

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR NORTE - RS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA:  
AGRICULTURA E AMBIENTE**

**BASES PARA O MANEJO DE PRAGAS DE DIFÍCIL  
CONTROLE EM SOJA: EFICIÊNCIA DE  
INSETICIDAS PARA *HELICOVERPA ARMIGERA* E  
EFEITO SISTÊMICO DE NEONICOTINÓIDE SOBRE  
*EUSCHISTUS HEROS***

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Cassiano Carlos Kuss**

**Frederico Westphalen, RS, Brasil.  
2015**

**BASES PARA O MANEJO DE PRAGAS DE DIFÍCIL  
CONTROLE EM SOJA: EFICIÊNCIA DE  
INSETICIDAS PARA *HELCOVERPA ARMIGERA* E  
EFEITO SISTÊMICO DE NEONICOTINÓIDE SOBRE  
*EUSCHISTUS HEROS*.**

**Cassiano Carlos Kuss**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, da Universidade  
Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do  
grau de **Mestre em Agronomia**.

**Orientador: Prof. Dr. Claudir José Basso**

**Frederico Westphalen, RS, Brasil.  
2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo autor.

KUSS, CASSIANO CARLOS

BASES PARA O MANEJO DE PRAGAS DE DIFÍCIL CONTROLE EM SOJA: EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS PARA *HELICOVERPA ARMIGERA* E EFEITO SISTÊMICO DE NEONICOTINÓIDE SOBRE *EUSCHISTUS HEROS*/ CASSIANO CARLOS KUSS. – 2015.

62p.; 30cm

Orientador: Claudir José Basso

Coorientador: Samuel Roggia

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, CESNORS - FW, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, RS, 2015.

1. CONTROLE DE *Helicoverpa armigera* EM SOJA COM INSETICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS 2. EFEITO SISTÊMICO DO INSETICIDA NEONICOTINÓIDE TIAMETOXAM EM PLANTAS DE SOJA SOBRE O PERCEVEJO – MARROM *Euschistus heros* I. Basso, Claudir José II. Roggia, Samuel III. Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Cassiano Carlos Kuss. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Linha Sete de Setembro s/n – BR 386, km 40. CEP 98400-000 - Frederico Westphalen, RS, Brasil.

Fone (55) 96033465; Endereço eletrônico: cassianok2012@gmail.com

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Educação Superior Norte - RS  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia:  
Agricultura e Ambiente**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**BASES PARA O MANEJO DE PRAGAS DE DIFÍCIL  
CONTROLE EM SOJA: EFICIÊNCIA DE  
INSETICIDAS PARA *HELICOVERPA ARMIGERA* E  
EFEITO SISTÊMICO DE NEONICOTINÓIDE SOBRE  
*EUSCHISTUS HEROS*.**

elaborada por  
**Cassiano Carlos Kuss**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Claudir José Basso, Dr.**  
(Presidente/ Orientador)

---

**Samuel Roggia, Dr.** (Embrapa Soja/ Examinador)

---

**Roni Paulo Fortunato, Dr.** (UFSM/ Examinador)

Frederico Westphalen, 20 de fevereiro de 2015.

À

Minha família,

meus pais Nelson e Cleni, minha irmã Rejane, e a  
minha namorada Luana.

**DEDICO** este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela graça de me orientar sempre pelo melhor caminho, por ter me concedido minha família e amigos, pelo meu trabalho, e sobre tudo pela sua presença sempre em minha vida.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Agricultura e Ambiente (PPGAAA) pela oportunidade de cursar o Mestrado, propiciando-me o acesso à Pós-Graduação pública, gratuita e de qualidade.

À coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior – CAPES, pela concessão da bolsa.

Ao professor Eng. Agr. Dr. Claudir José Basso, pela orientação, incentivos à pesquisa, confiança, paciência e amizade.

Aos demais professores e coordenação do PPGAAA, pela contribuição na minha formação pessoal e profissional, baseada nos ensinamentos transmitidos, exemplos e convivência durante o período que se passou.

