemunha	
Quarto	1- deltametrina	0,20
	2- deltametrina	0,40
	3- lufenuron	0,20
	4- lufenuron	0,50
	5- lufenuron	1,00
	6- testemunha	

No estudo da biologia em dieta natural, as lagartas recém eclodidas foram mantidas por 48 horas em folhas de milho (*Zea mays*) do cultivar AI-25, não tratadas, devido à mortalidade natural que ocorre nas primeiras horas após a eclosão, visto que essa mortalidade poderia mascarar o efeito dos tratamentos. Após esse período, as lagartas foram transferidas, individualmente, para placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura, contendo um pedaço de folha e um pedaço de algodão umedecido para manter a turgescência da folha, de acordo com o respectivo tratamento. O alimento foi trocado diariamente. Antes de serem fornecidas às lagartas, as folhas de milho (*Zea mays*) foram imersas em caldas inseticidas, preparadas no mesmo dia, contendo as concentrações de acordo com os tratamentos adotados, por cinco segundos; no tratamento testemunha as folhas foram imersas apenas em água destilada. As folhas foram colocadas para secar por duas horas e após a secagem, introduzidas na placa de Petri correspondente ao tratamento e disponibilizadas às lagartas.

3.3 Estudo da biologia em dieta artificial contendo diferentes concentrações de inseticidas

Todos os experimentos conduzidos nesse estudo seguiram o delineamento experimental inteiramente casualizado, tendo sido observadas 20 lagartas por tratamento.

O primeiro experimento instalado em dieta artificial, foi composto pelos seguintes tratamentos 0,50 e 1,00 ppm de clorpirifós, deltametrina, lufenuron e testemunha, não tratada (Tabela 03).

No segundo experimento foram mantidas as doses do inseticida clorpirifós utilizado no primeiro, enquanto que a deltametrina teve as doses reduzidas para 0,20 e 0,40 ppm e para o lufenuron foram empregadas as doses 0,20, 0,50 e 1,00 ppm e testemunha (Tabela 03).

As doses de deltametrina e lufenuron avaliadas no terceiro experimento foram as mesmas utilizadas no segundo experimento.

No quarto experimento o clorpirifós foi avaliado nas seguintes concentrações 0,15; 0,25; 0,35; 0,50; 0,75; 1,00; 2,00 e 4,00 ppm mais testemunha (Tabela 03).

Tabela 03. Inseticidas e respectivas doses adicionadas à dieta artificial para criação das lagartas, nos experimentos para o estudo do efeito de diferentes concentrações na biologia de *S. frugiperda*. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

Experimentos	Tratamentos	Dose (ppm)
Primeiro	1- clorpirifós	0,50
	2- clorpirifós	1,00
	3- deltametrina	0,50
	4- deltametrina	1,00
	5- lufenuron	0,50
	6- lufenuron	1,00
	7- testemunha	
Segundo	1- clorpirifós	0,50
	2- clorpirifós	1,00
	3- deltametrina	0,20
	4- deltametrina	0,40
	5- lufenuron	0,20
	6- lufenuron	0,50
	7- lufenuron	1,00
	8- testemunha	
Terceiro	1- deltametrina	0,20
	2- deltametrina	0,40
	3- lufenuron	0,20
	4- lufenuron	0,50
	5- lufenuron	1,00
	6- testemunha	
Quarto	1- clorpirifós	0,15
	2- clorpirifós	0,25
	3- clorpirifós	0,35
	4- clorpirifós	0,50
	5- clorpirifós	0,75
	6- clorpirifós	1,00
	7- clorpirifós	2,00
	8- clorpirifós	4,00
	9- testemunha	

Tanto no primeiro quanto no segundo experimento, as doses referente a cada um dos tratamentos foram adicionadas após o preparo da dieta artificial, por serem componentes suscetíveis a degradação devido à temperatura de preparo da dieta. As lagartas recém eclodidas foram transferidas, individualmente, para os copos plásticos contendo a dieta artificial acrescida das doses de inseticida.

No primeiro experimento em dieta artificial contendo as concentrações 0,50 e 1,00 ppm dos inseticidas clorpirifós, lufenuron e deltametrina, as avaliações iniciaram-se no sexto dia após a inoculação das lagartas.

A partir do terceiro experimento, o inseticida na dose referente à cada um dos tratamentos foi adicionado à dieta artificial juntamente com as vitaminas, para maior diluição do produto e homogeneização na dieta. As lagartas recém eclodidas foram mantidas por um período de 48 horas em dieta artificial sem tratamento, para eliminar o efeito da mortalidade inicial. Posteriormente foram transferidas, para a dieta artificial acrescida das doses dos inseticidas.

3.4 Parâmetros biológicos avaliados

No estudo da biologia foram observados os seguintes parâmetros:

- fase larval:
 - duração (em dias)
 - mortalidade
- fase pupal:
 - duração (em dias),
 - mortalidade
 - porcentagem de deformação
- fase adulta:
 - longevidade (em dias);

As avaliações relativas à mortalidade larval de *S. frugiperda* em ambas dietas, natural e artificial, foram realizadas 24, 48 e 72 horas após a inoculação e as avaliações posteriores foram realizadas a cada dois dias. Na fase de pupa as avaliações foram realizadas diariamente.

Depois de concluída a fase larval, as pupas foram retiradas dos recipientes onde ocorreu o desenvolvimento larval, sexadas e individualizadas em copos descartáveis de plástico com tampa. Imediatamente após a emergência dos adultos, machos e fêmeas nascidos no mesmo dia, foram colocados na proporção de uma macho para uma fêmea, nas gaiolas de oviposição, onde permaneceram até a morte.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tuckey à 5% de probabilidade.

3.5 Preparo das soluções inseticidas

A partir de cada produto comercial foi preparada uma solução contendo 1 ml do p.c. em 1 L de água destilada. A partir desta solução foram preparadas as diluições para os respectivos tratamentos.

Para a dieta natural, foram preparados 500 ml de solução, para cada dose estudada de cada produto, onde foram imersas as folhas de milho. Para a dieta artificial foram preparados 500 ml de dieta, para cada dose dos produtos em estudo.

3.6 Caracterização dos inseticidas

Os inseticidas empregados nesse trabalho foram selecionados de acordo com o registro na ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). O clorpirifós foi escolhido por ser um inseticida organofosforado consagrado pelo seu uso, ao longo do tempo, na cultura de milho para o controle da lagarta-do-cartucho. A deltametrina é um inseticida piretróide recomendado para o controle dessa praga e largamente utilizado na cultura do milho devido a sua excelente ação lagarticida. O lufenuron foi selecionado por se tratar de um inseticida fisiológico, que apresenta um modo de ação diferente dos neurotóxicos, com reconhecida ação no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho.

A caracterização dos inseticidas foi descrita conforme ANDREI (1999):

Marca comercial: Lorsban 480 BR

Nome comum do ingrediente ativo: clorpirifós

Nome químico: tiofosfato de 0,0 - dimetil- 0,3,5,6-tricloro-2-piridila

Grupo químico: organofosforado

Classe de uso: inseticida- acaricida de contato e ingestão

Formulação: concentrado emulsionável

Concentração do ingrediente ativo: 480g/L

Marca comercial: Decis 25 CE

Nome Comum do ingrediente ativo: deltametrina

Nome químico: (S) alfa-ciano-m-fenoxibenzil-(1R,3R)-3(2,2-diabromovinil)-2,2-dimetil ciclopropano carboxilato

Grupo Químico: piretróide sintético

Classe de uso: inseticida de contato e ingestão

Formulação: concentrado emulsionável

Concentração do ingrediente ativo: 25 g/L

Marca comercial: Match

Nome Comum do ingrediente ativo: lufenuron

Nome químico: (RS)-1-[2,5-dicloro-4-(1,1,2,3,3,3-hexafluoropropoxy) phenyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea.

Grupo Químico: aciluréia

Classe de uso: inseticida fisiológico

Tipo de formulação: concentrado emulsionável

Concentração do ingrediente ativo: 50g/L

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Biologia em folhas de milho tratadas com diferentes concentrações de inseticidas.

4.1.1 Clorpirifós

No primeiro experimento verificou-se que o inseticida clorpirifós não interferiu na duração da fase larval de *S. frugiperda* sobrevivente à alimentação com folhas de milho tratadas com as concentrações 0,15; 0,25; 0,35; 0,50; 0,75 e 1,00 ppm (Tabela 04). Verificou-se também, que não houve interferência na duração das fases de pupa e adulto.

As maiores taxas de mortalidade larval foram verificadas nas concentrações 0,25; 0,75 e 1,00 ppm e as menores nas concentrações 0,15; 0,35 e 0,50 ppm (Tabela 04).

Verificou-se que a mortalidade na testemunha ocorreu apenas nos dois primeiros dias, após a inoculação das lagartas, enquanto que, nos tratamentos que receberam inseticidas a mortalidade ocorreu até o décimo terceiro dia. Nas concentrações 0,75 e 1,00 ppm, os maiores índices de mortalidade, ocorreram nos três primeiros dias (Figura 01).

