

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

**Suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a  
metaflumizone na cultura do milho: bases para o manejo da resistência**

**Fábio Eduardo Bueno Oliveira**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre  
em Ciências. Área de concentração: Entomologia**

**Piracicaba  
2008**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**Fábio Eduardo Bueno Oliveira**  
**Engenheiro Agrônomo**

**Suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a  
metaflumizone na cultura do milho: bases para o manejo da resistência**

Orientador:  
Prof. Dr. **CELSO OMOTO**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências. Área de concentração: Entomologia**

**Piracicaba**  
**2008**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Oliveira, Fábio Eduardo Bueno

Suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a metaflumizone na cultura do milho: bases para o manejo da resistência / Fábio Eduardo Bueno Oliveira. - - Piracicaba, 2008.

53 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.  
Bibliografia.

1. Lagartas 2. Fitossanidade 3. Manejo integrado 4. Milho 5. Pesticidas – resistência I. Títu

CDD 633.15  
O48s

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

Aos meus pais,  
André Bueno Oliveira e Neuza Luzia Lepre Oliveira,  
pelo amor, dedicação e ensinamentos

Dedico

À minha esposa Raquel  
pelo companheirismo e incentivo

Ofereço

## AGRADECIMENTOS

À minha família por todo apoio e incentivo.

Ao Prof. Dr. Celso Omoto pela orientação na condução deste trabalho, confiança, compreensão e oportunidade.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, da ESALQ/USP, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao engenheiro agrônomo Dr. Gilberto Fernando Velho, pela amizade, incentivo, confiança em meu trabalho e apoio em todos os momentos.

À BASF S.A e BASF Corporation por todo suporte técnico e financeiro.

Ao engenheiro agrônomo Dr. Luiz Antonio Alves José, pela amizade e conhecimentos compartilhados.

Aos auxiliares de pesquisa da BASF S.A, José Geraldo de Campos e Luiz Carlos Ferreira pela grande ajuda durante a realização deste trabalho.

Aos colegas Lúcio de Paula Collette e Carlos Kiriú pela amizade e auxílio nos trabalhos de campo.

À Dra. Marinéia de Lara Haddad, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, da ESALQ/USP, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Às engenheiras agrônomas, Dr<sup>a</sup>. Eloisa Salmeron e Nádia Fernanda B. Casarin pela ajuda na elaboração deste trabalho, e ao engenheiro agrônomo Dr. Fernando Joly Campos pela grande ajuda nas análises estatísticas.

Aos colegas de trabalho Reinaldo Bonnacarrere, Ronaldo Rodrigues, Marina Pacheco Lombardi, Maria José da Silva e Daniela Ribeiro, pela saudável convivência e amizade.

Às bibliotecárias Silvia e Eliana pela grande ajuda na formatação deste trabalho.

A todos os estagiários e funcionários do Laboratório de Resistência de Artrópodes a Pesticidas, da ESALQ/USP, que contribuíram para a execução deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	8
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 DESENVOLVIMENTO .....	11
2.1 Revisão bibliográfica.....	11
2.1.1 Resistência de <i>Spodoptera frugiperda</i> a inseticidas.....	11
2.1.2 Aspectos bioecológicos de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	12
2.1.3 Novos inseticidas e o problema da resistência .....	13
2.1.4 Inseticidas bloqueadores de canais de sódio .....	15
2.1.5 Resistência cruzada envolvendo inseticidas que atuam nos canais de sódio .....	18
2.2 Material e método.....	20
2.2.1 Coleta e criação de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	20
2.2.2 Bioensaios .....	22
2.2.3 Caracterização da linha-básica de suscetibilidade de <i>Spodoptera frugiperda</i> a metaflumizone.....	22
2.2.4 Monitoramento da suscetibilidade de <i>Spodoptera frugiperda</i> a metaflumizone .....	23
2.2.5 Resistência cruzada entre metaflumizone e lambda-cyhalothrin em <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	23
2.2.6 Eficácia agronômica de metaflumizone no controle de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	23
2.3 Resultados e discussão .....	25
2.3.1 Caracterização da linha-básica de suscetibilidade de <i>Spodoptera frugiperda</i> a metaflumizone.....	25
2.3.2 Monitoramento da suscetibilidade de <i>Spodoptera frugiperda</i> a metaflumizone .....	29
2.3.3 Resistência cruzada entre metaflumizone e lambda-cyhalothrin em <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	34
2.3.4 Eficácia agronômica de metaflumizone no controle de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	37
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	46
4 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS .....	48

## RESUMO

### **Suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a metaflumizone na cultura do milho: bases para o manejo da resistência**

Metaflumizone é um novo inseticida, pertencente ao novo grupo químico semicarbazone, com excelente atividade no controle de várias espécies da Ordem Lepidoptera. O produto atua no sistema nervoso dos insetos bloqueando os canais de sódio sem a necessidade de ativação metabólica, ou seja, a molécula é tóxica em sua forma original. O mecanismo de ação de metaflumizone é distinto dos inseticidas piretróides que atuam como moduladores de canais de sódio. Para conhecer a atividade de metaflumizone sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) e estabelecer estratégias proativas de manejo da resistência para preservar a vida útil desse produto, os principais objetivos da dissertação foram: (a) estabelecer a linha-básica de suscetibilidade a metaflumizone em populações de *S. frugiperda* coletadas na cultura do milho em diferentes regiões do Brasil; (b) definir concentrações diagnósticas (CL<sub>95</sub> e CL<sub>99</sub>) para o monitoramento da suscetibilidade das populações de *S. frugiperda*; (c) verificar a possibilidade de resistência cruzada entre metaflumizone e lambda-cyhalothrin; e (d) verificar a eficácia agrônômica de metaflumizone no controle de *S. frugiperda* em condições de campo. O método de bioensaio adotado foi o de tratamento superficial da dieta artificial com inseticidas, utilizando-se lagartas de 3º instar. Para o monitoramento da suscetibilidade das populações de *S. frugiperda* a metaflumizone, foram definidas as concentrações diagnósticas de 32 e 100 µg de metaflumizone/mL de água destilada (ppm). Para as duas concentrações diagnósticas foram encontradas diferenças significativas na suscetibilidade das populações testadas, com sobrevivências de 5,3 a 16,73% na concentração diagnóstica de 32 ppm e de 0,42 a 10,37% na concentração de 100 ppm. Para verificar a presença de resistência cruzada entre metaflumizone e lambda-cyhalothrin, foi realizada a caracterização da curva de concentração-resposta a metaflumizone em uma população de *S. frugiperda* resistente (R) a esse inseticida e comparada com a resposta obtida com a população suscetível de referência (S), observando-se ausência de resistência cruzada. A eficácia agrônômica de metaflumizone em condições de campo foi verificada por meio de 2 ensaios de campo na cultura de milho com infestações de *S. frugiperda* com alta frequência de resistência a inseticidas piretróides (≈40%), realizando-se duas aplicações de inseticidas, espaçadas em sete dias. Os tratamentos foram: 1-testemunha; 2-metaflumizone 200 g I.A./ha, 3-metaflumizone 240 g I.A./ha; 4-indoxacarb 75 g I.A./ha; e 5-lambda-cyhalothrin 7,5 g I.A./ha. Os menores níveis de desfolha, aos 7 dias após a segunda aplicação de inseticida, foram obtidos com os tratamentos de indoxacarb a 75 g I.A./ha e metaflumizone a 240 g I.A./ha, comprovando a eficácia no controle de *S. frugiperda*. Portanto, metaflumizone pode ser utilizado como uma alternativa para o manejo da resistência de *S. frugiperda* a inseticidas.

Palavras-chave: *Spodoptera frugiperda*; Metaflumizone; Resistência cruzada; Manejo da resistência

## ABSTRACT

### **Susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to metaflumizone in maize: basis for resistance management**

Metaflumizone is a new insecticide, belonging to the new chemical group semicarbazone, with excellent activity against many species of Lepidoptera Order. The product acts in the nervous system of insects blocking the sodium channels without metabolic activation, in other words, the molecule is toxic on its original form. The mechanism of action of metaflumizone is distinguished to the pyrethroids that act as sodium channel modulators. To know the activity of metaflumizone against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) and to establish proactive strategies of resistance management to preserve the lifetime of that product, the main objectives of this work were: (a) to establish the baseline susceptibility of metaflumizone in populations of *S. frugiperda* collected in maize crop in different regions of Brazil; (b) to define diagnostic concentrations (LC<sub>95</sub> e LC<sub>99</sub>) for the susceptibility monitoring of *S. frugiperda* populations; (c) to verify the possibility of cross-resistance between metaflumizone and lambda-cyhalothrin; and (d) to verify the agronomic efficacy of metaflumizone in the control of *S. frugiperda* under field conditions. The bioassay method was the surface treatment of an artificial diet with pesticides by using 3<sup>rd</sup> instar larvae. The diagnostic concentrations of 32 e 100 µg of metaflumizone/mL of distilled water (ppm) were defined for the susceptibility monitoring of *S. frugiperda* populations to metaflumizone. Significant differences in susceptibility to metaflumizone were found for the two diagnostic concentrations in the populations, with survival percentage from 5.3 to 16.73% in the concentration of 32 ppm and from 0.42 to 10.37% in the concentration of 100 ppm. To verify the cross-resistance between metaflumizone and lambda-cyhalothrin, the characterization of dose-mortality curve to metaflumizone was done in a lambda-cyhalothrin-resistant population of *S. frugiperda* (R) and the results were compared to the response of the susceptible population (S). The results suggested no existence of cross-resistance. The agronomic efficacy of metaflumizone under field conditions was verified in 2 field trials in maize crop infested with *S. frugiperda* at high level of pyrethroids resistance frequency (≈40%), with two applications of insecticides, at seven days interval. The treatments were: 1-untreated; 2-metaflumizone 200 g A.I./ha, 3-metaflumizone 240 g A.I./ha; 4-indoxacarb 75 g A.I./ha; and 5-lambda-cyhalothrin 7,5 g A.I./ha. The lower defoliation levels were achieved by the treatments of indoxacarb at 75 g A.I./ha and metaflumizone at 240 g A.I./ha, at 7 days after the second application of the insecticides, confirming its efficacy against *S. frugiperda*. Therefore, metaflumizone can be used as an alternative for the resistance management of *S. frugiperda* to insecticides.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*; Metaflumizone; Cross-resistance; Resistance management

## 1 INTRODUÇÃO

Metaflumizone é um novo inseticida pertencente ao grupo químico semicarbazone. Inúmeros estudos têm demonstrado a eficácia de metaflumizone no controle de insetos das Ordens Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Isoptera e Siphonaptera. Metaflumizone apresenta um novo modo de ação, atuando no sistema nervoso dos insetos, bloqueando os canais de sódio sem a necessidade de ser ativado metabolicamente. Foi classificado pelo IRAC (Insecticide Resistance Action Committee), como único inseticida pertencente ao grupo 22B (IRAC, 2008). Sua atividade se dá por ingestão, provocando paralisia. Conseqüentemente, o inseto deixa de se alimentar e morre. Metaflumizone tem como principais características a alta atividade no controle de insetos, favorável perfil toxicológico, com baixa toxicidade para insetos benéficos e mamíferos, além do baixo risco ambiental (BASF CORPORATION, 2006).

Dentre as pragas controladas por metaflumizone destaca-se *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), a lagarta-do-cartucho do milho. Sua relevância como praga vem aumentando gradativamente, principalmente devido ao desequilíbrio biológico, pela eliminação de seus inimigos naturais, além do aumento da exploração da cultura do milho, que é cultivada em várias regiões brasileiras, em duas safras anuais. Atualmente, o controle de *S. frugiperda* tem sido realizado principalmente por meio do uso de inseticidas. Do ponto de vista agrônomo, o controle químico visa manter a população de insetos, em um patamar inferior ao nível de dano econômico, de tal forma que a vida útil do princípio ativo seja maximizada. Sendo assim, algumas pragas tornaram-se importantes devido à expansão da área cultivada com milho, em alguns casos com cultivos sucessivos, sendo necessário o uso de inseticidas com maior frequência (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004). Como *S. frugiperda* pode atacar o milho em qualquer época do ano, a frequência e intensidade de uso de inseticidas têm aumentado bastante nos últimos anos e fracassos de controle de *S. frugiperda* com inseticidas tradicionais (piretróides e organofosforados) têm sido periodicamente relatados (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001).