Aos colegas da terceira turma de mestrado do PPGAAA, pela amizade, companheirismo, contribuições, convivência e momentos de descontração vivenciados.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Agricultura: Osmar Henrique Pias, Juliano Berghetti, Dionei Schimidt Muraro, Lucindo Somavilla, Luan Cutti, Rosano F. Dagios, Diego Alan e Breno Marron. Aos colegas de apartamento Luciano C. Cancian, Muricio H. Barbosa, Douglas R. Bergeijer e Pablo Pretto pela amizade, apoio e incentivo.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja, por abrir as portas e disponibilizar toda estrutura para realização dos experimentos.

Ao Dr. Samuel Roggia por toda orientação, conhecimento transmitido, amizade, compreensão, disponibilidade e empenho para realização de todos os experimentos e orientação na elaboração dos artigos e da dissertação.

À Dra. Maria Cristina Neves de Oliveira pelas orientações no delineamento experimental e análises estatísticas dos experimentos, e pela amizade.

Aos funcionários Miguel P. de Sousa, Ivanilda L. Soldório, Jovenil J. Silva, Antonio Pavão, Nivaldo Ferreira, Elias C. de Sousa, Sérgio H. da Silva e Vilma C. de Sá da Embrapa Soja, pelos conhecimentos, companheirismo, amizade e por todo auxílio nos experimentos.

Aos funcionários dos diferentes setores da Embrapa soja que pelo seu brilhante trabalho nos permitem realizar nossas atividades de forma mais satisfatória e produtiva.

Aos estagiários da Embrapa Soja, Fernando Ferrari, Mariane Sismeiro, Helen Mandelli, Diandra Achre, Edenilson C. Maziero, Jeissiane A. Eduardo, Rafael Hayashida, Henrique T. Melo, Izakiele Soares, Lorena Vaz e Lucas Sartori, por toda ajuda, dedicação, companheirismo e amizade.

Em especial, aos meus pais, Nelson Bertholdo Kuss e Cleni Roppa Kuss por todos bons valores e educação transmitidos, todo incentivo, apoio e compreensão nos momentos de distância, enfim, pelos exemplos de vida, de família, de trabalho com amor à “terra”, nosso valioso solo.

A minha namorada Luana Paula Candaten pelo apoio, confiança e compreensão durante todo o período deste curso.

A minha querida irmã Rejane C. R. Kuss Roggia, por todo apoio, incentivo e motivação, além de todo ensinamento e colaboração na realização dos experimentos e pela ajuda na elaboração dos artigos.

Enfim, a todos aqueles não citados, que contribuíram diretamente e indiretamente para que eu vencesse mais esta importante etapa de minha vida.

A todos vocês, **MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente  
Universidade Federal de Santa Maria

### **BASES PARA O MANEJO DE PRAGAS DE DIFÍCIL CONTROLE EM SOJA: EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS PARA *HELICOVERPA ARMIGERA* E EFEITO SISTÊMICO DE NEONICOTINÓIDE SOBRE *EUSCHISTUS HEROS***

AUTOR: CASSIANO CARLOS KUSS  
ORIENTADOR: CLAUDIR JOSÉ BASSO  
Frederico Westphalen, RS, 20 de fevereiro de 2015.

A intensificação do ataque de percevejos e lagartas são ameaças fitossanitárias que preocupam diversos setores da cadeia produtiva da soja, tanto pela dificuldade de controle como pelo potencial de dano que esses apresentam. A partir da safra 2012/2013 uma nova espécie de lagarta, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), foi detectada no Brasil. Visando proteger as lavouras do seu ataque o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) autorizou o uso emergencial de diversas moléculas de inseticidas. Assim, foi conduzido um estudo com objetivo de avaliar o desempenho de inseticidas autorizados emergencialmente para o controle de *H. armigera* em soja. Em um experimento folhas obtidas de plantas pulverizadas em campo foram fornecidas para lagartas de segundo e quarto instar em laboratório. Em outro foi realizada pulverização sobre plantas previamente infestadas com lagartas de segundo e terceiro instar em campo. Flubendiamida, clorantraniliprole, clorfenapir, indoxacarbe e metoxifenoza foram os inseticidas com melhor eficiência e controle de *H. armigera* no experimento em laboratório e os inseticidas biológicos, baculovírus (HzSNPV) e Bt (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1), apresentam mortalidade intermediária. No experimento em campo flubendiamida, espinosade, baculovírus e Bt apresentaram eficiência satisfatória. O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae), é a espécie de percevejo mais amplamente distribuída no Brasil e a que apresenta maior dificuldade de controle. Inseticidas neonicotinóides são um dos principais grupos de produtos utilizados para o controle de percevejos e o estudo da sua sistemicidade é de grande importância para dar bases para a tecnologia de aplicação, visando otimizar o controle da praga e racionalizar seu uso. Assim, foi realizado um estudo com objetivo de avaliar o efeito sistêmico do inseticida neonicotinóide tiametoxam em planta de soja sobre a mortalidade do percevejo-marrom *E. heros*. Diferentes estratos de plantas de soja, cultivadas em vaso, foram seletivamente pulverizadas e infestadas com adultos de *E. heros*, para estudar o efeito sistêmico do produto. Os resultados indicam que há translocação ascendente do tiametoxam em plantas de soja no estádio R5.2, enquanto que em R6 não foi observado efeito sistêmico desse produto sobre *E. heros*.