A menor taxa de mortalidade larval foi conferida pela concentração 0,35 ppm, menor do que a verificada na testemunha, no entanto, a segunda maior taxa de mortalidade pupal e maior taxa de pupas defeituosas foram verificadas nessa concentração (Tabela 04).

Observou-se, nos tratamentos 0,75 e 1,00 ppm, que os maiores índices de mortalidade ocorreram após 24 e 48 horas da inoculação das lagartas. No tratamento testemunha a maior mortalidade ocorreu com 48 horas. Na avaliação realizada 72 horas após a inoculação das lagartas, verificou-se uma mortalidade semelhante em todos os tratamentos, exceto na testemunha e na concentração 0,15 ppm (Figura 02), onde não se constatou mortalidade nessa avaliação.

Tabela 04. Duração das fases (dias) de desenvolvimento de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações do inseticida clorpirifós na fase larval. I ensaio. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

Tratamentos	Duração das fases (dias)			Mortalidade %			% de pupas defeituosas
	Larvas	Pupas	Adultos	larval	pupal	total	
testemunha	23,07 ¹ a	13,57 a	4,00 a	20	6,25	25,00	0,00
0,15 ppm	24,33 a	12,67 a	4,28 a	10	16,67	25,00	10,00
0,25 ppm	23,54 a	13,00 a	4,50 a	25	20,00	40,00	10,00
0,35 ppm	23,47 a	13,71 a	4,36 a	5	26,31	30,00	15,00
0,50 ppm	23,53 a	12,93 a	4,27 a	10	11,11	20,00	10,00
0,75 ppm	23,38 a	13,00 a	5,00 a	30	21,43	45,00	0,00
1,00 ppm	23,54 a	12,89 a	5,33 a	35	30,77	55,00	0,00
S	1,806	1,737	1,979				
cv	7,67	13,25	43,65				
dms	1,98	2,16	2,47				

- ¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (5%)

Em todos os tratamentos verificou-se que a porcentagem de mortalidade na fase pupal foi superior à verificada no tratamento testemunha. A somatória da mortalidade verificada nas fases larval e pupal permitiu verificar que as concentrações utilizadas, exceto 0,15 e 0,50 ppm, provocaram uma mortalidade superior à testemunha. No entanto, nas concentrações 0,15 e 0,50 ppm, 10% das pupas foram defeituosas, enquanto que na testemunha não ocorreram pupas defeituosas. Verificou-se também, que nas concentrações mais altas, 0,75 e 1,00 ppm, não foram encontradas pupas defeituosas. (Tabela 04).

Na maioria dos tratamentos a mortalidade de pupas ocorreu até o 11° dia. O tratamento 1,00 ppm provocou maior mortalidade pupal entre o 11° e o 16° dia, embora tenha ocorrido morte de pupas ao longo de todo o período pupal (Figura 03). Nos tratamentos 0,50 e 0,75 ppm a mortalidade ocorreu apenas nos 6 primeiros dias, enquanto que nos

tratamentos 0,15 ppm (17%), 0,35 ppm (12%) e testemunha (7%) a mortalidade foi mais freqüente no período compreendido entre o 6° e o 11° dia.

Na maior parte dos tratamentos, os adultos começaram a morrer dois dias após a emergência, exceto no tratamento 0,75 ppm (Figura 04).

A mortalidade dos adultos foi observada diariamente em todos os tratamentos. A longevidade máxima verificada no tratamento testemunha foi de 6 dias, sendo que os insetos começaram a morrer a partir do 2° dia. A maior freqüência de mortalidade foi verificada entre o 3° e 4° e entre o 5° e o 6° dias em todos os tratamentos. No entanto, os insetos alimentados com folhas de milho tratadas com o clorpirifós na concentração de 0,15 ppm apresentaram uma longevidade de 8 dias (Figura 04). Ocorreu morte de adultos desde o 1° dia após a emergência. Não foram obtidos descendentes dos insetos sobreviventes nesse ensaio, provavelmente devido ao pequeno número de adultos obtido em cada um dos tratamentos inclusive na testemunha, o que dificultou a ocorrência de cópula.

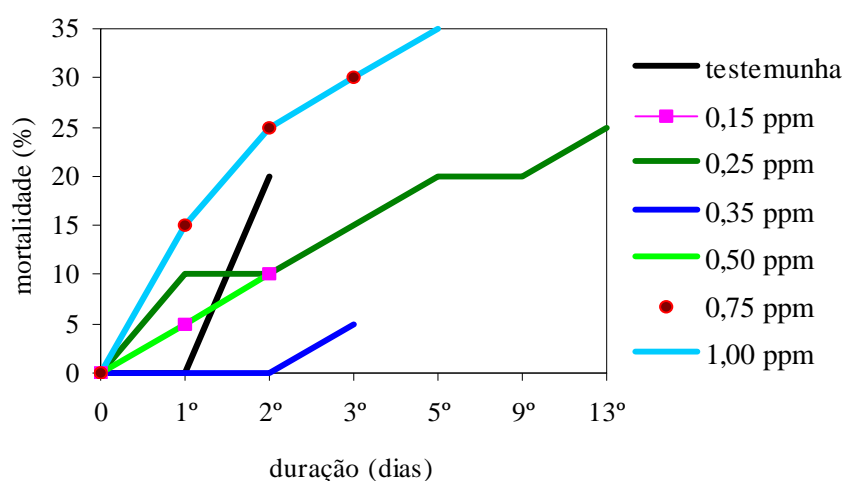


Figura 01. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações - I experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

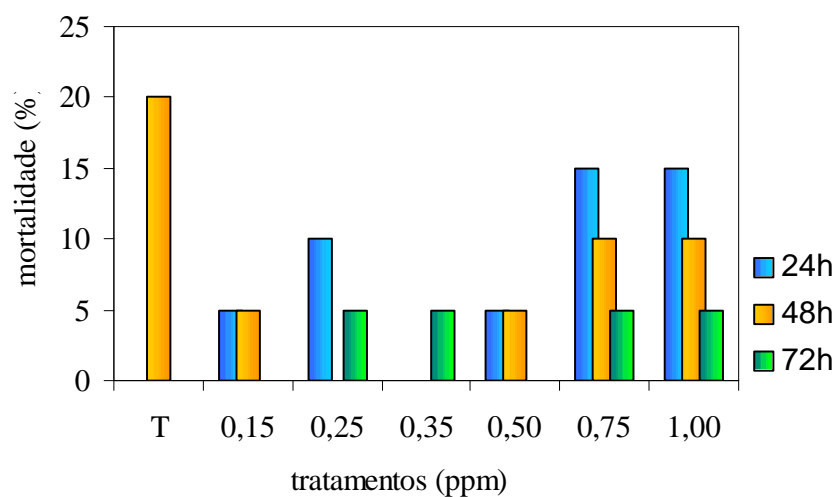


Figura 02. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações após 24, 48 e 72 horas da inoculação - I experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h. (T= testemunha).

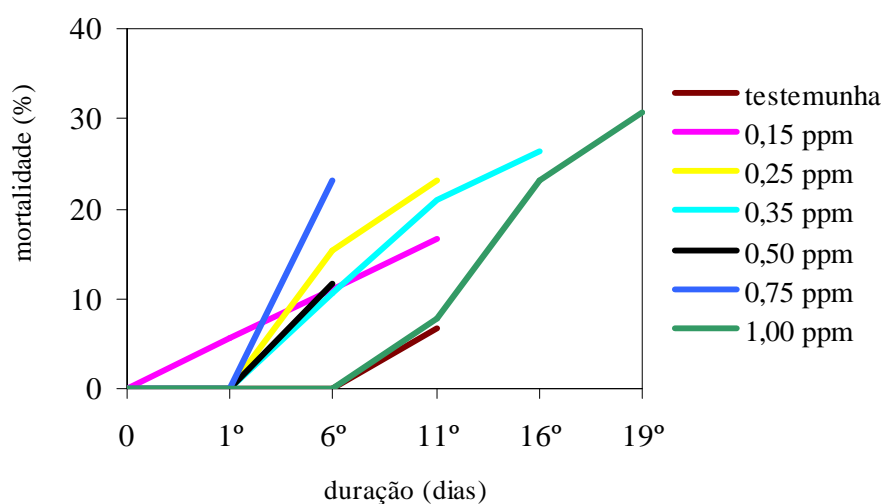


Figura 03. Mortalidade de pupas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas criadas em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações - I experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