Um dos entraves para o desenvolvimento e registro de novas moléculas inseticidas é o problema da resistência cruzada. No caso de inseticidas bloqueadores de canais de sódio, existe uma grande preocupação com a possibilidade da ocorrência de resistência cruzada com outros agentes de controle, principalmente com aqueles que também atuam nos canais de sódio, como os

piretróides. Os estudos sobre resistência cruzada envolvendo inseticidas bloqueadores de canais de sódio têm demonstrado, na maioria das vezes, ausência de resistência cruzada com piretróides, como indicam os trabalhos de Yu e McCord (2007), onde uma população de *Plutella xylostella* (L.), selecionada por 20 gerações com permethrin, foi altamente resistente ao piretróide, mas não apresentou resistência cruzada com indoxacarb; Sayyed et al. (2005), que também trabalhando com *P. xylostella*, verificaram que uma população de campo mostrou-se altamente resistente ao piretróide deltamethrin, porém não apresentou resistência cruzada com indoxacarb; e Jose et al. (2007) que não observaram resistência cruzada entre metaflumizone e inseticidas piretróides para uma população de *Heliothis virescens* (F.). Por outro lado, Shono et al. (2004) verificaram que uma população de moscas domésticas, selecionada com indoxacarb após 3 gerações, apresentou resistência cruzada com piretróides, assim como Jose et al. (2007) demonstraram que uma população de *H. virescens*, altamente resistente a piretróides, também apresentou resistência cruzada com indoxacarb. Como resultado da resistência cruzada e resistência múltipla, muitos insetos e ácaros são capazes de tolerar praticamente todos os pesticidas disponíveis para seus controles (ROUSH; McKENZIE, 1987).

Devido às dificuldades e ao alto custo para a pesquisa e desenvolvimento de novas moléculas inseticidas, a preservação da vida útil, mediante a implementação de um programa de manejo proativo da resistência, é de fundamental importância. Recentemente, metaflumizone foi lançado na Áustria, Alemanha, Colômbia, Indonésia, Malásia e Coréia do Sul, para as culturas de batata, tomate, arroz, crucíferas e cucurbitáceas. A previsão de lançamento desse inseticida no Brasil será em 2010, sendo *S. frugiperda* uma das pragas-alvo para o controle. Portanto, este trabalho teve como objetivos estabelecer a linha-básica de suscetibilidade de populações de *S. frugiperda* a metaflumizone; definir concentrações diagnósticas (CL<sub>95</sub> e CL<sub>99</sub>) para o monitoramento da suscetibilidade das populações de *S. frugiperda* coletadas na cultura do milho em diversas regiões do Brasil, verificar a possibilidade de resistência cruzada entre metaflumizone e lambda-cyhalothrin e também avaliar sua eficácia agrônômica no controle de *S. frugiperda* em condição de campo, na cultura do milho, em uma população com alta frequência de resistência a piretróides.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão bibliográfica

#### 2.1.1 Resistência de *Spodoptera frugiperda* a inseticidas

A resistência a inseticidas é a habilidade de uma população de um organismo em tolerar as doses de um tóxico que seriam letais para a maioria dos indivíduos da espécie (WORLD HEALTH ORGANIZATION apud CROFT; Van de BANN, 1988).

Vários casos de resistência de *S. frugiperda* a inseticidas têm sido frequentemente relatados. O primeiro relato de resistência a inseticidas em *S. frugiperda* ocorreu na Flórida (YOUNG; MCMILLIAN, 1979), onde foi verificada a resistência ao inseticida carbaryl. Recentemente, também na Flórida, uma linhagem de *S. frugiperda* apresentou uma intensidade de resistência a carbaryl de 562 vezes, e a parathion methyl de 354 vezes. Estudos bioquímicos revelaram que as atividades de várias enzimas de detoxificação foram maiores nas populações de campo comparadas com a população suscetível (YU; NGUYEN; ABO-ELGHAR, 2003). Em outro trabalho, YU (2006) verificou que a insensibilidade da enzima da acetilcolinesterase tem importante papel na resistência a inseticidas observada em populações de campo.

Yu (1991) detectou razões de resistência de 2 a 216 vezes para piretróides, 12 a 271 vezes para fosforados e de 14 a 192 vezes para carbamatos. Em outro trabalho, Yu (1992) encontrou resistência em *S. frugiperda* ao piretróide fluvalinate (263 vezes), ao fosforado parathion-methyl (516 vezes) e ao carbamato carbaryl (560 vezes). Nestes trabalhos de Yu (1991, 1992), os mecanismos de resistência detectados nas populações de *S. frugiperda* envolveram uma maior atividade de enzimas que atuaram nos processos de detoxificação por inseticidas tais como: oxidases microssomais, glutationa-S-transferases e hidrolases.

A resistência a xenobióticos em insetos tem desenvolvido, na maioria das vezes, pelo aumento na capacidade metabólica de sistemas de detoxificação e/ou redução de sensibilidade do sítio de ação (LI; SCHULER; BERENBAUM, 2007). O metabolismo de xenobióticos, inseticidas em particular, a metabólitos menos tóxicos, é provavelmente a característica mais conhecida das enzimas P-450 já estudadas (FEYEREISEN, 1999). As monoxigenases, ou enzimas P-450, são enzimas encontradas em vários organismos, desde bactérias a mamíferos. Elas estão envolvidas no metabolismo endógeno, assim como no metabolismo de xenobióticos (RANSON et al., 2002). A resistência mediada por monoxigenases ocorre mediante o aumento da detoxificação por

inseticidas. Essa resistência pode ter origem em uma mudança na atividade catalítica de P-450 envolvido e/ou mudança no nível de expressão da proteína (SCOTT; LIU; WEN, 1998). As atividades das monoxigenases podem estar envolvidas no metabolismo de praticamente todos os inseticidas, levando a uma ativação da molécula ou, mais genericamente, a uma detoxificação. Para alguns insetos essa detoxificação é tão ativa que o inseticida não atinge seu alvo molecular, sendo antes metabolizado e degradado por essas enzimas e estes indivíduos são resistentes a inseticidas (BERGÉ; FEYEREISEN; AMICHOT, 1998). As monoxigenases são as maiores responsáveis pelos mecanismos metabólicos de resistência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) a piretróides na Ásia ( CHEN; YANG; WU, 2005).

Diez-Rodríguez e Omoto (2001) encontraram uma razão de resistência de aproximadamente 13 vezes ao piretróide lambda-cyhalothrin em uma população de *S. frugiperda* no Brasil. Brewer et al. (1990) verificaram uma razão de resistência a fenvalerate de 8,4 vezes, após 20 ciclos de seleção. Morrillo e Notz (2001), a partir de uma população de campo na Venezuela, realizaram a seleção de *S. frugiperda* em laboratório com lambda-cyhalothrin encontrando uma razão de resistência de 41,9 vezes.

### **2.1.2 Aspectos bioecológicos de *Spodoptera frugiperda***

Dentro do processo evolutivo, a resistência a inseticidas é entendida como uma característica pré-adaptativa, genética e hereditária (DOBZHANSKY, 1951) afetada por fatores bioecológicos e genéticos ligados à praga alvo, e por fatores operacionais que se referem ao produto químico e à sua utilização (GEORGHIOU; TAYLOR, 1977ab; ROUSH; McKENZIE, 1987).

*Spodoptera frugiperda* é uma espécie polífaga, com ocorrência em milho, sorgo, trigo, aveia, arroz, pastagem, linho, algodão, amendoim, berinjela, batata, além de plantas ornamentais e silvestres (RIZZO; LA ROSSA, 1992). A polifagia e a capacidade migratória dessa praga asseguram sua sobrevivência em épocas desfavoráveis, já que nessa espécie não ocorre a diapausa.

Há na literatura estudos que mostram *S. frugiperda* atacando preferencialmente a cultura do arroz. Em experimentos conduzidos por Pashley e Martin (1987), fêmeas de *S. frugiperda* coletadas em milho não se acasalaram com machos coletados em arroz, ao passo que fêmeas

coletadas em arroz se acasalaram com machos coletados em milho e produziram descendentes férteis.

Duas raças de *S. frugiperda* associadas ao hospedeiro foram identificadas e caracterizadas. A primeira, em milho e algodão, definida como Raça C, e a segunda, em plantas de arroz, definida como Raça R. Essas raças já foram identificadas nos Estados Unidos (PASHLEY, 1986; PASHLEY; HAMMOND; HARDY, 1992) e no Brasil (BUSATO et al., 2002; BUSATO et al., 2004). Diferenças na suscetibilidade da praga a diferentes inseticidas já foram detectadas entre as duas raças (BUSATO et al., 2006). No Brasil, a similaridade genética entre populações de *S. frugiperda* provenientes da cultura de milho e algodão foi reportada recentemente (MARTINELLI et al., 2006, 2007).

### **2.1.3 Novos inseticidas e o problema da resistência**

A resistência de artrópodes a pesticidas é uma das mais graves ameaças ao desenvolvimento e manutenção de práticas do MIP (LABBE; LENORMAND; RAYMOND, 2005; MATSON et al., 1997; SCOTT; LIU; WEN, 1998).

Inseticidas altamente eficazes com novos modos de ação estão se tornando altamente importantes na agricultura como componentes do MIP e como estratégias de manejo da resistência, substituindo grupos químicos tradicionais que apresentam riscos ambientais e à saúde humana (WING et al., 2000).

O controle de insetos-praga leva a população a uma seleção Darwiniana, onde os indivíduos mais aptos sobrevivem. Tentativas de matar indivíduos tolerantes levam ao aumento da dose dos pesticidas e, eventualmente, à seleção de populações resistentes em altas frequências. Essa é uma limitação inevitável no uso de qualquer inseticida. Os problemas mais difíceis envolvem a insensibilidade do sítio de ação conferindo resistência cruzada a uma ou mais classes de produtos previamente efetivos naquele sítio de ação (CASIDA; QUISTAD, 1998).

Novas substâncias são necessárias para o efetivo controle de pragas, oferecendo maior segurança, seletividade, biodegradabilidade, viabilidade econômica, aplicabilidade em programas integrados de controle de insetos e de baixo impacto ambiental (VIEGAS JR., 2003). O principal objetivo da pesquisa de novos inseticidas é descobrir, desenvolver e entender novos produtos e

métodos para o controle seguro e efetivo de pragas, maximizando a produção de alimentos e a saúde pública (CASIDA; QUISTAD, 1998).

Uma pesquisa realizada com dez empresas de agroquímicos revelou que a fase de descoberta de novas moléculas foi a etapa mais onerosa dentro do processo de pesquisa e desenvolvimento, com um gasto equivalente a 53% do total do custo em pesquisa e desenvolvimento pelas indústrias (PHILLIPS Mc DOUGALL, 2005).

O processo de descoberta de novas moléculas diminuiu bastante, ficando restrito a poucas empresas, com altos investimentos e riscos. Apenas alguns poucos inseticidas foram desenvolvidos nos últimos anos, por razões econômicas e aumento nos padrões de atividade biológica e segurança dos produtos. Nos anos 40 e 50, uma molécula era lançada no mercado para cada 2.000 compostos sintetizados. Nos últimos anos, são necessários 20.000 compostos ou mais para se obter um produto comercial (CASIDA; QUISTAD, 1998).

Assim como para os inseticidas já comercializados, existe a preocupação de que a resistência seja um risco para os novos inseticidas, se os mesmos forem usados indiscriminadamente (MURRAY; LLOYD; HOPKINSON, 2005). Já existem casos relatados de resistência a spinosad para *Helicoverpa armigera* (Hübner) na cultura do algodão, após o uso em apenas 3 safras (GUNNING, 2002), e para *Plutella xylostella* (L.) em crucíferas (ZHAO et al., 2002).

Em um trabalho de monitoramento da resistência de *P. xylostella* a inseticidas, Zhao et al. (2006) detectaram altos níveis de resistência desta praga ao inseticida indoxacarb. No Paquistão, a resistência de *P. xylostella* a indoxacarb também foi reportada, onde a suscetibilidade do inseto manteve-se inalterada em populações coletadas em diferentes épocas dentro da mesma safra (SAYYED; ATTIQUE; KHALIQ, 2005).

No Canadá, populações de *Leptinotarsa decemlineata* (Say) apresentando redução na suscetibilidade de até 13 vezes a imidacloprid, foram muito suscetíveis a metaflumizone. A ausência de resistência cruzada com imidacloprid sugere que metaflumizone poderia ser uma importante ferramenta no manejo de resistência desta praga na cultura da batata (CUTLER et al. 2006).