**Palavras-chaves:** ameaças fitossanitárias, inseticidas químicos, inseticidas biológicos, tiametoxam, translocação.

## ABSTRACT

Master Dissertation  
Graduate Program in Agronomy: Agriculture and Environment  
Federal University of Santa Maria

### **BASIS FOR MANAGEMENT OF HARD CONTROL' PESTS IN SOYBEAN: INSECTICIDES EFFICIENCY FOR *Helicoverpa armigera* AND SYSTEMIC EFFECT OF NEONICOTINOIDS ON *Euschistus heros***

AUTHOR: CASSIANO CARLOS KUSS  
ADVISOR: CLAUDIR JOSÉ BASSO  
Frederico Westphalen, RS, February 20, 2015.

The intensification of the attack of stink bugs and caterpillars on soybean are phytosanitary threats that concern various sectors of the soybean production chain, because of the difficulty of control as the damage potential that these present. From the 2012/2013 crop a new species of caterpillar, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), was detected in Brazil. To protect the crops of your attack the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA) authorized the emergency use of various insecticides molecules. Thus, a study was conducted to evaluate the performance of insecticides emergency basis allowed for *H. armigera* control in soybeans. In an experiment leaves obtained from treated plants in the field were provided to second and fourth instar larvae in the laboratory. In another spraying was performed on previously infested plants with second and third instar larvae in the field. Flubendiamide, cloranthraniliprole, chlorfenapyr, indoxacarb and methoxyfenozide were insecticides with greater efficiency and control of *H. armigera* in laboratory experiment and biological insecticides, baculovirus (HzSNPV) and Bt (*Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki HD-1), have intermediate mortality. In the experiment in flubendiamide field, spinosad, baculovirus and Bt showed satisfactory efficiency. The brown stink bug, *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae), is the kind of bug more widely distributed in Brazil and which is more difficult to control. Neonicotinoid insecticides are one of the main groups of products used to control stink bugs and the study of their systemicity is of great importance for the foundation for the application of technology to optimize pest control and rationalize their use. Thus, a study was conducted to evaluate the effect of systemic insecticide thiamethoxam neonicotinoid in soybean plant on mortality of brown stink bug *E. heros*. Different strata of soybean plants grown in pots, were selectively sprayed and infested with *E. heros* adults to study the systemic effects of the product. The results indicate that there is upward translocation of thiamethoxam in soybean at R5.2, while in R6 was not observed systemic effect of this product on *E. heros*.

**Keywords:** phytosanitary threats, chemical insecticides, biological insecticides, thiamethoxam, translocation.

## LISTA DE TABELAS

### Artigo I

- Tabela 1 - Descrição dos produtos utilizados na avaliação de eficiência para o controle de *Helicoverpa armigera*, Embrapa Soja, Londrina, PR, safra agrícola 2013/14.....21
- Tabela 2 - Mortalidade acumulada e efeitos subletais devido à exposição de lagartas de 2º e 4º instar de *Helicoverpa armigera* a inseticidas biológicos e químicos a partir de 24 e 72 horas da pulverização em plantas de soja, Embrapa Soja, Londrina, PR, safra agrícola 2013/14.....25
- Tabela 3 - Tempo para 50% (TL50) e 80% (TL80) de mortalidade das lagartas de 2º e 4º instar de *Helicoverpa armigera* expostas a inseticidas biológicos e químicos a partir de 24 e 72 horas da pulverização em plantas de soja, Embrapa Soja, Londrina, PR, safra agrícola 2013/14.....29
- Tabela 4 - Eficiência de controle de inseticidas biológicos, espinosade e flubendiamida sobre lagartas de 2º e 3º instar de *Helicoverpa armigera*, infestadas em plantas de soja em campo. Embrapa Soja, Londrina, PR, safra agrícola 2014/15.....30