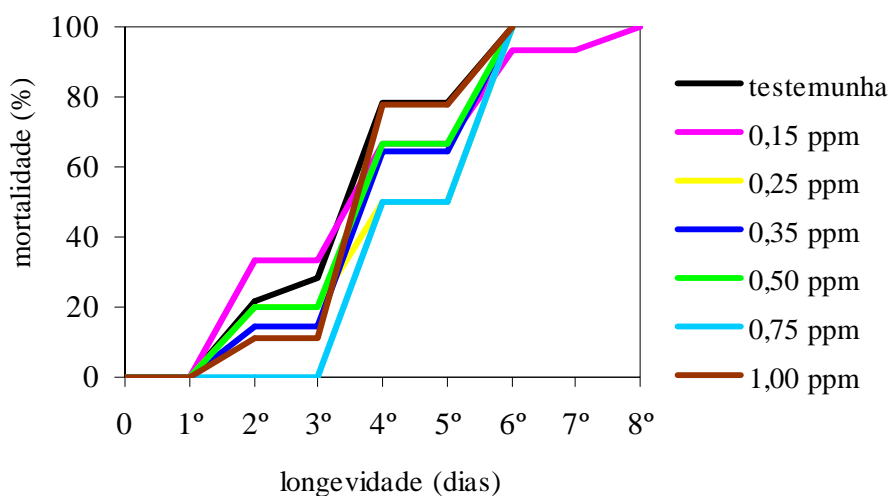


Figura 04. Longevidade de adultos de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas criadas em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações - I experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

No segundo experimento, realizado com as concentrações 1,00, 2,00 e 4,00 ppm, verificou-se também, que as doses avaliadas não interferiram na duração das fases de larva e de pupa nem na longevidade do adulto (Tabela 05).

Na fase larval, a mortalidade conferida pelos tratamentos contendo 1,00 e 4,00 ppm foi maior do que a verificada nos tratamentos testemunha e 2,00 ppm, cuja mortalidade foi de 0%, inferior a testemunha que foi de 5%. (Tabela 05).

A mortalidade das lagartas, na concentração de 4,00 ppm ocorreu até o décimo primeiro dia após a inoculação, com maior intensidade entre o 2º e o 5º dia (Figura 05). Na testemunha toda mortalidade ocorreu apenas no segundo dia.

No segundo experimento (Figura 06), a mortalidade larval foi relativamente baixa (5%) em todos os tratamentos, exceto no tratamento contendo 2,00 ppm, no qual não ocorreu mortalidade. No tratamento contendo 1,00 ppm ocorreu mortalidade 24 horas após a inoculação das lagartas nas folhas tratadas, enquanto que no tratamento com 4,00 ppm a mortalidade somente ocorreu após 72 horas e na testemunha, após 48 horas.

Tabela 05. Duração das fases (dias) de desenvolvimento de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações do inseticida clorpirifós na fase larval. II experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

Tratamentos	Duração das fases (dias)			Mortalidade %			% de pupas defeituosas
	Larvas	Pupas	Adultos	larval	Pupal	total	
Testemunha	15,41 ¹ a	10,14 a	3,86 a	5,00	15,79	20,00	0,00
1,00 ppm	15,33 a	10,00 a	5,12 a	10,00	11,11	25,00	0,00
2,00 ppm	16,00 a	10,12 a	4,12 a	0,00	15,00	15,00	0,00
4,00 ppm	15,76 a	9,54 a	4,15 a	15,00	23,53	35,00	0,00
S	1,803	1,419	1,329				
cv	11,54	14,26	30,81				
dms	1,59	1,58	1,48				

- ¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (5%)

No tratamento com 4,00 ppm de clorpirifós foi verificada a maior mortalidade pupal. Nas concentrações de 1,00 e 2,00 ppm observou-se uma mortalidade menor do que a observada na testemunha. A mesma tendência foi observada em relação à mortalidade total, no tratamento com 4,00 ppm ela superou a observada na testemunha enquanto que no tratamento 2,00 ppm a mortalidade total foi menor do que a da testemunha. Em nenhum dos tratamentos foi observada a ocorrência de pupas defeituosas (Tabela 05).

No início da fase pupal, as maiores taxas de mortalidade ocorreram nas concentrações 2,00 e 4,00 ppm, 10% e 6%, respectivamente. No tratamento 1,00 ppm, só houve mortalidade no final da fase de desenvolvimento pupal. A maior taxa de mortalidade pupal observada foi no tratamento 4,00 ppm, atingindo (23%) no décimo primeiro dia (Figura 07).

A longevidade máxima da fase adulta, no tratamento testemunha, foi de 6 dias, sendo que os insetos começaram morrer a partir do primeiro para o segundo dia. O padrão de mortalidade foi semelhante em todos os tratamentos. No entanto, no tratamento 1,00 ppm os insetos apresentaram uma longevidade de 8 dias (Figura 08).

Nesse experimento também não foram obtidas posturas em nenhum tratamento.

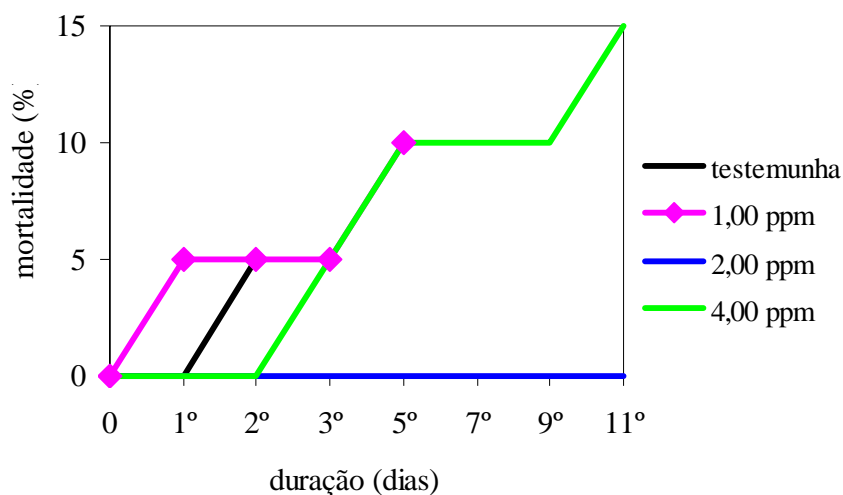


Figura 05. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações - II experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

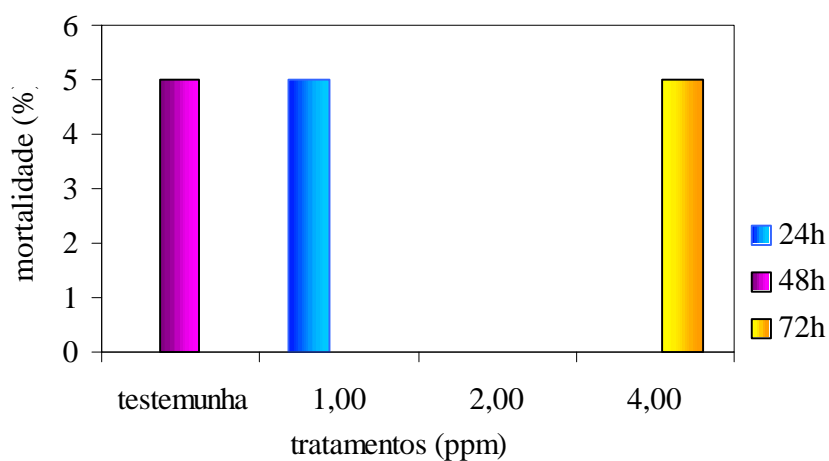


Figura 06. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações após 24, 48 e 72 horas da inoculação II experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

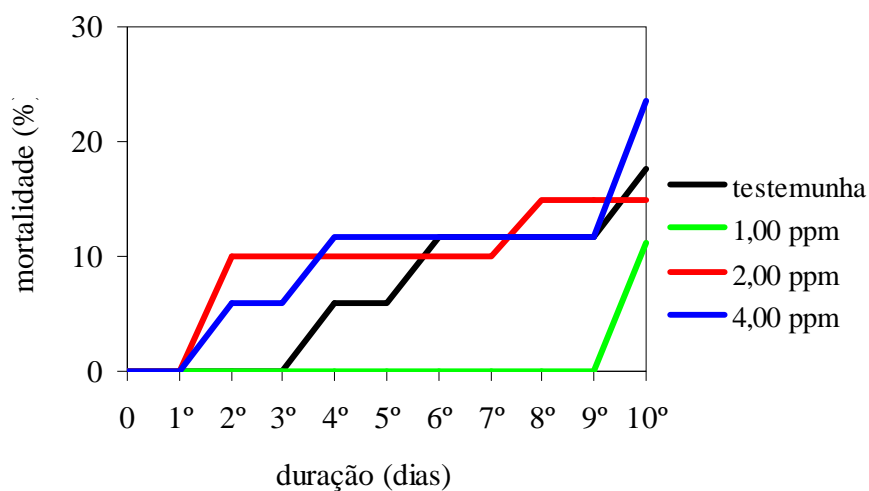


Figura 07. Mortalidade de pupas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas criadas em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações - II experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h.