Na Malásia, bioensaios com populações de *P. xylostella*, provenientes de área comerciais, indicaram taxa de resistência de 813 vezes para indoxacarb e 171 vezes para spinosad (SAYYED; WRIGHT, 2006). Dentro do contexto de manejo da resistência, o desenvolvimento e

preservação da vida útil de inseticidas com novos modos de ação tornam-se extremamente importantes.

#### **2.1.4 Inseticidas bloqueadores de canais de sódio**

Os canais de sódio são bem conhecidos como sítio de ação de inseticidas, como DDT e piretróides. No entanto, devido à complexidade e tamanho dos canais de sódio dos insetos, existem oportunidades para a descoberta de novos inseticidas que atuem nesses canais de maneiras diferentes (WING et al., 2000).

Diferentemente dos piretróides e do DDT, que agem como moduladores de canais de sódio, o inseticida indoxacarb, pertencente ao grupo químico das oxadiazinas, e metaflumizone, pertencente ao grupo químico semicarbazone, agem no sistema nervoso dos insetos, atuando como bloqueadores destes canais. Esse modo de ação diferencia estes compostos de qualquer outro produto comercial. O bloqueio de canais de sódio, como modo de ação de inseticidas, foi inicialmente demonstrado por Salgado (1992) para as pirazolininas. Os bloqueadores de canais de sódio foram recentemente revisados por Wing et al. (2005), no contexto de indoxacarb, o primeiro produto comercial com esse modo de ação.

Para que o efeito inseticida de indoxacarb ocorra, a molécula precisa ser ativada metabolicamente. Essa bioativação ocorre por meio da ação de enzimas (esterase/amidase) presentes nos insetos, resultando na formação do metabólito JT333 (N-decarbomethoxyllated) que bloqueia os canais de sódio. Após a metabolização de indoxacarb em JT333 surgem os sintomas de neurointoxicação causando paralisia e morte dos insetos (WING et al., 2000). Metaflumizone é o primeiro produto comercial pertencente ao novo grupo químico semicarbazone. Seu modo de ação foi classificado pelo IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) como: bloqueadores de canais de sódio dependentes da voltagem, Grupo 22B (JOSE et al., 2007). Essa classificação coloca metaflumizone no mesmo grupo de indoxacarb, porém com subgrupo diferente. Indoxacarb é o representante do Grupo 22A (IRAC, 2008). Metaflumizone é o único inseticida bloqueador de canais de sódio que não requer bioativação. O sítio de ação de metaflumizone ainda não é conhecido, mas ele age no sistema nervoso dos insetos, onde bloqueia os canais de sódio dependentes da voltagem. Como resultado, os neurônios são desativados fazendo com que os insetos entrem em um estado de “paralisia relaxada”, onde o inseto pára de se alimentar. A imobilidade apresenta níveis crescentes,

culminando finalmente com a morte do inseto. Após a ingestão de metaflumizone os insetos podem permanecer por vários dias na cultura. Sua atividade, no entanto, torna-se cada vez mais limitada. A morte dos insetos pode ocorrer dentro de 1 a 12 horas após o tratamento (BASF CORPORATION, 2006).

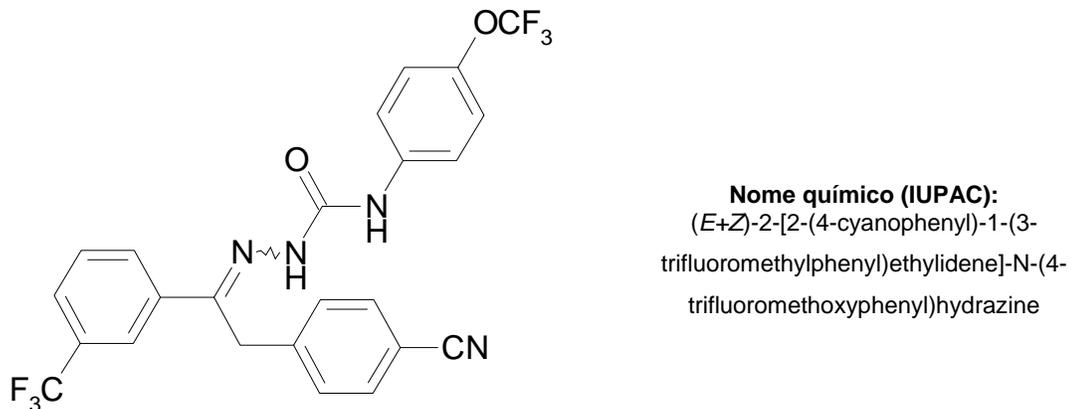


Figura 1 – Estrutura molecular de metaflumizone

Uma importante característica dos bloqueadores de canais de sódio é seu favorável perfil toxicológico e ambiental, sendo altamente seletivos para insetos benéficos e para mamíferos. A rápida hidrólise de metaflumizone, e compostos relacionados em água, assim como sua fotodegradação sob a luz do sol, resulta num desejável perfil ecotoxicológico (TAKAGI; HAMAGUCHI; NISHIMATSU; KONNO, 2007).

Agentes de controle biológico são componentes importantes do MIP (Xu et al. 2001); entretanto, inseticidas, especialmente os de largo espectro de ação, freqüentemente desequilibram a relação entre hospedeiro e inimigos naturais porque estes são, em geral, mais suscetíveis que as espécies pragas (Croft e Brown 1975, Croft 1990). Predadores e parasitóides de pragas agrícolas reduzem as populações de suas presas, ou hospedeiros, e auxiliam no controle do limite de dano causado pelas pragas (Hassan 1994). O uso de produtos seletivos permite a otimização do controle de pragas em diversas culturas.

Existem relatos de que indoxacarb não tem efeito prejudicial sobre *Geocoris* spp., *Orius* spp., *Nabis* spp., *Aphidius* sp., *Cotesia* sp., *Bracon* spp., *Microplitis* spp., *Trichogramma* sp., aranhas, ácaros predadores, e pouco ou nenhum efeito adverso em *Chrysoperla rufilabris*

(Burmeister) e coccinelídeos (RUBERSON; TILLMAN, 1999; STUDEBAKER; KRING, 1999). Em outro estudo de seletividade, indoxacarb foi altamente seletivo a *Trichogramma nr. brassicae* Bezdenko (HEWA-KAPUGE; McDOUGALL; HOFFMANN, 2003). Metaflumizone é considerado pouco tóxico para mamíferos e abelhas (BASF CORPORATION, 2006). Como metaflumizone age por meio da ingestão, o ingrediente ativo tem baixo impacto sobre polinizadores e benéficos que não se alimentam de folhas ou de substratos tratados. Os insetos que consomem folhas tratadas, rapidamente param de se alimentar e morrem.

Metaflumizone é praticamente não tóxico para mamíferos. Um estudo conduzido por Hempel et al. (2007) demonstrou que ratos albinos, após aplicação oral e dermal de metaflumizone, tiveram um valor de  $DL_{50}$  maior que 5000 mg/Kg. Nessa dose limite testada, metaflumizone não causou nem mortalidade e nem toxicidade sistêmica, tanto pela rota oral quanto dermal de exposição. Metaflumizone apresentou também baixa toxicidade aguda em camundongos albinos, com  $DL_{50}$  maior que 5000 mg/Kg, e não foi irritante para pele de coelhos, assim como, foi não irritante a ligeiramente irritante para olhos de coelho. Metaflumizone tem favorável perfil toxicológico e ambiental, tem exibido baixo impacto em artrópodes benéficos (polinizadores e inimigos naturais) e foi designado pelo EPA como candidato de risco reduzido (CUTLER et al. 2006).

### 2.1.5 Resistência cruzada envolvendo inseticidas que atuam nos canais de sódio

A resistência cruzada ocorre quando um único mecanismo de resistência confere resistência a dois ou mais compostos químicos, produtos esses geralmente relacionados. Já a resistência múltipla ocorre quando pelo menos dois diferentes mecanismos de resistência coexistentes conferem resistência a dois ou mais compostos químicos (GEORGHIOU, 1983).

Uma população de campo de *Plutella xylostella* (L.), coletada em couve na Flórida e selecionada por 20 gerações com permethrin, mostrou alta resistência ao piretróide (987 vezes) quando comparada a uma população suscetível. Porém, não foi observada resistência cruzada com indoxacarb nessa espécie (YU; McCORD, 2007).

Indoxacarb é um novo inseticida que requer bioativação para que a molécula seja tóxica. Estudos de Gunning e Devonshire (2002) demonstraram que *Helicoverpa armigera* (Hübner) ativa indoxacarb usando a mesma enzima esterase que está envolvida na resistência a piretróides. O aumento na atividade dessa enzima leva a um aumento na ativação, e conseqüentemente, na suscetibilidade ao indoxacarb. Com esses dados, os autores confirmaram que não houve resistência cruzada entre piretróides e indoxacarb em *H. armigera*.

Em outro trabalho com *H. armigera*, populações selecionadas para resistência a um piretróide apresentaram resistência cruzada com todos os outros piretróides testados. Verificou-se um aumento na atividade das monoxigenases, sugerindo seu possível envolvimento na resistência cruzada entre os piretróides. Porém, essas mesmas populações resistentes aos piretróides não apresentaram resistência cruzada com indoxacarb (RAMASUBRAMANIAN; RAGUPATHY, 2004).

Shono et al. (2004), selecionaram uma população de moscas domésticas com indoxacarb e obtiveram uma linhagem 118 vezes resistente ao inseticida após 3 gerações. Após testes com vários grupos de inseticidas, verificaram baixos níveis de resistência cruzada entre indoxacarb e piretróides.

Uma população de campo de *P. xylostella*, no Paquistão, mostrou-se altamente resistente ao piretróide deltamethrin (>500 vezes) e não apresentou resistência cruzada com indoxacarb (SAYYED; ATTIQUE; KHALIG; WRIGHT, 2005). Por outro lado, Jose et al. (2007) verificaram que uma população de *Heliothis virescens* (F.), altamente resistente a piretróides, apresentou

resistência cruzada com indoxacarb. Neste mesmo estudo, o inseticida metaflumizone não apresentou resistência cruzada com piretróides.

Em um estudo de laboratório, uma população de *Spodoptera litura* (F.), proveniente do campo, apresentou razão de resistência de 15 vezes para indoxacarb, comparada com a população suscetível mantida em laboratório. Posteriormente, essa população foi selecionada com indoxacarb até atingir uma razão de resistência de 95 vezes, após quatro gerações do inseto. Essa seleção feita com indoxacarb aumentou significativamente a resistência aos inseticidas spinosad e emamectin (SAYYED; AHMAD; SALEEM, 2008).

Populações de *Choristoneura rosaceana* (Harris), foram coletadas e testadas para verificar a ocorrência da resistência a vários inseticidas. Observou-se que insetos resistentes a azinphos methyl também eram resistentes a tebufenozide e metoxyfenozide. Verificou-se também alta resistência a indoxacarb. Porém, essa resistência não estava relacionada a azinphos methyl, indicando ausência de resistência cruzada com os demais inseticidas (SMIRLE; LOWERY; ZUROWSKI, 2002).

N'Guessan et al.(2007), trabalhando com uma população de *Anopheles gambiae* Giles resistente a piretróide e a DDT, não encontraram evidência de resistência cruzada entre indoxacarb e estes inseticidas. A ausência de resistência cruzada entre os inseticidas mostra o potencial de indoxacarb para controle de populações de mosquitos resistentes a piretróides.

## 2.2 Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Resistência de Artrópodes a Pesticidas do Setor de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, e na Estação Experimental Agrícola da BASF S.A., Santo Antonio de Posse – SP, no período de novembro de 2006 a fevereiro de 2008.

### 2.2.1 Coleta e criação de *Spodoptera frugiperda*

A população suscetível de referência (S) de *S. frugiperda* foi obtida no Laboratório da Embrapa Milho e Sorgo, município de Sete Lagoas - MG, em 1995, e vem sendo mantida em laboratório na ausência de pressão de seleção por inseticidas. As populações de campo de *S. frugiperda* foram coletadas em regiões produtoras da cultura do milho do Brasil, nos Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Goiás (Quadro 1). Foram coletadas aproximadamente 200 lagartas de cada população. Após coletadas, as lagartas foram acondicionadas em caixas de isopor juntamente com folhas de milho e enviadas ao laboratório, para sua multiplicação em dieta artificial.

As lagartas coletadas no campo foram separadas das plantas e colocadas individualmente em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro por 8 cm de altura) contendo dieta à base de feijão, germe de trigo e levedura de cerveja, adaptada de Kasten et al. (1978).