### Artigo II

- Tabela 1 - Sobrevivência do percevejo *Euschistus heros* em resposta ao efeito sistêmico de tiametoxam aplicado em dois diferentes estratos de planta de soja no estágio R5.2 (enchimento de grãos). Infestação inicial com quatro percevejos por estrato.....45

- Tabela 2 - Sobrevivência do percevejo *Euschistus heros* em resposta ao efeito sistêmico de tiametoxam aplicado em três diferentes estratos de planta de soja no estágio R6 (grãos cheios). Infestação inicial com cinco percevejos por estrato.....45
- Tabela 3 - Sobrevivência do percevejo *Euschistus heros* em resposta a exposição ao grão e a casca dos legumes de soja obtidas de três estratos de plantas de soja pulverizadas com tiametoxam no estágio R6 (grãos cheios). Infestação inicial com quatro percevejos por unidade experimental.....48

## LISTA DE FIGURAS

### Artigo I

- Figura 1 - Folhas de ponteiro oferecidas para lagarta *Helicoverpa armigera* de 2º instar e folhas do ultimo trifólio expandido fornecido para lagarta *Helicoverpa armigera* de 4º instar.....22
- Figura 2 - Dados meteorológicos. Londrina, PR, Brasil. Precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C) e radiação global total diárias ( MJ/m<sup>2</sup>), no período 14 de março de 2014 até 10 de abril de 2014.....23

### Artigo II

- Figura 1 - Planta de soja pronta para a aplicação de tiametoxam, com o estrato superior protegido por saco plástico. Londrina, PR, Embrapa Soja 2014.....42
- Figura 2 - Preparação das plantas de soja e separação dos estratos individualizados com gaiolas de voal, Londrina PR, Embrapa Soja 2014.....43

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 ARTIGO I: CONTROLE DE <i>Helicoverpa armigera</i> EM SOJA COM INSETICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS</b> .....	<b>17</b>
2.1 Resumo .....	17
2.2 Abstract.....	18
2.3 Introdução.....	19
2.4 Material e Métodos .....	20
2.5 Resultados e Discussão .....	24
2.6 Conclusões .....	30
2.7 Referências Bibliográficas .....	31
<b>3 ARTIGO II: EFEITO SISTÊMICO DO INSETICIDA NEONICOTINÓIDE TIAMETOXAM EM PLANTAS DE SOJA SOBRE O PERCEVEJO-MARRON <i>Euschistus heros</i></b> .....	<b>35</b>
3.1 Resumo .....	35
3.2 Abstract.....	36
3.3 Introdução.....	37
3.4 Material e Métodos .....	40
3.5 Resultados e Discussão .....	45
3.6 Conclusão .....	49
3.7 Referências Bibliográficas .....	49
<b>4 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES</b> .....	<b>52</b>
<b>5 CONCLUSÃO FINAL</b> .....	<b>54</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja é um dos principais produtos do agronegócio brasileiro com 31,6 milhões de ha cultivados e produção de 95,9 milhões de toneladas, o que representa 47,4% do total da produção nacional de grãos (CONAB, 2015). A cadeia produtiva da soja é de grande importância para a economia brasileira e tem contribuído substancialmente para a balança comercial com exportações de 65,8 milhões de toneladas (CONAB, 2015). A soja tem contribuído também para a sustentabilidade econômica e social de diversas regiões do Brasil, no entanto, o surgimento de ameaças fitossanitárias tem chamado a atenção de diversos setores da sua cadeia produtiva, os quais têm buscado minimizar tais ameaças e reduzir o risco de perdas de produtividade da cultura. Dentre os diversos fatores que têm afetado negativamente a produção da soja, nos últimos anos, tem ganhando importância o ataque de percevejos e lagartas, que são considerados os dois principais grupos de pragas da cultura no Brasil.