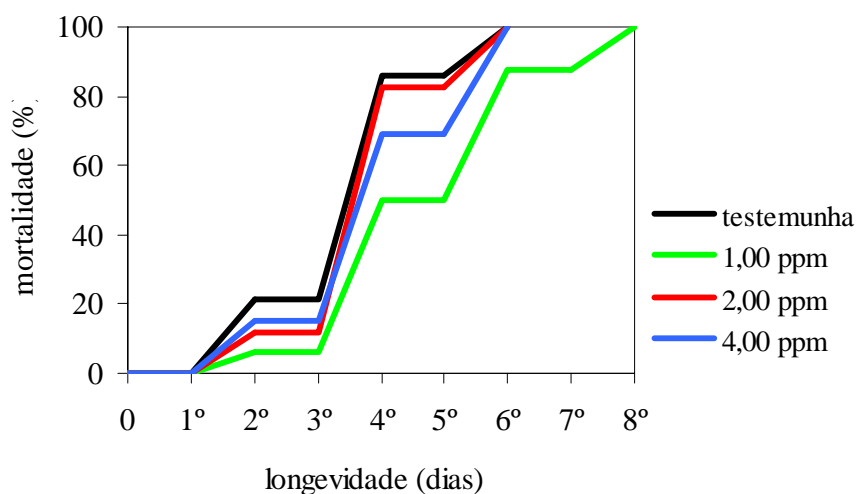


Figura 08. Longevidade de adultos de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas criadas em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações - II experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h.

No terceiro experimento em folhas de milho tratadas com as concentrações 8,00; 16,00 e 32,00 ppm de clorpirifós, obteve-se mortalidade de 100% nas duas doses maiores logo na primeira avaliação (Tabela 06).

Na concentração de 8,00 ppm a mortalidade na fase larval foi de 90%, sendo que o período larval das lagartas sobreviventes foi, em média, o mesmo verificado para as lagartas do tratamento testemunha (Tabela 06). No entanto, na fase de pupa ocorreu 100% de mortalidade, sendo que 50% das pupas obtidas foram defeituosas (Tabela 06).

Tabela 06. Duração das fases (dias) de desenvolvimento de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações do inseticida clorpirifós na fase larval. III experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

Tratamentos	Duração das fases			Mortalidade %			% de pupas defeituosas
	Larvas	Pupas	Adultos	Larval	pupal	total	
Testemunha	14,31 ¹ a	8,70	5,23	5,00	10,53	10,00	0,00
8,00 ppm	14,00 a	-	-	90,00	100,00	100,00	50,00
16,00 ppm							
32,00 ppm							
S	1,339						
cv	9,46						
dms	2,08						

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (5%)

- Os tratamentos 16 e 32 ppm foram excluídos da análise visto que provocaram 100% de mortalidade logo no início do experimento.

No primeiro dia após a inoculação das lagartas nas folhas de milho tratadas, observou-se mortalidade em todos os tratamentos, exceto no tratamento testemunha (Figura 09).

Nos tratamentos 16,00 e 32,00 ppm ocorreu 100% de mortalidade no segundo dia de avaliação. No tratamento 8,00 ppm ocorreu 90% de mortalidade durante os primeiros 5 dias, enquanto que, na testemunha verificou-se apenas 5% de mortalidade entre o 5º e o 7º dia. (Figura 09).

Nos tratamentos com 8,00; 16,00 e 32,00 ppm observou-se um pico de mortalidade 24 horas após a inoculação das lagartas. Na avaliação de 72 horas não foi observada mortalidade nos tratamentos com 16,00 ppm e 32,00 ppm, visto que 100% das

mortes ocorreram nas primeiras 48 horas. No tratamento testemunha não ocorreu mortalidade nas primeiras 120 horas de avaliação. (Figura 10).

As lagartas sobreviventes do tratamento 8,00 ppm, que passaram para a fase de pupa, morreram nos 6 primeiros dias, enquanto que no tratamento testemunha, apenas 10% das pupas morreram no quarto dia (Figura 11).

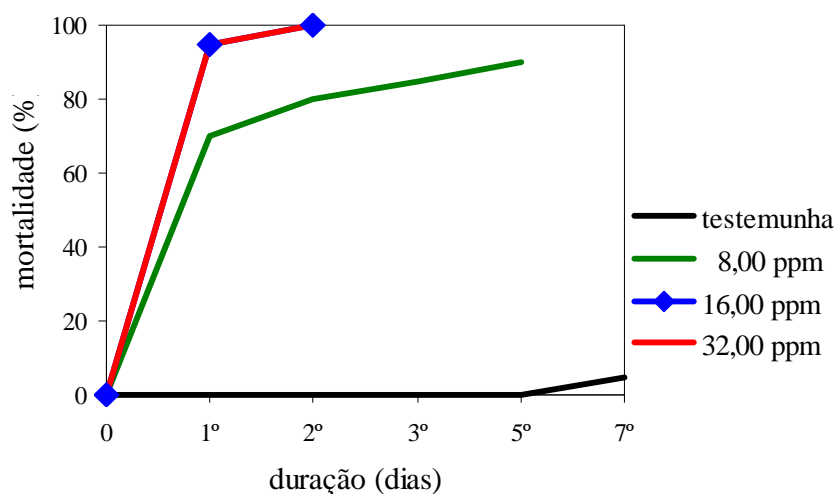


Figura 09. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações - III experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h.

4.1.2 Deltametrina e Lufenuron

Nesse ensaio realizado com folhas de milho tratadas com os inseticidas lufenuron e deltametrina ocorreu mortalidade de até 15% no primeiro dia após a inoculação das lagartas, exceto no tratamento contendo 0,20 ppm de lufenuron e testemunha (Figura 12). No terceiro dia de avaliação o tratamento contendo 1,00 ppm do inseticida lufenuron atingiu 100% de mortalidade, enquanto que os demais tratamentos, contendo 0,20 e 0,50 ppm, ocorreu 100% de mortalidade no quarto dia de avaliação. Não houve mortalidade no tratamento testemunha (Figura 12).

Nos tratamentos contendo o inseticida deltametrina foi observado mortalidade de 100% das lagartas 48 horas após a inoculação (Figura 12).

Na avaliação realizada 24 horas após a liberação das lagartas verificou-se a maior porcentagem de mortalidade provocada pelo inseticida lufenuron (15%) na concentração de 1,00 ppm enquanto que na concentração de 0,50 ppm a maior taxa de mortalidade ocorreu com 72 horas. O inseticida deltametrina nas concentrações 0,20 ppm e 0,40 ppm, provocou 100% de mortalidade em 48 horas. Não ocorreu mortalidade no tratamento testemunha (Figura 13).

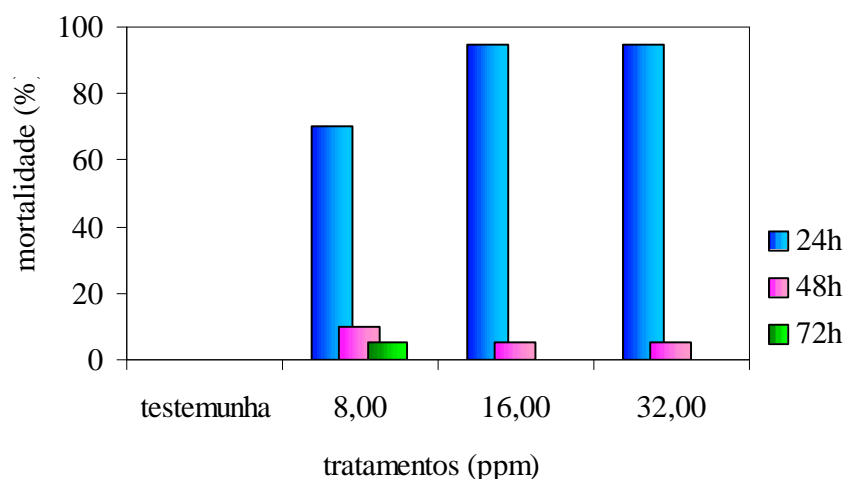


Figura 10. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações após 24, 48 e 72 horas da inoculação - III experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

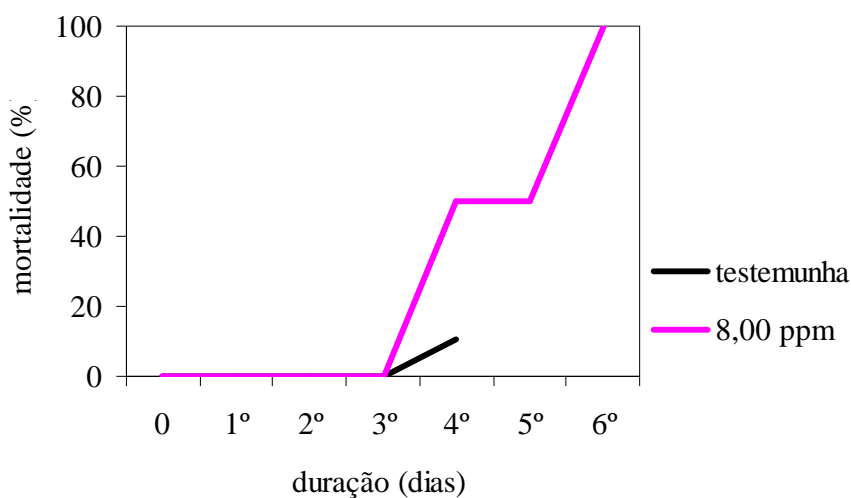


Figura 11. Mortalidade de pupas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas criadas em folhas de milho tratadas com clorpirifós em diferentes concentrações – III experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