As pupas foram retiradas dos tubos e em seguida colocadas em placas de Petri de 10 cm de diâmetro por 1,5 cm de altura forrada com papel filtro, onde foram mantidas cobertas por um copo plástico transparente até a emergência do adulto.

As mariposas recém-emergidas foram acondicionadas em tubos de PVC (cloreto de polivinila) de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura revestidos internamente com papel filtro. Nas extremidades, superior e inferior, foram colocadas placas de Petri de 15 cm de diâmetro. Na placa inferior foi colocado papel filtro circular e também um recipiente de vidro de 15 ml de capacidade, com tampa plástica, contendo solução de mel na concentração de 10%, para a alimentação dos adultos. Foram introduzidos 15 casais de mariposas por gaiola e mantidas em condições controladas de temperatura ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e fotofase (14 h). Os substratos para as posturas e solução de mel foram trocados a cada dois dias.

As massas de ovos foram acondicionadas em copos plásticos de 100 ml contendo papel filtro umedecido na tampa para manter a umidade interna do recipiente. Os copos contendo posturas devidamente identificadas foram mantidos em câmara de germinação, regulada à temperatura de 20°C e fotofase de 14 h até a eclosão das lagartas. Após a eclosão, duas lagartas foram inoculadas por tubo contendo dieta. Esse procedimento foi adotado para todas as populações. A criação foi mantida à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 h.

<b>Cidade/Estado</b>	<b>Data da coleta (mês/ano)</b>	<b>População</b>
Sete Lagoas/MG	1995	S
Casa Branca/SP	11/2006	SP-1
Campo Mourão/PR	11/2006	PR-1
Ivaí/PR	03/2007	PR-2
Rondonópolis/MT	04/2007	MT-1
Rio Verde/GO	05/2007	GO-1
Barreiras/BA	07/2007	BA-1
Vargem Grande/SP	08/2007	SP-2
Mococa/SP	08/2007	SP-3
Luis Eduardo Magalhães/BA	08/2007	BA-2
Paracatu/MG	08/2007	MG-1

Quadro 1 – Procedência, data de coleta e identificação das populações de *Spodoptera frugiperda* coletadas na cultura do milho em diferentes regiões do Brasil

### 2.2.2 Bioensaios

Para a realização dos bioensaios foi utilizada a técnica do tratamento superficial da dieta artificial com inseticidas. Foram colocados 1,25 mL da dieta artificial em cada célula da placa plástica (Costar<sup>®</sup>), num total de 24 células por placa.

O inseticida metaflumizone foi utilizado na formulação SC (suspensão concentrada) contendo 240 g de I.A./L. As diferentes concentrações de metaflumizone foram preparadas a partir da diluição do produto formulado em água destilada, adicionando-se também o surfactante (Triton<sup>®</sup>) na concentração de 0,1%.

Com o uso de uma micropipeta foram colocados 30 µL da solução inseticida em cada célula contendo a dieta artificial. Após a secagem do inseticida colocou-se uma lagarta por célula e as placas de bioensaio foram mantidas em câmara climatizada à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotofase de 14 h.

A avaliação de mortalidade foi realizada 48 h após a exposição das lagartas à dieta tratada com inseticida. Foram consideradas mortas as lagartas sem nenhum movimento, e as que não responderam com movimentos vigorosos quando tocadas pela ponta de um estilete.

### 2.2.3 Caracterização da linha-básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* a metaflumizone

Para a caracterização da linha-básica de suscetibilidade foram testadas cinco a dez concentrações de metaflumizone, espaçadas logaritmicamente entre 1 e 320 ppm, para que proporcionassem mortalidade entre 5 e 95%. Foram utilizadas lagartas de 3º ínstar da população suscetível de referência (S) e das populações provenientes de São Paulo (SP-1), Goiás (GO-1), Paraná (PR-2), Mato Grosso (MT-1) e Bahia (BA-1).

Os dados de mortalidade obtidos foram submetidos à análise de Probit (FINNEY, 1971) com auxílio do programa Polo-PC (LeOra Software, 1987).

#### **2.2.4 Monitoramento da suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* a metaflumizone**

Baseado nas respostas de concentração-mortalidade da população suscetível de referência, duas concentrações diagnósticas foram escolhidas baseadas na  $CL_{95}$  e  $CL_{99}$  da população suscetível de referência, seguindo os critérios apresentados por Roush e Miller (1986). Estas concentrações foram utilizadas no programa de monitoramento da suscetibilidade de populações de *S. frugiperda* coletadas em diferentes regiões do Brasil, nos Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Goiás. Para o monitoramento foram realizadas pelo menos 20 repetições (24 lagartas/repetição) para cada região. Os dados de porcentagem de sobrevivência foram transformados para  $arc\ sen(\sqrt{x/100})$ . Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste bilateral de Dunnett ao nível de 5% de significância.

#### **2.2.5 Resistência cruzada entre metaflumizone e lambda-cyhalothrin em *Spodoptera frugiperda***

Para os estudos de resistência cruzada, foram realizadas a caracterização da curva de concentração-resposta a metaflumizone para a população suscetível (S) e resistente a lambda-cyhalothrin (R) com razão de resistência de aproximadamente 13 vezes (DIEZ-RODRIGUES; OMOTO, 2001). Os dados de mortalidade obtidos para cada linhagem foram submetidos à análise de Probit (FINNEY, 1971) com auxílio do programa Polo-PC (LeOra Software, 1987). A presença de resistência cruzada foi avaliada pelo teste de igualdade de respostas ao metaflumizone entre a linhagem suscetível e a linhagem resistente ao piretróide, e pela avaliação da sobreposição do intervalo de confiança (IC) das  $CL_{50}$  obtidas para as duas linhagens, com nível de significância de 5%.

#### **2.2.6 Eficácia agrônômica de metaflumizone no controle de *Spodoptera frugiperda***

Para a avaliação da eficácia agrônômica de metaflumizone na cultura do milho, foram realizados dois ensaios em condição de campo, em uma população de *S. frugiperda* com alta frequência de resistência a inseticidas piretróides ( $\approx 40\%$ ) (dados não publicados). Para os ensaios

de campo, foi definido um protocolo com duas doses do inseticida metaflumizone (200 e 240 g de I.A./ha) em mistura com o óleo mineral Assist (756 g de óleo mineral/L de produto comercial, formulação concentrado emulsionável, BASF) a 0,5 % v/v, uma dose do inseticida indoxacarb (75 g de I.A./ha), uma dose do inseticida lambda-cyhalothrin (7,5 g de I.A./ha) e um tratamento testemunha. Os produtos formulados utilizados foram: BAS 320 00 I (240 g de metaflumizone/L de produto formulado, formulação suspensão concentrada, BASF), Avaunt 150 (150 g de indoxacarb/L de produto comercial, formulação suspensão concentrada, DuPont), Karate Zeon 50 CS (50 g de lambda-cyhalothrin/L de produto comercial, formulação concentrado de encapsulado, Syngenta) e o adjuvante Assist (756 g de óleo mineral/L de produto comercial, formulação concentrado emulsionável, BASF). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 4 repetições. As pulverizações dos inseticidas foram realizadas nos dias 27/09/2007 e 04/10/2007 para o primeiro ensaio e nos dias 31/01/2008 e 10/02/2008 para o segundo ensaio, em uma área experimental da Estação Experimental Agrícola da BASF, a partir do surgimento dos primeiros sintomas de *S. frugiperda* nas plantas de milho, variedade AG 8088. O primeiro ensaio foi conduzido em uma condição de alta infestação de *S. frugiperda* enquanto que o segundo ensaio apresentou uma baixa infestação da praga. As parcelas foram constituídas por 6 linhas de plantas de milho de 6 metros de comprimento e espaçadas por 0,6 metros. Os inseticidas foram pulverizados em jato dirigido nas plantas de milho utilizando-se um equipamento costal pressurizado a ar comprimido, uma barra provida de bicos com jato plano tipo XR 8002 e pressão de trabalho de 3 bar. O volume de calda utilizado foi 300 L/ha. As avaliações foram realizadas antes do início do ensaio (prévia), aos 3 e 7 dias após a primeira aplicação, e aos 3 e 7 dias após a segunda aplicação dos inseticidas, coletando-se 15 plantas por parcela e contando-se o número de lagartas pequenas (<1,5cm) e grandes (>1,5cm) presentes nas plantas. No momento da última avaliação foi estimada a porcentagem de desfolha nos tratamentos utilizando uma escala visual de 0-100%. Os dados de contagem foram transformados para raiz quadrada de  $(x + 0,5)$  e as notas de porcentagem de desfolha foram transformadas para  $\text{arc sen}\left(\sqrt{x/100}\right)$ . Os dados foram submetidos à análise da variância, e as médias comparadas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 2.3 Resultados e discussão

### 2.3.1 Caracterização da linha-básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* a metaflumizone

Para a caracterização toxicológica de *Spodoptera frugiperda* da população suscetível de referência (S) ao inseticida metaflumizone, a  $CL_{50}$  estimada foi de 6,7  $\mu\text{g}$  de metaflumizone/mL água destilada (I.C. 95% 4,376 – 10,273). Para as populações SP-1, GO-1, PR-2, MT-1 e BA-1, os valores da  $CL_{50}$  foram: 15,4  $\mu\text{g}$  de metaflumizone/mL água destilada (I.C. 95% 11,585 – 19,835), 2,9  $\mu\text{g}$  de metaflumizone/mL água destilada (I.C. 95% 0,668 – 5,485), 6,1  $\mu\text{g}$  de metaflumizone/mL água destilada (I.C. 95% 1,887 – 9,864), 4,8  $\mu\text{g}$  de metaflumizone/mL água destilada (I.C. 95% 3,066 – 7,334) e 18,1  $\mu\text{g}$  de metaflumizone/mL água destilada (I.C. 95% 13,155 – 24,793), respectivamente (Tabela 1).

Comparando-se as populações por meio dos valores da  $CL_{50}$  verifica-se que há diferença significativa para as populações SP-1 e BA-1 em relação às demais, analisando-se a sobreposição dos intervalos de confiança. Essas duas populações apresentaram os menores valores de coeficientes angulares, 1,67 ( $\pm 0,105$ ) e 1,83 ( $\pm 0,109$ ) respectivamente, indicando uma maior heterogeneidade dessas populações. Ahmad et al. (1995) sugerem que a ocorrência de valores de coeficientes angulares menores que 2 é um indicativo de heterogeneidade nas populações. Verifica-se que há sobreposição dos intervalos de confiança das populações S, GO-1, PR-2 e MT-1. Essa ocorrência indica que as populações apresentam respostas semelhantes quanto à suscetibilidade ao inseticida, diferindo das populações SP-1 e BA-1, que apresentam sobreposição dos intervalos de confiança apenas entre si. A maior porcentagem de sobrevivência encontrada para as populações SP-1 e BA-1 pode ser explicada pela maior heterogeneidade, expressada pelos baixos valores dos coeficientes angulares dessas populações (Tabela 3).

Para as populações SP-1, PR-2, GO-1, MT-1 e BA-1, as hipóteses do teste de igualdade, em relação à população S, foram rejeitadas, indicando diferença entre as linhas de suscetibilidade. As hipóteses do teste de paralelismo foram aceitas para as populações GO-1, MT-1 e BA-1, e rejeitadas para as populações SP-1 e PR-2. De acordo com Tabashnik et al. (1987), a análise de Probit pode ser usada para comparar populações, em particulares valores de concentração letal, como a  $CL_{50}$  e  $CL_{95}$ , por exemplo, ou as probabilidades dos testes de

paralelismo (os coeficientes angulares são iguais) e igualdade (coeficientes angulares e lineares são iguais) podem ser usadas para comparar as linhas de regressão de Probit (Tabela 2).

Programas de monitoramento de resistência geralmente envolvem comparações de  $DL_{50}$ 's,  $DL_{90}$ 's e coeficientes angulares entre populações de campo ou de laboratório, ou ambas. Esse método pode ser adequado para quando a resistência já atingiu altos níveis, porém é muito ineficiente quando a frequência da resistência ainda é baixa (ROUSH; MILLER, 1986).

Para o programa de monitoramento da suscetibilidade das populações de *S. frugiperda* ao inseticida metaflumizone foram definidas as concentrações diagnósticas de 32 e 100  $\mu\text{g}$  de metaflumizone/mL água destilada [I.A. (ppm)].