A partir da safra 2012/2013 uma nova espécie de lagarta, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), passou a preocupar produtores e pesquisadores. A praga, que até então era considerada quarentenária A1 no Brasil, foi detectada e identificada em 2013 pela primeira vez nos estados de Goiás, Mato Grosso, Bahia e Paraná (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013; TAY et al., 2013). Poucos meses depois foi registrada em outros países da América do Sul como o Paraguai (SENAVE, 2013) e a Argentina (MURÚA et al., 2014).

A lagarta *H. armigera* é considerada uma das principais pragas agrícolas no mundo, e seus prejuízos anuais são estimados em US\$ 5 bilhões devido aos gastos com o seu controle e as perdas de produção (LAMMERS; MACLEOD, 2007). Segundo estes autores, metade dos inseticidas utilizados na Índia e China são destinados ao controle de *H. armigera* e os agricultores gastam até 40% de sua receita anual com inseticidas para essa praga. As lagartas de *H. armigera* atacam tanto estruturas vegetativas quanto reprodutivas de seus hospedeiros como cotilédones, folhas, flores e frutos (JOHNSON; ZALUCKI, 2005), e por se alimentarem diretamente das estruturas responsáveis pelos componentes do rendimento, tem potencial de causar perdas representativas.

Devido a incidência generalizada de *H. armigera* em vários estados do Brasil e o risco de perdas causadas pelo seu ataque o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou, até meados de novembro de 2014, pelo menos 22 atos normativos relacionados à declaração de estado de emergência fitossanitária, permissão de importação, uso emergencial e registro especial temporário (RET) de inseticidas, visando a supressão da praga e minimização dos seus danos em culturas agrícolas no país (SISLEGIS, 2014).

Na cultura da soja, antes de 2013, praticamente não existiam inseticidas registrados para *Helicoverpa* spp., então a definição dos inseticidas e doses a serem autorizados foi baseada no que se conhece para o controle da praga em outros países ou na lista de inseticidas registrados no Brasil para outras espécies de lagartas, como *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae), (Embrapa, 2013). Assim, frente à importância de *H. armigera*, é necessário estudar mais detalhadamente o desempenho desses inseticidas nas condições de cultivo da soja no Brasil.

Outro grupo de pragas considerado de importância para a soja no Brasil são os percevejos (TURNIPSEED; KOGAN, 1976; PANIZZI; SLANSKY, 1985). Os percevejos apresentam elevado potencial de dano, pois atacam diretamente os legumes e os grãos, causando perdas no rendimento e qualidade da produção (CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002). Dos percevejos-praga da soja, o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae), é a principal espécie no Brasil, com ampla distribuição e maior tolerância a inseticidas (SOSA-GÓMEZ et al., 2009). É uma espécie que aumentou em proporção nos últimos anos em todo território nacional sendo dominante entre as espécies de pentatomídeos (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009; PANIZZI et al., 2012).

Em uma lavoura de soja podem ocorrer diversos agentes de controle natural que contribuem substancialmente para a regulação populacional do percevejo (CORRÊA-FERREIRA, 2003), no entanto, na maior parte dos casos a densidade populacional da praga atinge o nível de ação determinando a necessidade de adoção de medidas de controle para proteger a lavoura dos seus danos. Métodos de controle biológico aplicado, ferramentas de biotecnologia e resistência de plantas ainda não estão disponíveis comercialmente em larga escala para serem usados pelos agricultores para o manejo da praga. Assim o controle químico tem sido uma das principais ferramentas adotadas para a proteção da lavoura contra o ataque de percevejos.

Com a retirada do mercado brasileiro de alguns dos inseticidas do grupo químico dos organofosforados, utilizados para o manejo de percevejos, ocorreu aumento da taxa de uso de

inseticidas do grupo dos neonicotinóides no país, seguindo a tendência mundial de aumento de uso deste grupo (Elbert et al., 2008).

Os inseticidas neonicotinóides são considerados tóxicos para insetos e pouco tóxicos para os mamíferos, aves, peixes, moluscos, crustáceos (*Daphnia*), minhocas (*Eisenia phoetida*) e algas verdes (MAIENFISCH et al., 2001). O tiametoxam faz parte da segunda geração de neonicotinóides, e foi lançado no mercado em 1998. Dez anos após já estava presente em 64 países, sendo utilizado em 115 cultivos (ELBERT et al., 2008). O tiametoxam é o segundo neonicotinóide mais comercializado no mundo. Desde o lançamento dos neonicotinóides no mercado estudos tem indicado que esses apresentam riscos para abelhas. A interação de abelhas com neonicotinóides nas condições brasileiras precisa ser mais amplamente estudada, no entanto, alguns inseticidas desse grupo (imidacloprido, tiametoxam e clotianidina) estão em processo de avaliação e medidas de restrição de seu uso foram adotadas em caráter cautelar (IBAMA, 2012; ROCHA, 2012).