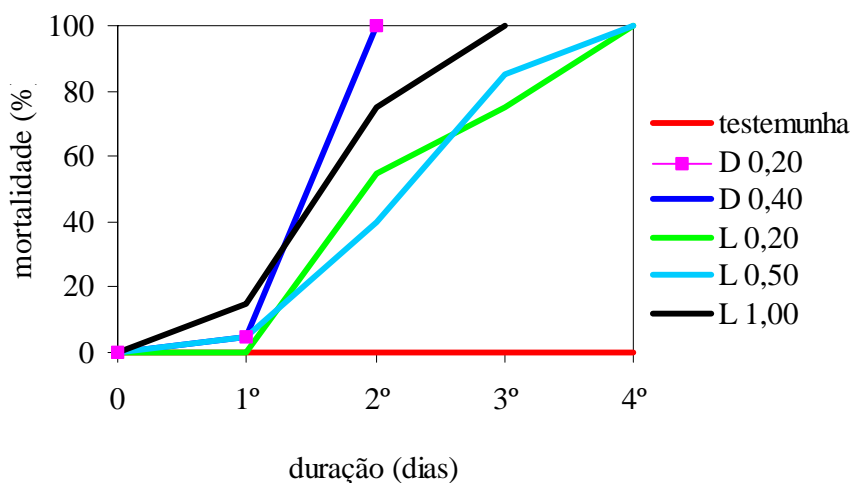


Figura 12. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em folhas de milho tratadas com deltametrina e lufenuron em diferentes concentrações - IV experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h. (D = deltametrina, L = lufenuron).

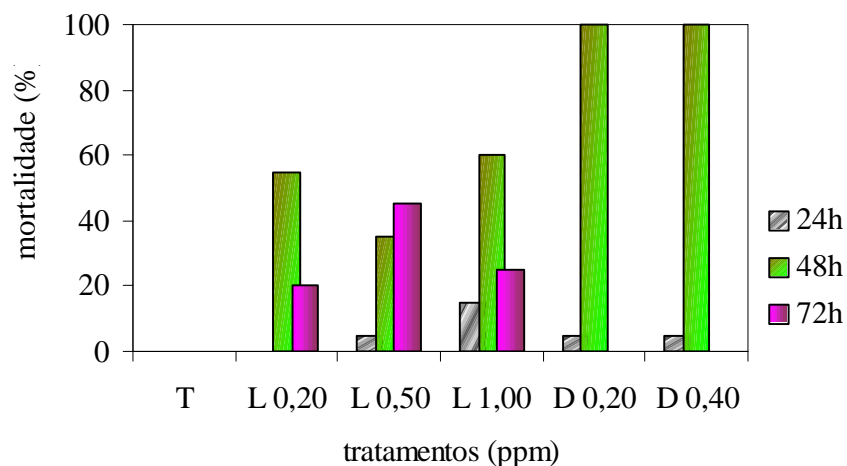


Figura 13. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com deltametrina e lufenuron em diferentes concentrações após 24, 48 e 72 horas da inoculação - IV experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h. (D = deltametrina; L = lufenuron e T = testemunha).

4.2 Biologia em dieta artificial contendo diferentes concentrações de inseticidas.

4.2.1 Clorpirifós, Lufenuron e Deltametrina

Em todos os tratamentos a mortalidade foi de 100% durante todo o período larval (Figura 14).

Na primeira avaliação, observou-se que o inseticida clorpirifós, em ambas as doses, causou mortalidade (10 e 25%, respectivamente) menor do que a verificada no tratamento testemunha (47%). Esse resultado pode ser explicado considerando que as lagartas foram inoculadas na dieta artificial imediatamente após a eclosão, dessa forma a mortalidade natural que ocorre nesse período pode ter mascarado o efeito dos inseticidas (Figura 14).

O inseticida lufenuron causou 100% de mortalidade no sexto e décimo primeiro dias após a inoculação das lagartas, nos tratamentos 0,50 e 1,00 ppm, respectivamente (Figura 14).

A concentração de 1,00 ppm do inseticida deltametrina provocou um aumento na duração do período larval, enquanto que a concentração 0,50 ppm de clorpirifós reduziu este período (Figura 14).

No segundo experimento em dieta artificial as avaliações iniciaram-se 24 horas após a inoculação das lagartas nas dietas. As concentrações contendo 0,20 ppm e 0,40 ppm de deltametrina tiveram a maior taxa de mortalidade na primeira avaliação, 45 e 65% , respectivamente (Figura 15).

Na concentração 0,20 ppm de deltametrina houve um aumento na duração da fase larval em relação ao tratamento testemunha (Figura 15).

Nas concentrações 0,20 e 0,40 ppm do inseticida deltametrina ocorreu uma mortalidade de 32 e 45 % nas primeiras 24 horas após a inoculação das lagartas. Nas avaliações realizadas 48 e 72 horas após a inoculação também foram verificadas taxas mais elevadas de mortalidade nessas concentrações em relação às outras (Figura 16).

4.2.2. Lufenuron e Deltametrina

Na primeira avaliação, realizada 24 horas após a inoculação das lagartas, a deltametrina na concentração de 0,40 ppm provocou maior mortalidade (40%), enquanto que, no tratamento testemunha, não ocorreu morte de lagartas nesse período (Figura 17).

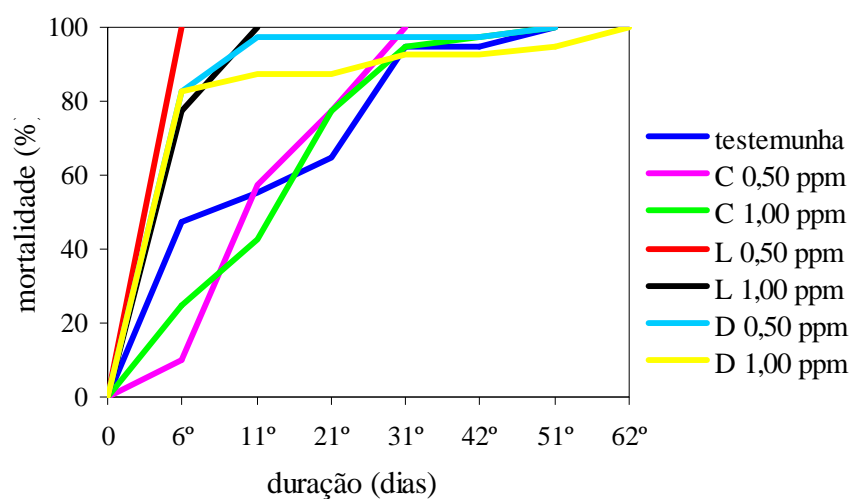


Figura 14. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em dieta artificial contendo os inseticidas clorpirifós, deltametrina e lufenuron em diferentes concentrações - I experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h. (C = clorpirifós; L = lufenuron; D = deltametrina).

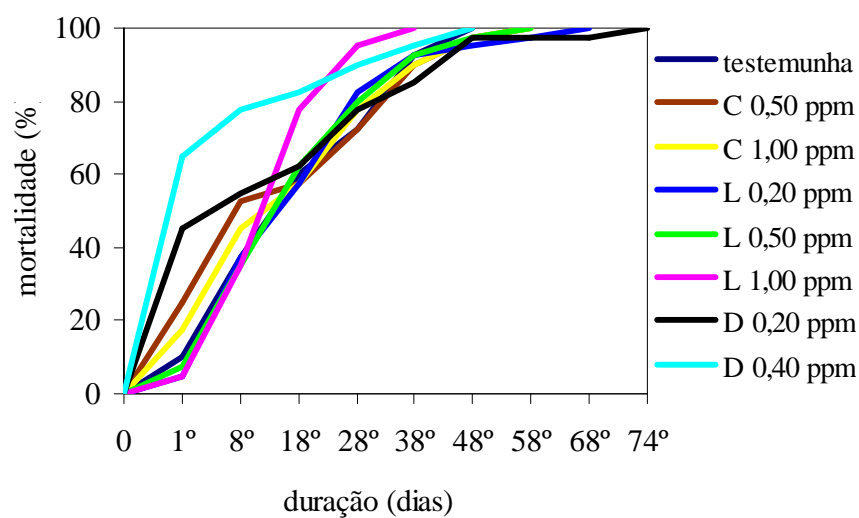


Figura 15. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em dieta artificial contendo os inseticidas clorpirifós, deltametrina e lufenuron, em diferentes concentrações II experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h. (C = clorpirifós; L = lufenuron; D = deltametrina).