Tabela 1 - Respostas de lagartas de 3º instar de populações de *Spodoptera frugiperda*, coletadas na cultura do milho em diferentes estados brasileiros, ao inseticida metaflumizone

População	n <sup>a</sup>	Coeficiente		$\chi^2$	g.l. <sup>d</sup>	
		angular (±ep)	CL <sub>50</sub> <sup>b</sup> (IC 95%)			CL <sub>95</sub> <sup>c</sup> (IC 95%)
<b>S</b>	1044	2,27 (±0,150)	6,7 (4,376 - 10,273)	35,7 (19,485 – 156,484)	59,8	7
<b>SP-1</b>	831	1,67 (±0,105)	15,4 (11,585 - 19,835)	148,3 (104,732 – 233,363)	5,6	5
<b>GO-1</b>	768	2,02 (±0,156)	2,9 (0,668 – 5,485)	19,5 (9,738 – 218,949)	69,1	6
<b>PR-2</b>	1250	3,16 (±0,190)	6,1 (1,887 - 9,864)	20,1 (11,989 – 135,164)	96,5	5
<b>MT-1</b>	1123	2,09 (±0,119)	4,8 (3,066 – 7,334)	29,4 (15,869 – 120,402)	43,9	5
<b>BA-1</b>	960	1,83 (±0,109)	18,1 (13,155 – 24,793)	143,1 (88,342 – 303,307)	23,0	7

<sup>a</sup> número de indivíduos testados

<sup>b</sup> concentração letal média (µg metaflumizone/mL água destilada)

<sup>c</sup> concentração letal 95 (µg metaflumizone/mL água destilada)

<sup>d</sup> graus de liberdade

Tabela 2 – Testes de igualdade e paralelismo das linhas de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda*, em relação à população suscetível S

População	Igualdade		Paralelismo	
	$\chi^2$	Probabilidade*	$\chi^2$	Probabilidade*
<b>SP-1</b>	76,18	0,000	11,91	0,000
<b>GO-1</b>	82,89	0,000	1,38	0,240
<b>PR-2</b>	20,47	0,000	14,26	0,000
<b>MT-1</b>	21,94	0,000	0,88	0,348
<b>BA-1</b>	119,0	0,000	2,24	0,134

\* A hipótese de igualdade (graus de liberdade = 2) ou paralelismo (graus de liberdade = 1) foi aceita quando  $P > 0,05$ .

### 2.3.2 Monitoramento da suscetibilidade *Spodoptera frugiperda* a metaflumizone

Foram verificadas diferenças significativas na suscetibilidade de populações de *Spodoptera frugiperda*, coletadas em diferentes regiões do Brasil, ao inseticida metaflumizone. Para a concentração diagnóstica de 32 µg de metaflumizone/mL água destilada [I.A. (ppm)], a sobrevivência estimada ( $\pm$  erro padrão da média) para as populações de *S. frugiperda* variou de 1,46 ( $\pm$  0,55) a 16,73 ( $\pm$  2,24) ( $F = 7,72$  ; g.l. = 10, 33 ;  $P < 0,0001$ ). Comparando-se a porcentagem de sobrevivência das populações coletadas, em relação à população suscetível de referência (S), verifica-se que houve diferença significativa para a população SP-1 e BA-2, enquanto que, para as demais populações não houve diferença significativa (Tabela 3).

Já para a concentração diagnóstica de 100 ppm, a sobrevivência estimada ( $\pm$  erro padrão da média) para as populações de *S. frugiperda* variou de 0,63 ( $\pm$  0,45) a 10,37 ( $\pm$  1,92) ( $F = 9,51$  ; g.l. = 10, 33 ;  $P < 0,0001$ ). Foram encontradas diferenças significativas para as sobrevivências observadas nas populações SP-1 (10,37%), PR-1 (3,45 %) e BA-1 (4,37%) em relação à população S (0,76%) (Tabela 4).

Essas diferenças encontradas na suscetibilidade das populações podem ser o resultado de uma variabilidade natural das populações, o que é bastante provável uma vez que metaflumizone apresenta um novo modo de ação e ainda não foi utilizado em escala comercial. No entanto, a possibilidade de resistência cruzada com outros inseticidas, previamente utilizados, deve ser investigada. Daí a importância de programas de monitoramento da resistência que mostram se está, ou não, ocorrendo a evolução da resistência nas populações com o passar do tempo.

Tabela 3 – Porcentagem média ( $\pm$  erro padrão da média) de sobrevivência de populações de *Spodoptera frugiperda* coletadas na cultura do milho em diferentes estados brasileiros, na concentração diagnóstica de 32  $\mu\text{g}$  metaflumizone/mL água destilada

<b>População</b>	<b>n<sup>a</sup></b>	<b>% sobrevivência (<math>\pm</math> erro padrão)</b>
S	526	5,3 ( $\pm$ 1,29)a
SP-1	496	16,73 ( $\pm$ 2,24)b
SP-2	480	1,46 ( $\pm$ 0,55)a
SP-3	504	6,62 ( $\pm$ 1,71)a
PR-1	491	12,36 ( $\pm$ 1,93)a
PR-2	596	11,43 ( $\pm$ 2,80)a
GO-1	597	10,07 ( $\pm$ 2,12)a
MT-1	480	4,79 ( $\pm$ 0,97)a
BA-1	480	5,42 ( $\pm$ 1,09)a
BA-2	504	14,48 ( $\pm$ 2,10)b
MG-1	527	5,30 ( $\pm$ 1,14)a

<sup>a</sup> número de indivíduos testados

Médias seguidas pela mesma letra não diferem da população suscetível (S) pelo teste bilateral de Dunnett, ao nível de significância de 5%.

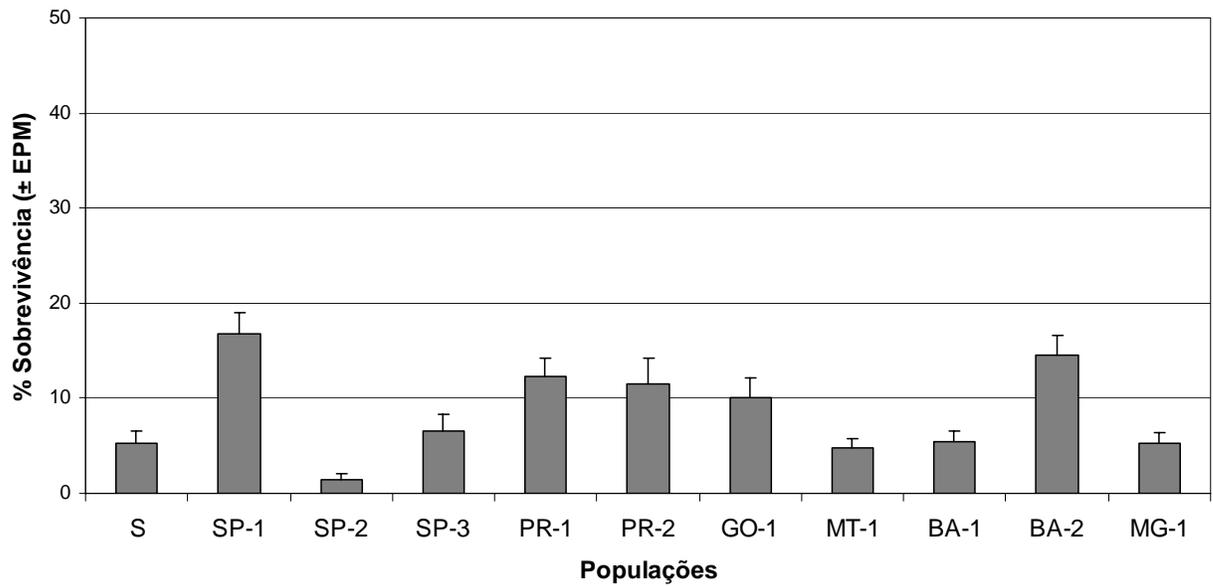


Figura 1 - Porcentagem média de sobrevivência de populações de *Spodoptera frugiperda* coletadas na cultura do milho em diferentes estados brasileiros, na concentração diagnóstica de 32 µg metaflumizone/mL água destilada

Tabela 4 – Porcentagem média ( $\pm$  erro padrão da média) de sobrevivência de populações de *Spodoptera frugiperda*, coletadas na cultura do milho em diferentes estados brasileiros, na concentração diagnóstica de 100  $\mu$ g metaflumizone/mL água destilada

<b>População</b>	<b>n<sup>a</sup></b>	<b>% sobrevivência (<math>\pm</math> erro padrão)</b>
S	504	0,76 ( $\pm$ 0,60)a
SP-1	496	10,37 ( $\pm$ 1,92)b
SP-2	480	0,42 ( $\pm$ 0,29)a
SP-3	528	2,21 ( $\pm$ 0,62)a
PR-1	500	3,45 ( $\pm$ 0,99)b
PR-2	617	1,54 ( $\pm$ 0,51)a
GO-1	597	2,35 ( $\pm$ 0,64)a
MT-1	480	0,63 ( $\pm$ 0,45)a
BA-1	480	2,54 ( $\pm$ 0,99)a
BA-2	504	4,37 ( $\pm$ 1,09)b
MG-1	504	0,79 ( $\pm$ 0,46)a

<sup>a</sup> número de indivíduos testados

Médias seguidas pela mesma letra não diferem da população suscetível (S) pelo teste bilateral de Dunnett, ao nível de significância de 5%.

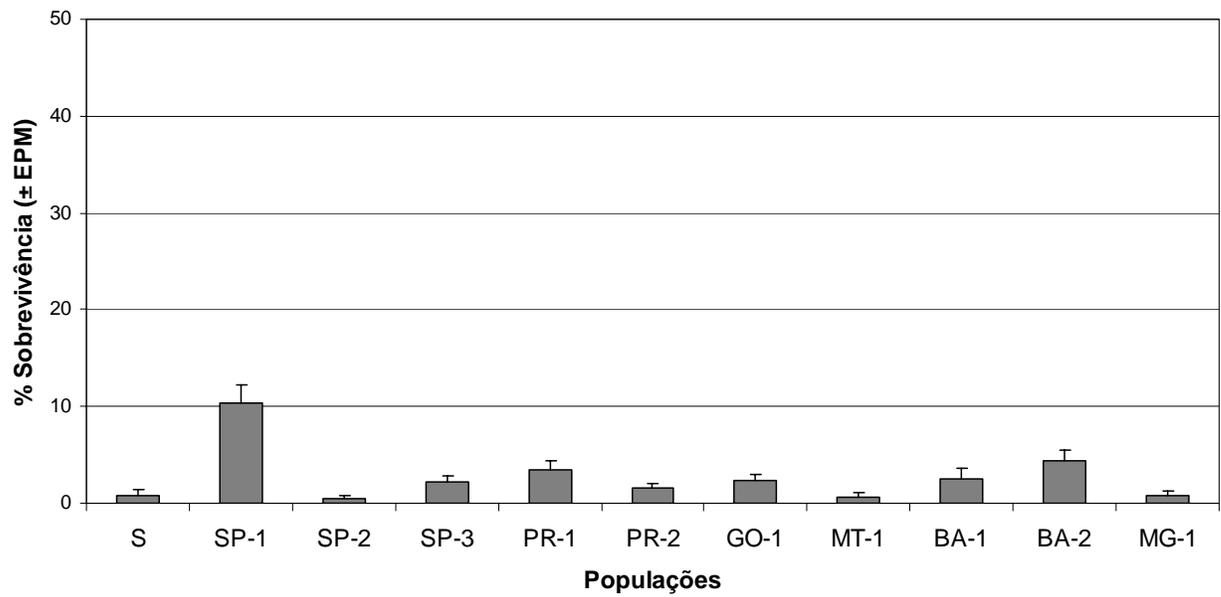


Figura 2 - Porcentagem média de sobrevivência de populações de *Spodoptera frugiperda*, coletadas na cultura do milho em diferentes estados brasileiros, na concentração diagnóstica de 100 µg metaflumizone/mL água destilada

### 2.3.3 Resistência cruzada entre metaflumizone e lambda-cyhalothrin em *Spodoptera frugiperda*

Houve sobreposição do intervalo de confiança para as  $CL_{50}$  estimadas para a população suscetível S, que teve valor de 6,7  $\mu\text{g}$  metaflumizone/mL água destilada (I.C. 95% 4,376 – 10,273), e população resistente R, cujo valor foi de 4,8  $\mu\text{g}$  metaflumizone/mL água destilada (I.C. 95% 3,262 – 6,503). Observa-se que a população R comporta-se como suscetível quando exposta ao inseticida metaflumizone (Tabela 5) (Figura 3).