Assim ganham importância estudos relacionados a inseticidas neonicotinóides, como o tiametoxam, quanto a sua dinâmica e efeito sistêmico na planta de soja visando aprimorar o manejo de percevejos, bem como, embasar estudos do seu impacto sobre organismos benéficos, como abelhas.

Considerando a importância da lagarta *H. armigera* e do percevejo *E. heros* para a cultura da soja, seu potencial de dano e dificuldade de controle, foi realizado um estudo com objetivo de avaliar o desempenho de inseticidas químicos e biológicos autorizados emergencialmente em soja sobre o controle da lagarta *H. armigera* e outro com objetivo de avaliar o efeito sistêmico do inseticida tiametoxam em planta de soja sobre o percevejo *E. heros*.

## 2 ARTIGO I: CONTROLE DE *Helicoverpa armigera* EM SOJA COM INSETICIDAS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

### 2.1 Resumo

O estudo objetivou avaliar o desempenho de inseticidas autorizados emergencialmente para o controle de *Helicoverpa armigera* em soja. Sete inseticidas foram pulverizados em soja em campo e diariamente lagartas de 2º instar em laboratório receberam folhas do ponteiro destas plantas e lagartas de 4º instar receberam a última folha trifoliolada que encontrava-se completamente expandida no momento da pulverização. Grupos distintos de lagartas receberam folhas tratadas a partir de 24 e 72 horas da pulverização. Flubendiamida, clorantraniliprole, clorfenapir, indoxacarbe e metoxifenoazida, causaram 100% de mortalidade de lagartas de 4º instar. Baculovírus (HzSNPV) e *Bacillus thuringiensis* (Bt var. *kurstaki* HD-1), apresentam mortalidade intermediária. Para lagartas de 2º instar, flubendiamida e clorantraniliprole proporcionaram mortalidade de 100% e clorfenapir e metoxifenoazida proporcionam mortalidade intermediária (40-57%). Os inseticidas com menor tempo letal para lagartas de 4º instar foram flubendiamida, clorantraniliprole e clorfenapir, e para lagartas de 2º instar foram flubendiamida e clorantraniliprole. Após 72 horas da pulverização o desempenho dos inseticidas não foi satisfatório, indicando que aplicações preventivas podem não proteger adequadamente a soja ao ataque de *H. armigera*. Um estudo adicional, com infestação de lagartas em campo, indicou eficiência satisfatória de flubendiamida, espinosade, baculovírus e diferentes formulações de Bt.

**Palavras-chave:** Heliothinae, ameaça fitossanitária, praga invasora, MIP-Soja.

## 2 ARTICLE I: CONTROL OF *Helicoverpa armigera* IN SOYBEAN WITH CHEMICAL AND BIOLOGICAL PESTICIDES

### 2.2 Abstract

The study aimed to evaluate the performance of insecticides authorized on emergency basis to control of *Helicoverpa armigera* in soybean. Seven insecticides were sprayed on soybean field and daily 2nd instar larvae in laboratory received the plant pointer leaves and 4th instar larvae received the last fully expanded leaf at the time of spraying. Different larvae groups received treated leaves from 24 to 72 hours of spraying. Flubendiamide, chlorantraniliprole, chlorfenapyr, indoxacarb and methoxyfenozide, caused 100% mortality of larvae of 4th instar. Baculovirus (HzSNPV) and *Bacillus thuringiensis* (var. Kurstaki HD-1) had intermediate mortality. For 2nd instar larvae, flubendiamide and chlorantraniliprole provided 100% mortality and chlorfenapyr and methoxyfenozide provide intermediate mortality (40-57%). The insecticides with less lethal time for 4th instar larvae was flubendiamide, chlorantraniliprole and chlorfenapyr, and for 2nd instar larvae was flubendiamide and chlorantraniliprole. After 72 hours of spraying the performance of insecticides was not satisfactory, indicating that preventive applications may not adequately protect soybeans to *H. armigera* attack. An additional study, with larvae infestation in the field, indicated satisfactory efficiency flubendiamide, spinosad, baculovirus and different Bt formulations.