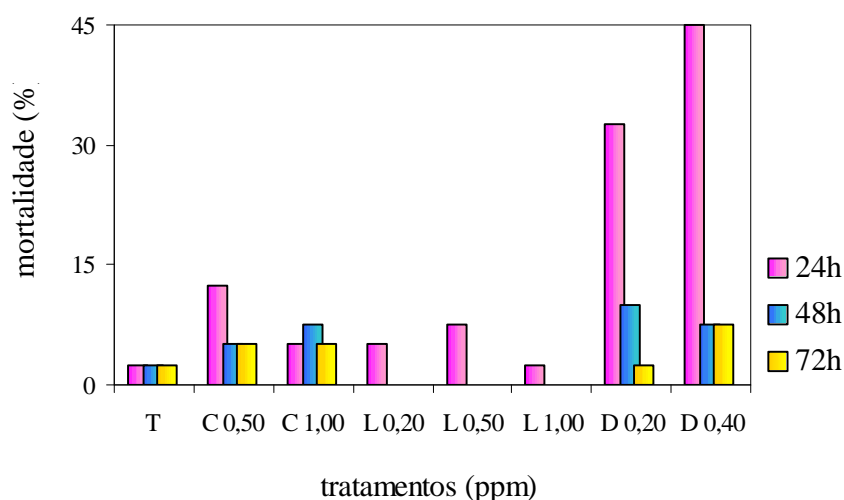


Figura 16. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* após 24, 48 e 72 horas da inoculação em dieta artificial contendo os inseticidas clorpirifós, deltametrina e lufenuron, em diferentes concentrações II experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h. (C = clorpirifós; L = lufenuron; D = deltametrina e T = testemunha).

O lufenuron a 1,00 ppm provocou mortalidade de 100% no quinto dia de avaliação, para os demais tratamentos esse percentual de mortalidade ocorreu no décimo quinto dia, exceto no tratamento testemunha. Na concentração contendo 0,20 ppm de deltametrina observou-se um aumento na duração desta fase, a mortalidade de 100% ocorreu somente no quinquagésimo terceiro dia (Figura 17).

Nas primeiras 24 horas após a inoculação das lagartas verificou-se mortalidade somente nos tratamentos 0,40 ppm de deltametrina e 1,00 ppm de lufenuron. Na avaliação realizada 48 horas após a inoculação, as maiores taxas de mortalidade foram constatadas nos tratamentos com o lufenuron nas doses 0,20, 0,50 e 1,00 ppm. Na avaliação das 72 horas as maiores taxas de mortalidade ocorreram nos tratamentos com o lufenuron nas doses 0,20 e 1,00 ppm. No tratamento testemunha verificou-se a ocorrência de mortalidade na avaliação de 72 horas, após a inoculação das lagartas na dieta artificial (Figura 18).

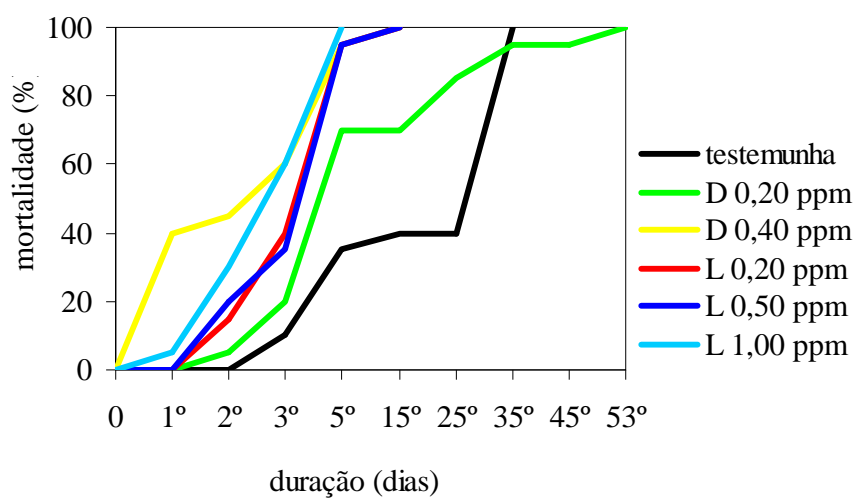


Figura 17. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em dieta artificial contendo os inseticidas deltametrina e lufenuron, em diferentes concentrações - III experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h. (D = deltametrina; L = lufenuron).

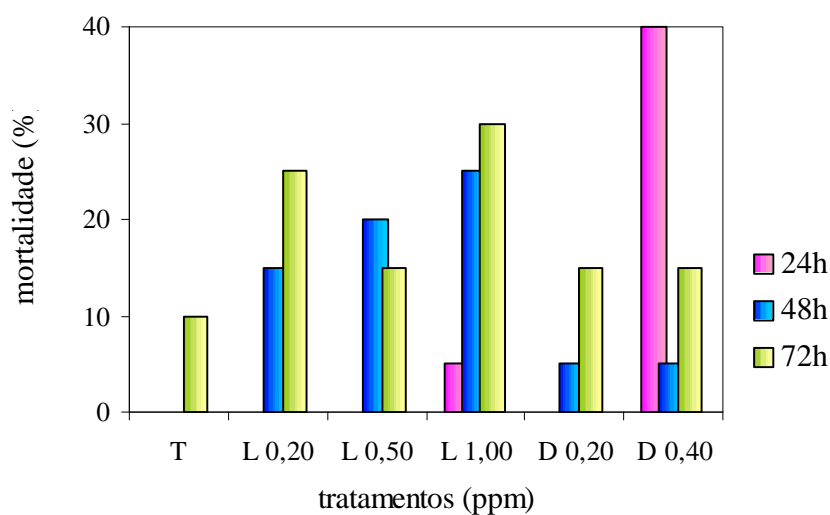


Figura 18. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* após 24, 48 e 72 horas da inoculação em dieta artificial contendo os inseticidas clorpirifós, deltametrina e lufenuron, em diferentes concentrações - III experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h. (T = testemunha; L = lufenuron; D= deltametrina)

4.2.3 Clorpirifós

No último experimento realizado em dieta artificial, contendo 0,15; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 2,00 e 4,00 ppm de clorpirifós, verificou-se que a duração das fases larval, pupal e adulta dos insetos que conseguiram completar o ciclo, não sofreram interferência desse inseticida em nenhuma das concentrações estudadas (Tabela 07). No entanto, os insetos que não morreram na fase larval permaneceram vivos por um período muito maior do que o correspondente a duração média dessa fase na testemunha e nos tratamentos com doses menores.

Todas as concentrações utilizadas provocaram mortalidade na fase larval superior a verificada no tratamento testemunha com exceção da concentração 0,35 ppm. (Tabela 07).

Tabela 07. Duração das fases (dias) de desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* criadas em dieta artificial contendo diferentes doses do inseticida clorpirifós na fase larval - IV experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

Tratamentos	Duração das fases (dias)			Mortalidade %			% de pupas defeituosas
	Larvas	Pupas	Adultos	larval	pupal	Total	
testemunha	35,00 ¹ a	9,20 a	8,00 a	50,00	50,00	75,00	0,00
0,15	31,33 a	9,00 a	5,00 a	55,00	77,78	90,00	5,00
0,25	37,71 a	8,67 a	5,33 a	65,00	57,14	85,00	0,00
0,35	34,61 a	9,00 a	7,33 a	35,00	53,85	75,00	10,00
0,50	32,29 a	12,00 a	5,00 a	65,00	71,43	90,00	0,00
0,75	38,60 a	8,67 a	6,00 a	50,00	70,00	85,00	10,00
1,00	41,67 a	10,00 a	4,67 a	70,00	50,00	85,00	10,00
2,00	42,00 a	0,00	0,00	95,00	100,00	100,00	0,00
4,00	46,00 a	0,00	0,00	95,00	100,00	100,00	0,00
S	9,639	1,849	2,642				
cv	25,57	19,46	44,74				
dms	25,65	5,05	7,22				

- ¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (5%)

Na primeira avaliação, realizada 24 horas após a inoculação, verificou-se que as maiores taxas de mortalidade ficaram em torno de 20 a 25%, nas concentrações 0,50; 2,00 e 4,00 ppm (Figura 19).

As maiores porcentagens de mortalidade (95%) foram observadas no terceiro e no septuagésimo nono dia de avaliação, para os tratamentos 4,00 e 2,00 ppm, respectivamente. A concentração de 0,35 ppm obteve a menor taxa de mortalidade (35%), menor do que a da testemunha (50%). Em ambos tratamentos esses percentuais de mortalidade foram observados no trigésimo quinto dia de avaliação (Figura 19).