Para a população R, a hipótese de igualdade, entre as curvas de concentração-mortalidade em relação à população S, foi rejeitada ( $\chi^2 = 27,77$  ; g.l. = 2 ;  $P < 0,05$ ), ou seja, as curvas foram diferentes, porém foi aceita a hipótese de igualdade de seus coeficientes angulares ( $\chi^2 = 1,97$  ; g.l. = 2 ;  $P > 0,05$ ) através do teste de paralelismo entre as curvas.

Diversos estudos com metaflumizone indicam que não existe resistência cruzada com populações de insetos resistentes a inseticidas carbamatos, organofosforados, piretróides, benzoilureias e oxadiazinas. Uma população de *P. xylostella* resistente a piretróides (19921 vezes resistente a cypermethrin) foi 94 vezes resistente a indoxacarb e 1,6 vezes resistente a metaflumizone. Outro estudo mostrou que uma população de *H. virescens* resistente a piretróides (730, 2740 e 1000 vezes resistente a cypermethrin, cyhalothrin e deltamethrin, respectivamente) foi 11 vezes resistente a indoxacarb e não apresentou resistência a metaflumizone. A adição do inibidor metabólico, butóxido de piperonila (PBO), reduziu a razão de resistência de indoxacarb de 11 para 4 vezes, indicando que a resistência provavelmente está ligada à atividade das monoxigenases (JOSE et al., 2007).

Razaq et al. (2007) trabalhando com os piretróides cypermethrin, esfenvalerate e fenpropatin, e os novos inseticidas spinosad, abamectin e indoxacarb, para avaliar a flutuação na suscetibilidade de populações naturais de *H. armigera* a esses produtos, verificaram que os novos inseticidas foram os mais eficazes e não apresentaram resistência cruzada com os piretróides. Em outro trabalho, onde foram testados o piretróide bifentrina, o organofosforado clorpirifós e os novos inseticidas spinosad, indoxacarb e emamectin, para avaliar o sinergismo entre esses pesticidas no controle de *P. xylostella*, não foi encontrada evidência de resistência cruzada entre piretróides e indoxacarb (SAYYED; ATTIQUE; KHALIQ, 2005).

Tabela 5 - Respostas de lagartas de 3º ínstar de *Spodoptera frugiperda* ao inseticida metaflumizone para a população suscetível (S) e população resistente (R) a lambda-cyhalothrin

População	n <sup>a</sup>	Coeficiente		CL <sub>50</sub> <sup>b</sup> (IC 95%)	CL <sub>95</sub> <sup>c</sup> (IC 95%)	$\chi^2$	g.l. <sup>d</sup>
		angular	(±ep)				
<b>S</b>	1044	2,27	(±0,150)	6,7 (4,376 - 10,273)	35,7 (19,485 – 156,484)	59,8	7
<b>R</b>	1309	2,57	(±0,166)	4,8 (3,262 - 6,503)	20,7 (13,204 – 53,603)	39,4	6

<sup>a</sup> número de indivíduos testados

<sup>b</sup> concentração letal média (µg metaflumizone/mL água destilada)

<sup>c</sup> concentração letal 95 (µg metaflumizone/mL água destilada)

<sup>d</sup> graus de liberdade

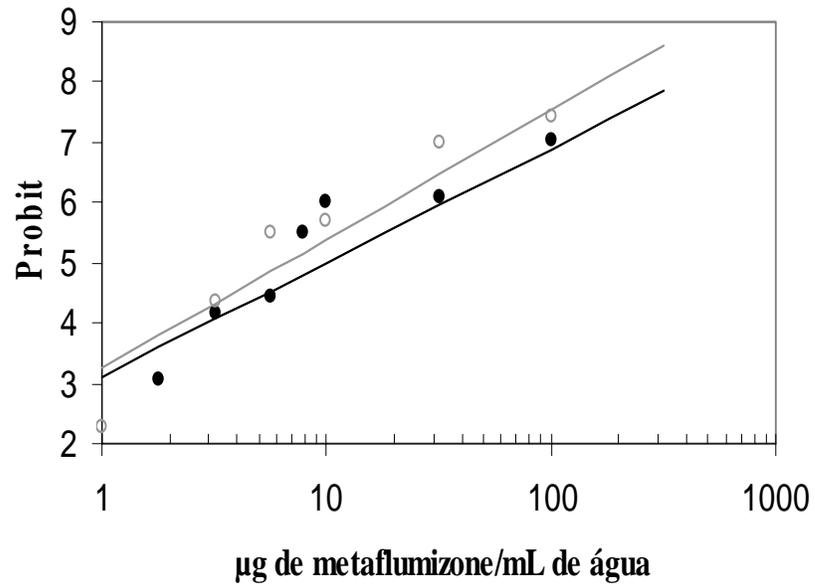


Figura 3 - Respostas de lagartas de 3º ínstar de *Spodoptera frugiperda* ao inseticida metaflumizone. População suscetível (●), e resistente (○) a lambda-cyhalothrin

### 2.3.4 Eficácia agronômica de metaflumizone no controle de *Spodoptera frugiperda*

Durante as avaliações, o número encontrado de lagartas pequenas (< 1,5 cm) foi muito superior ao número de lagartas grandes (> 1,5 cm) (Tabelas 6, 7, 9 e 10). Sendo assim, o número total de lagartas avaliadas foi semelhante ao número de lagartas pequenas (Tabela 7 e 10). A população de *S. frugiperda* estava bastante homogênea em todos os tratamentos, o que se evidencia através do número de lagartas encontradas antes da primeira aplicação dos inseticidas, nas avaliações prévias (Tabelas 6 e 9).

Os dados de porcentagem de desfolha, obtidos durante o primeiro ensaio, em condição de alta infestação da praga, mostraram diferença significativa para todos os tratamentos em relação à testemunha ( $F = 146,06$  ; g.l. = 4 , 12;  $P < 0,0001$ ). Comparando-se as médias dos tratamentos observou-se que indoxacarb a 75 g I.A./ha foi o melhor tratamento, seguido por metaflumizone 240 g I.A./ha, diferindo entre si significativamente. Indoxacarb apresentou desfolha da ordem de 2,3% e metaflumizone 5,3%. Esses resultados foram muito baixos quando comparados com a testemunha (Tabela 7) (Figura 4). Metaflumizone a 200 g I.A./ha foi similar a lambda-cyhalothrin a 7,5 g I.A./ha, com níveis de desfolha de 13,5% e 12,3%, respectivamente. Com relação ao número de lagartas encontradas nas avaliações, os menores valores sempre foram verificados para o tratamento de indoxacarb a 75 g I.A./ha, seguido por metaflumizone a 240 g I.A./ha.

Em baixa infestação de *S. frugiperda*, aos três dias após a primeira e segunda aplicação dos inseticidas, respectivamente, observou-se que o número de lagartas diminuiu consideravelmente para os tratamentos de metaflumizone a 240 g I.A./ha e indoxacarb a 75 g I.A./ha, (Tabela 11). Aos sete dias após a primeira aplicação o número de lagartas voltou a aumentar, provavelmente devido a uma diminuição na atividade residual dos tratamentos. Aos três dias após a segunda pulverização dos inseticidas verificou-se a mesma resposta aos tratamentos, onde o número de lagartas voltou a diminuir, e aumentou novamente aos sete dias após a segunda aplicação. Comparando-se as médias do número total de lagartas verifica-se diferença significativa entre os tratamentos apenas nas avaliações realizadas aos 3 dias após a primeira aplicação e aos 3 dias após a segunda aplicação dos inseticidas. O inseticida indoxacarb a 75 g de I.A./ha foi o tratamento que apresentou o menor número de indivíduos aos 3 dias após a primeira aplicação, sendo superior aos demais tratamentos. Aos 3 dias após a segunda

pulverização, o tratamento de metaflumizone a 240 g de I.A./ha foi similar a indoxacarb a 75 g de I.A./ha, mostrando-se melhor que o tratamento de lambda-cyhalothrin a 7,5 g de I.A./ha. O tratamento de metaflumizone a 200 g de I.A./ha mostrou-se muito semelhante a lambda-cyhalothrin a 7,5 g de I.A./ha. A análise da variância dos dados de desfolha mostrou resultados significativos ( $F = 56,97$  ; g.l. = 4 , 12;  $P < 0,0001$ ) e as médias de desfolha dos tratamentos de metaflumizone a 240 g de I.A./ha e indoxacarb a 75 g de I.A./ha foram significativamente menores que os demais tratamentos. Indoxacarb apresentou-se como o melhor tratamento novamente.

A observação do menor número de lagartas grandes foi mais evidente no ensaio com alta infestação de *S. frugiperda*, a partir de 3 dias após a segunda aplicação dos inseticidas, destacando-se novamente os tratamentos de indoxacarb a 75 g de I.A./ha e de metaflumizone a 240 g de I.A./ha (Tabela 7).

O inseticida lambda-cyhalothrin, na dose de 7,5 g I.A./ha, foi o tratamento que apresentou o maior número de lagartas, na maioria das avaliações. Os trabalhos de seleção de populações de *S. frugiperda* a piretróides em condições de laboratório, como os resultados encontrados por Morrillo e Notz (2001), têm demonstrado o potencial de evolução da resistência a estes produtos no campo.

De maneira geral, para os dois ensaios, tanto com relação ao número de lagartas, quanto para a porcentagem de desfolha, indoxacarb a 75 g I.A./ha e metaflumizone a 240 g I.A./ha apresentaram sempre os melhores resultados, sendo sempre superiores a metaflumizone a 200 g I.A./ha e a lambda-cyhalothrin a 7,5 g de I.A./ha, que apresentaram maiores números de lagartas nas plantas, assim como maior porcentagem de desfolha (Tabelas 8 e 11) (Figura 4). Essa diferença ocorreu possivelmente devido à ausência de resistência cruzada entre inseticidas bloqueadores de canais de sódio e piretróides. Talvez o critério de contagem do número de lagartas não seja a melhor metodologia para avaliar a eficácia dos inseticidas bloqueadores de canais de sódio, em função de as lagartas demandarem mais tempo para morrer, quando comparados com inseticidas tradicionais. Os dados de porcentagem de desfolha foram mais consistentes para a análise do desempenho dos tratamentos.

Tabela 6 – Número médio de lagartas pequenas (< 1,5 cm) de *S. frugiperda* encontradas em 15 plantas de milho, em condição de alta infestação do inseto

<b>Número de lagartas pequenas (&lt;1,5cm)</b>						
<b>Tratamento</b>	<b>Dose</b> (g I.A/ ha)	<b>Prévia</b>	<b>3 DAA<sup>1</sup></b>	<b>7 DAA<sup>1</sup></b>	<b>3 DAA<sup>2</sup></b>	<b>7 DAA<sup>2</sup></b>
Testemunha	-	26,8a	17,8a	16,8a	15,5a	18,3a
Metaflumizone*	200	20,3a	13ab	11,5ab	11,8ab	13,5ab
Metaflumizone*	240	22,3a	15,5ab	12,3ab	7,8b	8,5b
Indoxacarb	75	16,3a	9,5b	7,3b	7,8b	10,5b
Lambda-cyhalothrin	7,5	21,5a	9,8b	12,5ab	13,3ab	13,8ab

\* Adição do adjuvante Assist (óleo mineral) a 0,5 % v/v

<sup>1</sup> Dias após a primeira aplicação <sup>2</sup> Dias após a segunda aplicação

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 7 – Número médio de lagartas grandes (> 1,5 cm) de *S. frugiperda* encontradas em 15 plantas de milho, em condição de alta infestação do inseto

<b>Número de lagartas grandes (&gt; 1,5 cm)</b>						
<b>Tratamento</b>	<b>Dose</b> (g I.A/ ha)	<b>Prévia</b>	<b>3 DAA<sup>1</sup></b>	<b>7 DAA<sup>1</sup></b>	<b>3 DAA<sup>2</sup></b>	<b>7 DAA<sup>2</sup></b>
Testemunha	-	0a	3,5a	3,0a	3,8a	4,8a
Metaflumizone*	200	0a	1,5a	1,0a	1,8bc	2bc
Metaflumizone*	240	0a	1,3a	1,8a	0,8cd	1,5cd
Indoxacarb	75	0a	1,8a	0,8a	0,3d	0,5d
Lambda-cyhalothrin	7,5	0a	4,8a	2,3a	3,0ab	4,0ab