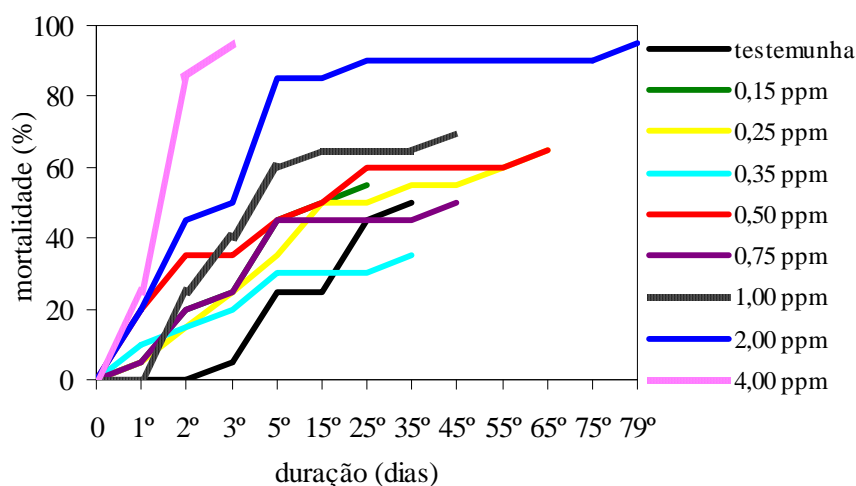


Figura 19. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* criadas em dieta artificial contendo o inseticida clorpirifós, em diferentes concentrações - IV experimentos. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h.

Na avaliação realizada com 48 horas as maiores taxas de mortalidade foram verificadas nos tratamentos com 1,00; 2,00 e 4,00 ppm. Na avaliação das 72 horas o tratamento testemunha foi o que apresentou a maior mortalidade (Figura 20).

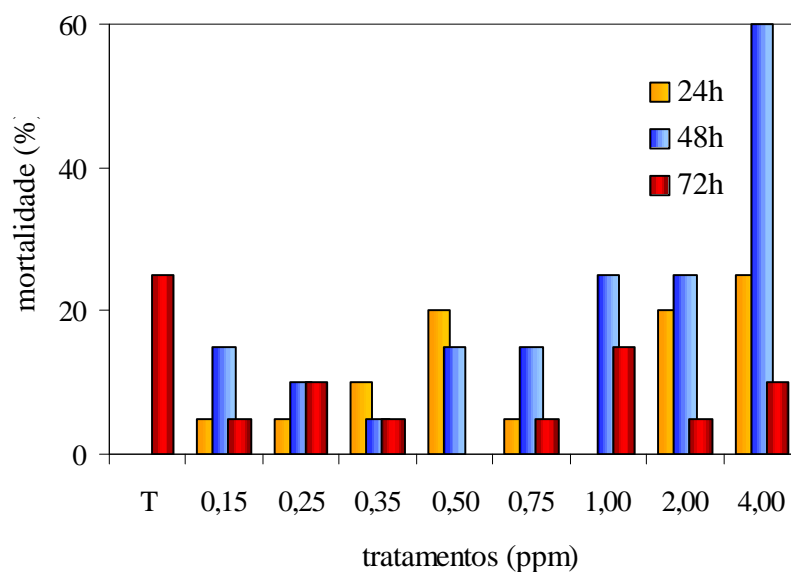


Figura 20. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* após 24, 48 e 72 horas da inoculação em dieta artificial contendo o inseticida clorpirifós, em diferentes concentrações, IV experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h. (T = testemunha)

Na fase pupal, a mortalidade na concentração de 1,00 ppm foi de 50%, semelhante a verificada no tratamento testemunha. Os demais tratamentos tiveram a porcentagem de mortalidade superior à verificada na testemunha (Tabela 07).

A mortalidade total em todos os tratamentos foi superior a da testemunha com exceção do tratamento com 0,35 ppm que promoveu uma mortalidade igual a da testemunha (Tabela 07).

Foi observado na primeira avaliação da fase pupal que as menores taxas de mortalidade, 11, 0, 7 e 14%, ocorreram nas concentrações 0,15, 0,25, 0,35 e 0,50 ppm, respectivamente, enquanto que na testemunha ocorreu 20% de mortalidade. As concentrações de 2,00 e 4,00 ppm tiveram 100% de mortalidade no primeiro e sétimo dia da fase pupal, enquanto que, à testemunha nesta mesma avaliação obteve 50% de mortalidade (Figura 21).

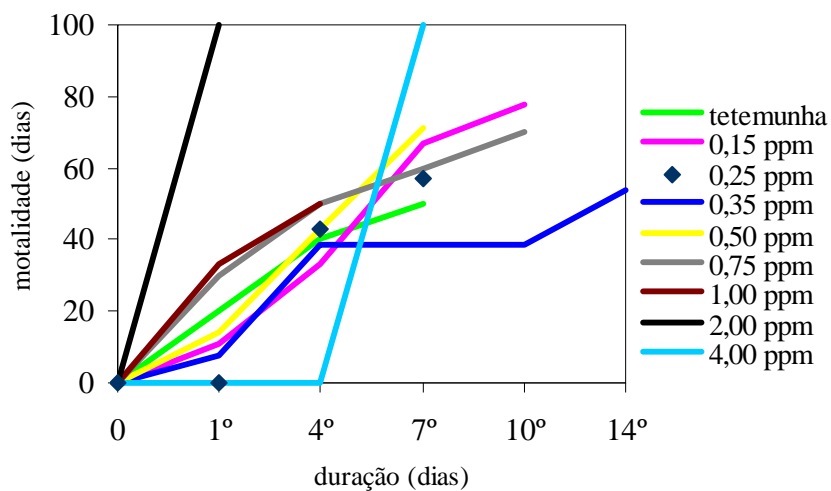


Figura 21. Mortalidade de pupas de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas criadas em dieta artificial contendo o inseticida clorpirifós, em diferentes concentrações - IV experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR; Fotoperíodo 14 h.

O período de duração da fase adulta dos insetos criados nos tratamentos 2,00 e 4,00 ppm não foi observado devido à mortalidade de 100% na fase pupal (Tabela 07).

Verificou-se que nos tratamentos contendo 0,15; 0,50 e 1,00 ppm, a longevidade máxima foi de 5 dias. Nas concentrações 0,25; 0,35 e 0,75 ppm a longevidade foi de 8 dias, longevidade semelhante a verificada no tratamento testemunha (Figura 22).

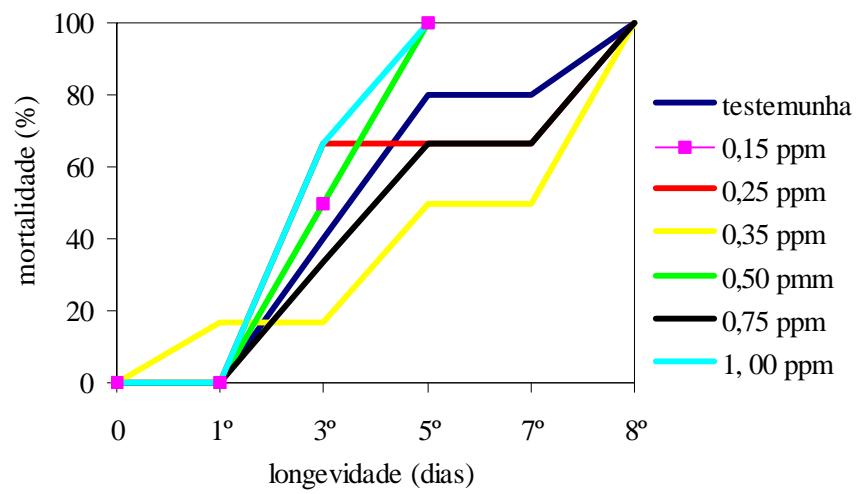


Figura 22. Longevidade de adultos de *Spodoptera frugiperda* provenientes de lagartas criadas em dieta artificial contendo o inseticida clorpirifós, em diferentes concentrações - IV experimento. $25 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\% \text{UR}$; Fotoperíodo 14 h.

4.3 Considerações

Os dados apresentados nesse trabalho indicam uma variação muito grande, não respondendo adequadamente a relação dose efeito, que pode ser atribuída a forma como os defensivos foram fornecidos para as lagartas. A maioria dos trabalhos que visam determinar o efeito das doses dos inseticidas nos insetos é realizada utilizando aplicações tópicas. Essa metodologia não foi empregada nesse trabalho considerando que o principal objetivo foi verificar o que acontece com os insetos que não são atingidos pelos inseticidas numa aplicação convencional em condições de campo.

Diversos fatores interferem na contaminação dos insetos e conseqüentemente na ação dos inseticidas numa aplicação convencional no campo. Entre esses fatores pode-se destacar: a desuniformidade da distribuição do inseticida; a forma como o inseto absorve a dose; a capacidade metabólica do inseto; a toxicidade do produto; o sítio de ação e o modo de ação do tóxico.