\* Adição do adjuvante Assist (óleo mineral) a 0,5 % v/v

<sup>1</sup> Dias após a primeira aplicação <sup>2</sup> Dias após a segunda aplicação

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 8 – Número médio total de lagartas de *S. frugiperda* encontradas em 15 plantas de milho e porcentagem de desfolha aos 7 dias após a última aplicação dos inseticidas, em condição de alta infestação do inseto

Tratamento	Dose (g I.A/ ha)	Prévia	Número total de lagartas				Porcentagem de desfolha
			3 DAA <sup>1</sup>	7 DAA <sup>1</sup>	3 DAA <sup>2</sup>	7 DAA <sup>2</sup>	7 DAA <sup>2</sup>
Testemunha	-	26,8a	21,3a	19,8a	19,3a	23,0a	28,3a
Metaflumizone*	200	20,3a	14,5ab	12,5ab	13,5ab	15,5bc	13,5b
Metaflumizone*	240	22,3a	16,8ab	14,0ab	8,5b	10,0d	5,3c
Indoxacarb	75	16,3a	11,3b	8,0b	8,0b	11,0cd	2,3d
Lambda- cyhalothrin	7,5	21,5a	14,5ab	14,8ab	16,3a	17,8ab	12,3b

\* Adição do adjuvante Assist (óleo mineral ) a 0,5 % v/v

<sup>1</sup> Dias após a primeira aplicação <sup>2</sup> Dias após a segunda aplicação

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 9 – Número médio de lagartas pequenas (< 1,5 cm) de *S. frugiperda* encontradas em 15 plantas de milho, em condição de baixa infestação do inseto

<b>Número de lagartas pequenas (&lt;1,5cm)</b>						
<b>Tratamento</b>	<b>Dose</b> (g I.A/ ha)	<b>Prévia</b>	<b>3 DAA<sup>1</sup></b>	<b>7 DAA<sup>1</sup></b>	<b>3 DAA<sup>2</sup></b>	<b>7 DAA<sup>2</sup></b>
Testemunha	-	15,0a	9,5a	9,8a	10,0a	6,3a
Metaflumizone*	200	12,8a	4,3b	5,0a	4,3b	6,3a
Metaflumizone*	240	15,0a	2,5bc	4,5a	1,0b	2,5a
Indoxacarb	75	17,3a	1,0c	4,0a	1,5b	4,0a
Lambda-cyhalothrin	7,5	13,5a	4,0b	6,0a	11,3a	9,3a

\* Adição do adjuvante Assist (óleo mineral) a 0,5 % v/v

<sup>1</sup> Dias após a primeira aplicação <sup>2</sup> Dias após a segunda aplicação

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 10 – Número médio de lagartas grandes (> 1,5 cm) de *S. frugiperda* encontradas em 15 plantas de milho, em condição de baixa infestação do inseto

<b>Número de lagartas grandes (&gt; 1,5 cm)</b>						
<b>Tratamento</b>	<b>Dose</b> (g I.A/ ha)	<b>Prévia</b>	<b>3 DAA<sup>1</sup></b>	<b>7 DAA<sup>1</sup></b>	<b>3 DAA<sup>2</sup></b>	<b>7 DAA<sup>2</sup></b>
Testemunha	-	0a	0a	1,5a	2a	0,5a
Metaflumizone*	200	0a	0a	0a	0b	0,3a
Metaflumizone*	240	0a	0a	0a	0b	0a
Indoxacarb	75	0a	0a	0a	0b	0a
Lambda-cyhalothrin	7,5	0a	0a	0,5a	0,3ab	0a

\* Adição do adjuvante Assist (óleo mineral) a 0,5 % v/v

<sup>1</sup> Dias após a primeira aplicação <sup>2</sup> Dias após a segunda aplicação

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 11 – Número médio total de lagartas de *S. frugiperda* encontradas em 15 plantas de milho e porcentagem de desfolha aos 7 dias após a última aplicação dos inseticidas, em condição de baixa infestação do inseto

Tratamento	Dose (g I.A/ ha)	Prévia	Número total de lagartas				Porcentagem de desfolha
			3 DAA <sup>1</sup>	7 DAA <sup>1</sup>	3 DAA <sup>2</sup>	7 DAA <sup>2</sup>	7 DAA <sup>2</sup>
Testemunha	-	15,0a	9,5a	11,3a	12,0a	6,8a	5,6a
Metaflumizone*	200	12,8a	4,3b	5,0a	4,3b	6,5a	3,6b
Metaflumizone*	240	15,0a	2,5bc	4,5a	1,0c	2,5a	2,5c
Indoxacarb	75	17,3a	1,0c	4,0a	1,5bc	4,0a	1,5d
Lambda- cyhalothrin	7,5	13,5a	4,0b	6,0a	11,5a	9,3a	4,7a

\* Adição do adjuvante Assist (óleo mineral) a 0,5 % v/v

<sup>1</sup> Dias após a primeira aplicação <sup>2</sup> Dias após a segunda aplicação

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

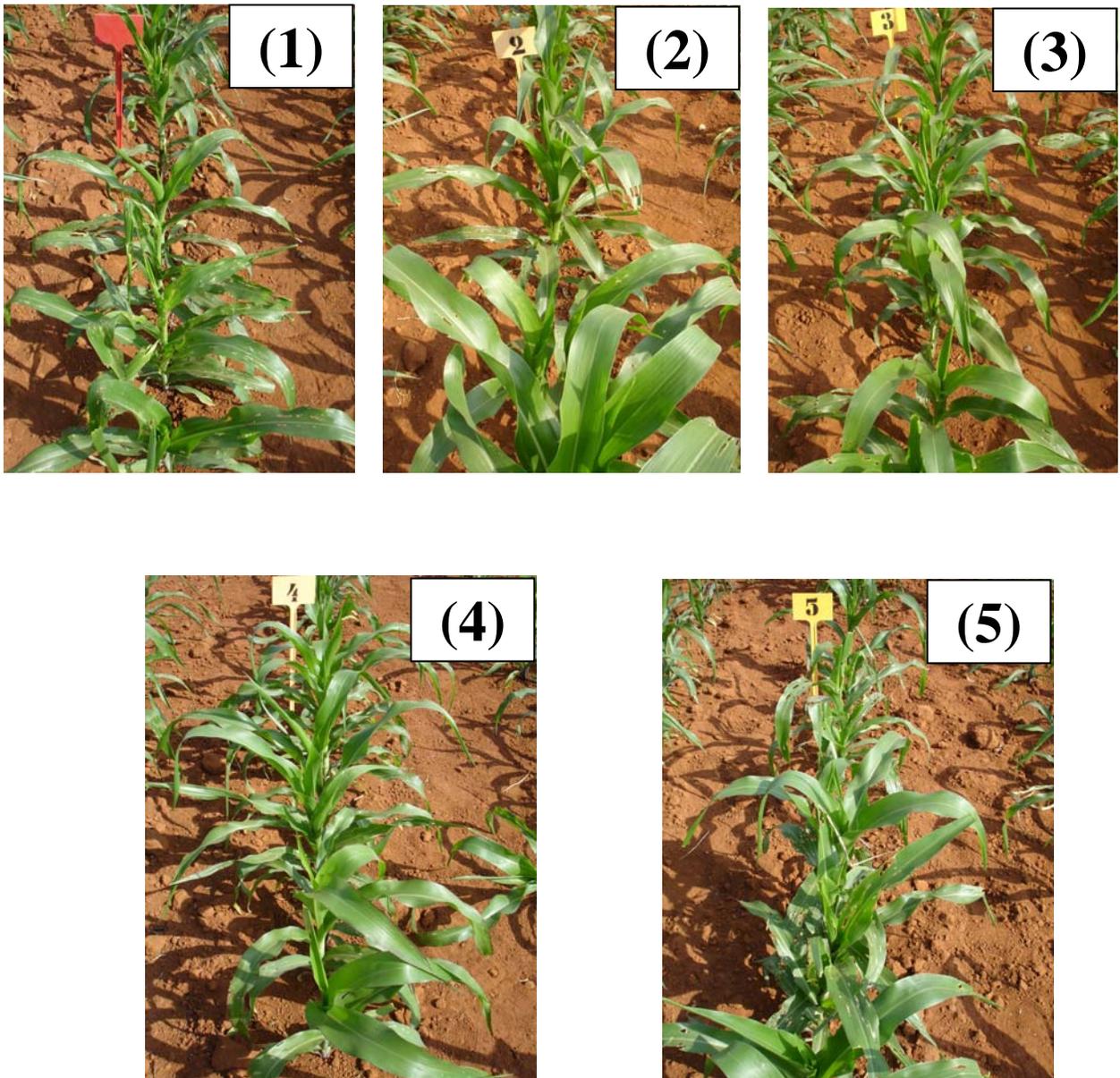


Figura 4 – Avaliação visual de desfolha de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho, aos 7 dias após a segunda aplicação dos inseticidas, submetidas a diferentes tratamentos inseticidas: (1) Testemunha; (2) Metaflumizone 200 g I.A./ha; (3) Metaflumizone 240 g I.A./ha; (4) Indoxacarb 75 g I.A./ha; (5) Lambda-cyhalothrin 7,5 g I.A./ha.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido às dificuldades e ao alto custo para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, torna-se extremamente importante a preservação da vida útil dos agroquímicos através do seu uso racional. A adoção de programas de monitoramento da resistência, antes mesmo do produto ser comercializado, favorece a longevidade de novos inseticidas.

Como a implementação de um programa de manejo da resistência é mais efetiva quando a frequência de resistência ainda é baixa, a coleta de subsídios para o manejo pró-ativo da resistência é uma ferramenta de grande importância para programas de manejo de resistência de artrópodes a pesticidas. Dentro deste contexto, a caracterização da linha-básica de suscetibilidade de *S. frugiperda* a metaflumizone antes da ocorrência de falhas de controle, em condições de campo, representa uma atitude pró-ativa dentro de um programa de manejo da resistência. A detecção da ausência de resistência cruzada com inseticidas piretróides é outra informação importante que serve como base para o manejo da resistência.

Os dados obtidos neste trabalho poderão servir como subsídios para estudos futuros de avaliação da evolução da resistência de *S. frugiperda* a metaflumizone, assim como para estudos de resistência cruzada com outros inseticidas. O novo inseticida metaflumizone apresenta-se como uma nova ferramenta para uso em programas de manejo da resistência, podendo ser rotacionado com outros produtos de diferentes modos de ação, inclusive em áreas onde ocorram altas frequências de resistência a piretróides. Devido ao seu favorável perfil toxicológico e ambiental, metaflumizone torna-se uma nova opção dentro de programas de manejo integrado de pragas.

#### 4 CONCLUSÕES

Concentrações diagnósticas de 32 e 100 µg de metaflumizone/mL de água destilada (ppm) são apropriadas para avaliar a suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* a metaflumizone.

Não há resistência cruzada entre metaflumizone e lambda-cyhalothrin para as linhagens de *S. frugiperda* avaliadas.

Metaflumizone na dose de 240 g I.A./ha é eficiente no controle de *S. frugiperda* e pode ser utilizado como uma alternativa em programas de manejo da resistência a inseticidas.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, M.; ARIF, M.I.; AHMAD, Z. Insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.88, p.771–776, 1995.
- BASF CORPORATION. **Metaflumizone Insecticide**. Worldwide technical brochure, July 2006, 19 p.
- BERGÉ, J.B.; FEYEREISEN, R.; AMICHOT, M. Cytochrome P450 monooxygenases and insecticide resistance in insects. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, v.353, p. 1701-1705, 1998.
- BREWER, M. J.; TRUMBLE, J. T.; ALVARADO-RODRÍGUEZ, B.; CHANEY, E. Beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) adult and larval susceptibility to three insecticides in managed habitats and relationship to laboratory selection for resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.83, p. 2136 – 2146, 1990.
- BUSATO, G. R.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; MARTIN, A. F. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul nas culturas do milho e arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, p. 525-529, 2002.
- BUSATO, G. R.; GRUTZMACHER, A. D.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; ZIMMER, P.D.; KOPP, M.M.; BANDEIRA, J.M.; MAGALHÃES, T.R. Análise da estrutura e diversidade molecular de populações de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) associadas às culturas do milho e arroz no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, p. 709-716, 2004.
- BUSATO, G. R.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; MARTIN, A. F. Suscetibilidade de lagartas dos biótipos milho e arroz de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas com diferentes modos de ação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, p. 15-20, 2006.
- CASIDA, J.E.; QUISTAD, G.B.; Golden Age of Insecticide Research: Past, Present or Future? **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.43, p. 1-16, 1998.
- CHEN, S.; YANG, Y.; WU, Y. Correlation between fenvalerate resistance and cytochrome P450-mediated o-demethylation activity in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.98, p.943-946, 2005.
- CROFT, B.A. **Arthropod biological control agents and pesticides**. New York: Wiley, 1990. 723p.

CROFT, B.A.; BROWN, A.W.A. Response of arthropod natural enemies to insecticides. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.20, p. 285-335, 1975.

CROFT, B. A.; VAN DE BANN, H. E. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. **Experimental & Applied Acarology**, Amsterdam, v.4, p. 277-300, 1988.

CUTLER, G.C.; SCOTT-DUPREE, C.; DUGAS, M.L.; DENG-YUAN, W. Susceptibility of Canadian Colorado potato beetle populations to imidacloprid and metaflumizone. **Resistant Pest Management Newsletter**, Michigan, v.16, p. 33-35, 2006.

DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cyhalothrin. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p. 311-316, 2001.

DOBZHANSKY, T. Genetics and the origin of species. 3rd ed. New York: Columbia University Press, 1951. 364 p

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2004. p. 217-227.

FEYEREISEN, R. Insect P450 Enzymes. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.44, p. 507-33, 1999.

FINNEY, D.J. **Probit analysis**. 3<sup>rd</sup> ed. London: Cambridge University, 1971. 333p.

GEORGHIOU, G.P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU, G.P.; SAITO, T. (Ed). **Pest resistance to pesticides**. New York: Plenum, 1983. p. 769-792.

GEORGHIOU, G.P.; TAYLOR, C.E. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.70, p. 319-323, 1977a.

GEORGHIOU, G.P.; TAYLOR, C.E. Operational influences in the evolution of insecticide resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.70, p. 653-658, 1977b.

GUNNING, R. Heliothis insecticide resistance continues to climb. **Australian Cottongrower**, Toowoomba, v.23, p. 71-71, 2002.

GUNNING, R,V.; DEVONSHIRE, A.L. Negative cross-resistance between Indoxacarb and pyrethroids in Australian *Helicoverpa armigera*: A tool for resistance management. **Resistant Pest Management Newsletter**, Michigan, v.11, p. 52, 2002.

HASSAN, S.A. Activities of the IOBC/WPRS working group “pesticide and beneficial organisms” Comparison. **Bulletin-OILB-SROP**, Montfavet, v.17, p. 1-5, 1994.

HEMPEL, K.; HESS, F.G.; BOGI, C.; FABIAN, E.; HELLWIG, J.; FEGERT, I. Toxicological properties of metaflumizone. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v.150, p.190-195, 2007.

HEWA-KAPUGE, S.; McDOUGALL, S.; HOFFMANN, A.A. Effects of Methoxyfenozide, indoxacarb, and other insecticides on the beneficial egg parasitoid *Trichogramma* nr. *Brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and field conditions. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.96, p.1083-1090, 2003.

INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. **The Irac eClassification**: an interactive mode of action (MoA) tool. Disponível em: <http://www.irac-online.org/eclassification/>. Acesso em: 30 jul. 2008.

JOSE, L.; ARMES, N.J.; FARLOW, R.; ALDRIDGE, K.; ROBI, F.; TEDESCHI, L. Metaflumizone, a new broad-spectrum insecticide for crop protection. In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS, 16, 2007, Glasgow. **Proceedings...** London, 2007. v.1 p.78-81.

KASTEN Jr., P.; PRECETTI, A.A.C.M.; PARRA, J.R.P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v.53, n1/2, p.68-78, 1978.

LABBE, P.; LENORMAND, T.; RAYMOND, M. On the world wide spread of an insect resistance gene: a role for local selection. **Journal of Evolutionary Biology**, Basel, v.18, p. 1471-1484, 2005.

LEORA SOFTWARE. **POLO-PC**: a user's guide to Probit Or LOGit analysis. Berkeley, 1987. 20p.

LI, X.; SCHULER, M.A.; BERENBAUM, M.R. Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 52, p.231-253, 2007.

MARTINELLI, S.; CLARK, P.L.; ZUCHI, M.I.; SILVA-FILHO, M.C; FOSTER, J.E., OMOTO, C. Genetic structure and molecular variability of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) collected in maize and cotton fields in Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 97, p. 1-7, 2007.

MARTINELLI, S.; MONTRAZI, R.B.; ZUCHI, M.I.; SILVA-FILHO, M.C; OMOTO, C. Molecular variability of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations associated to maize and cotton crops in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, p. 519-526, 2006.

MATSON, P.A.; PARTON, W.J.; POWER, A.G.; SWIFT, M.J. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, Washington, v.277, p. 504-508, 1997.

MORRILLO, F.; NOTZ, A. Resistência de *Spodoptera frugiperda* a lambdacialotrina y metomil. **Entomotropica**, Maracay, v.16, p. 79-87, 2001.

- MURRAY, D.A.H.; LLOYD R.J.; HOPKINSON, J.E. Efficacy of new insecticides for management of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) in Australian grain crops. **Australian Journal of Entomology**, Melbourne, v.44, p. 62-67, 2005.
- N'GUESSAN, R.; CORBEL, V.; BONNET, J.; YATES, A.; ASIDI, A.; BOKO, P.; ODJO, A.; AKOGBÉTO, M.; ROWLAND, M. Evaluation of indoxacarb, an oxadiazine insecticide for the control of pyrethroid-resistant *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 44, p. 270-276, 2007.
- PASHLEY, D. P. Host-associated genetic differentiation in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): a sibling species complex? **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v.79, p. 898-904, 1986.
- PASHLEY, D. P.; HAMMOND, A.M.; HARDY, T.N. Reproductive isolating mechanisms in fall armyworm host strains. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v.85, p. 400-405, 1992.
- PASHLEY, D.P.; MARTIN, J.A. Reproductive incompatibility between host strains of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v.80, p. 731-733, 1987.
- PHILLIPS McDOUGALL. A Consultancy Study for CropLife International. **Agrochemical Industry Research and Development Expenditure**. United Kingdom, Sep. 2005. 30 p. Disponível em <http://www.croplife.org>.
- RAMASUBRAMANIAN, T.; REGUPATHY, A. Pattern of cross-resistance in pyrethroid-selected populations of *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) from India. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.128, p. 583-587, 2004.
- RANSON, H.; NIKOUT, D.; HUTCHINSON, M.; WANG, X.; ROTH, C.W.; HEMINGWAY, J.; COLLINS, F. H. Molecular analysis of multiple cytochrome P450 genes from the malaria vector, *Anopheles gambiae* . **Insect Molecular Biology**, Oxford, v.11, p. 409-418, 2002.
- RAZAQ, M.; SUHAIL, A.; ARIF, M.J.; ASLAM, M.; SAYYED, A.H. Effect of rotacional use of insecticides on pyrethroids resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.131, p. 460-465, 2007.
- RIZZO, H.F.; LA ROSA, F.R. Aspectos morfológicos y biológicos de la “oruga militar tardia” (*Spodoptera frugiperda*) (Lep.: Noctuidae). **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v.13, p. 193-199, 1992.
- ROUSH, R.T.; McKENZIE, J.A. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.32, p. 361-380, 1987.
- ROUSH, R.T.; MILLER, G.L. Considerations for design of insecticide resistance monitoring programs. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.79, p. 293-298, 1986.

RUBERSON, J.R.; TILLMAN, P.G. Effect of selected insecticides on natural enemies in cotton: laboratory studies. In: DUGGER, P.; RICHTER, D. (Ed.), BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 1999. Orlando. **Proceedings...** Florida: National Cotton Council, Memphis, 3-7 Jan 1999. v.2 p. 1210 - 1213.

SALGADO, V.L. Slow voltage-dependent block of Na<sup>+</sup> channels in crayfish nerve by dihydropyrazole insecticides. **Molecular Pharmacology**, Baltimore, v.41, p. 120-126, 1992.

SAYYED, A.H.; AHMAD, M.; SALEEM, M.A. Cross-resistance and genetics of resistance to indoxacarb in *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.101, p. 472-479, 2008.

SAYYED, A.H.; ATTIQUE, M.N.R.; KHALIQ, A. Stability of field-selected resistance to insecticides in *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) from Pakistan. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.129 (9/10), p. 542-547, 2005.

SAYYED, A.H.; ATTIQUE, M.N.R.; KHALIQ, A.; WRIGHT, D.J. Inheritance of resistance and cross-resistance to deltamethrin in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) from Pakistan. **Pest Management Science**, Sussex, v.61, p. 636-642, 2005.

SAYYED, A.H.; WRIGHT, D.J. Genetics and evidence of an esterase-associated mechanism of resistance to indoxacarb in a field population of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). **Pest Management Science**, Sussex, v.62, p. 1045-1051, 2006.

SCOTT, J.G.; LIU, N.; WEN, Z. Insect cytochromes P450: diversity, insecticide resistance and tolerance to plant toxins. **Comparative Biochemistry and Physiology**. Part C 121, Amsterdam, p. 147-155, 1998.

SHONO, T.; ZHANG, L.; SCOTT, J.G. Indoxacarb resistance in the house fly, *Musca domestica*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v.80, p. 106-112, 2004.

SMIRLE, M.J.; LOWERY, D.T.; ZUROWSKI, C.L. Resistance and cross-resistance to four insecticides in populations of obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.95, p. 820-825, 2002.

STUDEBAKER, G.E.; KRING, T.J. Lethal and sub-lethal effects of selected insecticides on *Orius insidiosus*. In: DUGGER, P.; RICHTER, R. (Ed.). In: BELTWIDE COTTON CONF. ORLANDO, 1999. Memphis. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1999. v.2 p. 1203-1204.

TABASHNIK, B. E.; CUSHING, N.L.; JOHNSON, M.W. Diamondback moth (Lepidoptera : Plutellidae) resistance to insecticides in Hawaii: Intra-island variation and cross-resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.80, p. 1091-1099, 1987.

TAKAGI, K.; HAMAGUCHI, H.; NISHIMATSU, T.; KONNO, T. Discovery of metaflumizone, a novel semicarbazone insecticide. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v.150, p.177-181, 2007.

VIEGAS, C.J. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, p. 390-400, 2003.

WING, K.D.; ANDALORO, J.T.; McCANN, S.F.; SALGADO, V.L. Indoxacarb and the Na<sup>+</sup> channel blockers: chemistry, physiology and biology in insects. comprehensive molecular insect science In: GILBERT L.I.; IATROU K.; AND GILL S. (Ed.). **Insect control**. Amsterdam; Boston: Elsevier, 2005. v. 6, p. 30-53.

WING, K.D.; SACHER, M.; KAGAYA, Y.; TSURUBUCHI, Y.; MULDERIG, L.; CONNAIR, M.; SCHNEE, M. Bioactivation and mode of action of the oxadiazine indoxacarb in insects. **Crop Protection**, Guildford, v.19, p. 537-545, 2000.

XU, J., SHELTON, A.M.; CHENG, X. Variation in susceptibility of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) to permethrin. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 94, p. 541-546, 2001.

YOUNG, J.R.; MCMILLIAN, W.W. Differential feeding by two strains of fall armyworm larvae on carbaryl surfaces. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 72, p. 202-204, 1979.

YU, S.J. Insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v.39, p. 94-91, 1991.

YU, S.J. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, p. 675-682, 1992.

YU, S.J. Insensitivity of acetylcholinesterase in a field strain of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 84, p. 135-142, 2006.

YU, S.J.; McCORD, E.Jr. Lack of cross-resistance to indoxacarb in insecticide-resistant *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Pest Management Science**, Sussex, v. 63, p. 63-67, 2007.

YU, S.J.; NGUYEN, S.N; ABO-ELGHAR, G.E. Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v.77, p. 1-11, 2003.

ZHAO, J.-Z.; LI, Y.X.; COLLINS, H.L.; GUSUKUMA-MINUTO, L.; MAU, R.F.L.; THOMPSON, G.D.; SHELTON, A.M. Monitoring and characterization of diamondback moth resistance to spinosad. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 95, p. 430-436, 2002.

ZHAO, J.-Z.; COLLINS, H.L.; LI, Y.-X.; MAU, R.F.L.; THOMPSON, G.D.; HERTLEIN, M.; ANDALORO, J.T.; BOYKIN, R.; SHELTON, A.M. Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad, indoxacarb, and emamectin benzoate. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, p. 176-181, 2006.

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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