Numa aplicação convencional no campo o inseto pode ser atingido diretamente pelo inseticida que cai sobre seu corpo absorvendo-o imediatamente ou pode se contaminar caminhando sobre a superfície tratada do vegetal ou ainda ingerindo partes da planta contaminadas pelo produto químico. Em cada uma dessas situações a sua suscetibilidade a ação do tóxico sofrerá a interferência de outros mecanismos bioquímicos característicos do metabolismo do inseto.

Não há dúvida de que uma significativa porcentagem de insetos no campo é atingida pelos inseticidas apenas caminhando sobre superfícies tratadas ou ingerindo partes contaminadas da planta. Os insetos que se contaminam através do contato dificilmente absorvem a dose letal ou a dose absorvida encontrará diversas barreiras bioquímicas até atingir o sítio de ação. Os insetos que se contaminam através da ingestão do alimento tem mais chances de resistir a ação do tóxico devido ao processo digestivo que irá dificultar a dose letal de atingir o sítio de ação.

Nesse ensaio os insetos alimentados com folhas de milho contaminadas pelos inseticidas sofreram efeitos diferentes daqueles alimentados com dietas artificiais, demonstrando que o processo digestivo, de acordo com a composição do alimento ingerido, pode interferir na degradabilidade ou na absorção do defensivo. Por outro lado a qualidade da dieta pode fornecer condições mais ou menos favoráveis a fisiologia do inseto, possibilitando uma maior resistência a ação dos inseticidas. Dessa forma, os insetos alimentados com dieta natural foram menos suscetíveis aos inseticidas.

A variabilidade dos dados também pode ser atribuída as variações individuais dos insetos utilizados nos ensaios, uma vez que, devido a impossibilidade de conduzir todos os tratamentos simultaneamente, foram utilizados insetos de diferentes gerações, portanto, com uma certa variabilidade genética.

Entre os fatores que dificultaram a realização desse trabalho, o estabelecimento das doses a serem empregadas nos ensaios foi o principal. Os dados encontrados na literatura referentes às doses letais ou subletais, mesmo quando obtidos através da aplicação tópica, são contraditórios não permitindo uma conclusão precisa e única. A reprodução e adaptação dessas informações às condições desse trabalho, não produziram os resultados esperados.

No entanto, verificou-se que mesmo os insetos que não morrem dentro de 72 horas após o primeiro contato com o alimento contaminado dificilmente atingem a idade adulta. Nesse trabalho os insetos passaram todo o ciclo larval se alimentando de dietas que continham o tóxico. No campo, nem sempre isso acontece, visto que as aplicações são realizadas num único momento da vida do inseto. No entanto, pelo fato das doses aplicadas, no campo, serem exageradamente altas espera-se que os insetos permaneçam sofrendo seus

efeitos por um período de tempo relativamente longo, durante o processo de decaimento da dose que pode, em alguns casos, ser equivalente a duração do período larval.

Nesse trabalho esperava-se que a distribuição do tóxico no substrato alimentar fosse o mais homogênea possível, no entanto, a irregularidade dos dados demonstra que essa homogeneidade não foi obtida, provavelmente devido à fatores não determinados, pela falta de informação, característicos dos substratos alimentares utilizados e da forma como foi feita a contaminação com os produtos tóxicos.

5. CONCLUSÕES

- Insetos expostos a inseticidas, durante todo o período de desenvolvimento larval, podem ter essa fase prolongada, mesmo não sobrevivendo a ação do inseticida;
- Insetos sobreviventes a exposição a inseticidas, durante todo o período de desenvolvimento larval, que atingem a fase adulta, não sofrem alterações no ciclo biológico;
- Concentrações menores provocam mais alterações na biologia do que concentrações maiores;
- Os insetos criados em dieta artificial são mais suscetíveis aos inseticidas do que os insetos criados em folhas de milho;
- Os inseticidas deltametrina e lufenuron provocaram maior mortalidade larval do que o clorpirifós nas mesmas concentrações.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 6. ed. São Paulo: Andrei, 1999. 672 p.

CAMPBELL, C. D. et al. Effect of parasitoids on lepidopterous pests in insecticide-treated and untreated tomatoes in western North Carolina. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 84, p. 1662-1667. 1991.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1995. p. 45.

CRUZ, I. **Influência do equipamento de aplicação e do estágio de desenvolvimento da planta na eficiência de inseticidas no controle de lagartas de *Spodoptera frugiperda***. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 1998. p. 6. (Pesquisa em Andamento, 30)

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura de milho. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 5., 1999, Barretos. **Cursos para agricultores**. Campinas: IAC, 1999. p 27-56.

- DELPUECH, J. .M. et al. Effects of different insecticide doses on sex pheromonal communication in *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). **Annales de la Societe Entomologique de France**, v. 35, p. 514-516, 1999b. Suplemento.
- DELPUECH, J. .M. et al. Inhibition of Sex pheromone communications of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera) by the insecticide chlorpyrifos. **Environmental Toxicology and Chemistry**, Elmsford, v. 17, n. 6, p. 1107-1113, June. 1998.
- DELPUECH, J. M. et al. Modifications of the Sex pheromonal communication of *Trichogramma brassicae* by a sublethal dose of deltamethrin. **Chemosphere**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 729-739, 1999a.
- GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- HAYNES, K. F. Sublethal effects of neurotoxic inseticides on insect behavior. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 33, p. 149-168, 1988.
- 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.
- JOSAN, A.; SINGH, G. Sublethal effects of lufenuron on the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus). **Insect Science and its Application**, Nairobi, v. 20, n. 4, p. 303-308, 2000.
- LABINAS, A.M. **Efeitos do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon vinterianus* Jowitt) na biologia e no comportamento da lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797)**. 1998. 50.f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

LEE-JOON, I. K.; KIM-YONG, G. Effect of sublethal doses of chlorpyrifos-metyl on the following generation of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner). **Korean Journal of Applied Entomology**, Suwon, v. 36, n. 3, p. 277-282, Sept. 1997.

LINN, C. E.; ROELOFS, W. Multiple effects of octopamine and chlordimeform on pheromone response thresholds in the cabbage looper moth, *Trichoplusia ni*. **Pesticide Science**, Barking, v. 16, p. 445-446, 1985.

LOC, N. T.; SACHAN, G. C. Effects of sublethal concentrations of inseticides on the growth and development of *Spodopetra litura* Fabricius. **Journal of Insect Science**, Arizona, v. 10, n. 1, p. 45-47, Mar. 1997.

MAGALHÃES, L. C. et al. Desenvolvimento e reprodução do predador *Podisus distinctus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) frente a doses subletais de Permetrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 1-8, July/ Sept. 2002.

MARTINEZ, S. S.; van-EMDEN, H. F. Sublethal concentrations of azadirachtin effect intake, conversion efficiency and feeding behaviour of *Spodopetra littoralis* (Lepidoptera:Noctuidae). **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 89, n. 1, p. 65-71, Feb. 1999.

MATSUMURA, F. **Toxicology of Insecticides**. New York: Plenum Press, 1985. 598 p.

MICHAELIDES, P. K.; WRIGHT, D. .J. Sub-lethal effects of tefluthrin on *Diabrotica undecimpunctata howardi*, Barber: adult emergence weights, fecundity and fertility. **Crop Protection**, Guildford, v. 16, n. 5, p. 431-438, 1997.

NALIN, D. N. **Biologia, nutrição quantitativa e controle de qualidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) – (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais**. 1991.150.f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Entomologia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

NEVES, P. M. O. J.; ALVES, S. B. Grooming capacity inhibition in *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) inoculated with entomopathogenic fungi and treated with Imidacloprid. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v. 29, n. 3, p. 537-545, 2000.

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.

SCHMIDT, F. B. **Linha básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a lufenuron na cultura do milho**. 2002. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências/ Entomologia) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

TABASHNIK, B. E.; CROFT, B. A. Managing pesticide resistance in crop-arthropod complexes: interactions between biological and operational factors. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 11, p. 1137-1144, 1982.

VERKERK, R. H. J.; WRIGHT, D. J. Biological activity of neem seed kernel extracts and synthetic azadirachtin against larvae of *Plutella xylostella* L. **Pesticide Science**. Barking, v. 37, p. 83-91, 1993.

WILSON, T. G.; CRYAN, J. R. Lufenuron, a chitin-synthesis inhibitor, interrupts development of *Drosophila melanogaster*. **Journal of Experimental Zoology**, New York, v. 28, n. 1, p. 37-44, 1997.

YUANXI, L. et al. Lethal and sublethal effects of fenvalerate residue on adults of *Cotesia plutella*. **Acta Phytophylacica Sinica**, v. 29, n. 4, p. 325-330, 2002.

ZANUNCIO, J.C. et al. Uma década de estudos com percevejos predadores: conquistas e desafios. In: PARRA, J.R.P et al. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. 1°. São Paulo: Manole, 2002. cap. 29, p. 495-509.