**Keywords:** Heliiothinae, phytosanitary threat, invasive pest, soybean IPM.

## 2.3 Introdução

*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie com ampla distribuição geográfica na Europa, Ásia, África e Oceania (EPPO, 2006). Em 2013 foi relatada pela primeira vez nas Américas, no Brasil, nos estados de Goiás, Mato Grosso, Bahia e Paraná (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013; TAY et al., 2013), antes disso era considerada praga quarentenária no Brasil. Poucos meses depois foi registrada no Paraguai (SENAVE, 2013) e Argentina (MURÚA et al., 2014).

Segundo Reed e Pawar (1982) *H. armigera* é uma espécie polífaga que ocorre em mais de 60 espécies de plantas cultivadas e pelo menos 67 espécies de outras plantas, em 39 famílias botânicas ao longo da África, Ásia e Australásia. Mais recentemente, Cunningham e Zalucki (2014) listaram 177 gêneros de plantas hospedeiras de *H. armigera*, dentre as quais há várias espécies de importância econômica para o Brasil como soja (*Glycine max*), algodão (*Gossypium hirsutum*), milho (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), arroz (*Oryza sativa*), aveia (*Avena sativa*), sorgo (*Sorghum bicolor*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), amendoim (*Arachis hypogaea*), girassol (*Helianthus annuus*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), batata (*Solanum tuberosum*) e guandú (*Cajanus cajan*).

As lagartas de *H. armigera* atacam tanto estruturas vegetativas quanto reprodutivas de seus hospedeiros como cotilédones, folhas, flores e frutos (JOHNSON; ZALUCKI, 2005). Esta espécie apresenta ampla capacidade de dispersão (FARROW; DALY, 1987) e pode migrar até 1000 km de distância (PEDGLEY, 1985), consegue sobreviver em condições adversas (KARIM, 2000; MIRONIDIS et al., 2010) e tem alto potencial reprodutivo (NASERI et al., 2009a, 2009b). Tais características associadas a ampla distribuição geográfica e diversidade de plantas hospedeiras possibilita elevada capacidade de disseminação e tem contribuído para sua rápida adaptação às diversas regiões agrícolas brasileiras, oferecendo riscos para diferentes sistemas produtivos.

A lagarta *H. armigera* é considerada uma das principais pragas agrícolas no mundo, estimam-se prejuízos anuais de US\$ 5 bilhões devido aos gastos com o seu controle e as perdas de produção (LAMMERS; MACLEOD, 2007). Segundo estes autores, metade dos inseticidas utilizados na Índia e China é destinada ao controle de *H. armigera* e os agricultores gastam até 40% de sua receita anual com inseticidas para essa praga. Sharma

(2005) estima que, anualmente nos trópicos semi-áridos, o ataque de Heliothinae gera perdas de US\$ 2 bilhões e que são gastos US\$ 500 milhões para o seu controle.

Frente a incidência generalizada de *H. armigera* no Brasil e o risco de perdas causadas pelo seu ataque o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou, até meados de novembro de 2014, pelo menos 22 atos normativos relacionados à declaração de estado de emergência fitossanitária, permissão de importação, uso emergencial e registro especial temporário (RET) de inseticidas, visando a supressão da praga e minimização dos seus danos em culturas agrícolas no país (SISLEGIS, 2014). O MAPA concedeu a permissão de uso emergencial de inseticidas químicos e biológicos de diversos grupos químicos e mecanismos de ação para controle de *Helicoverpa* spp.. Na cultura da soja, antes de 2013, praticamente não existiam inseticidas registrados para *Helicoverpa* spp., então a definição dos inseticidas e doses a serem autorizados foi baseada no que se conhece para o controle da praga em outros países ou na lista de inseticidas registrados no Brasil para outras espécies de lagartas em soja e em outras culturas (Embrapa, 2013). Assim, frente a importância de *H. armigera* para a soja são necessários estudos de forma mais detalhados do desempenho desses inseticidas nessa cultura. Assim, foi realizado um estudo com objetivo de avaliar o desempenho de inseticidas químicos e biológicos autorizados emergencialmente em soja sobre o controle de *H. armigera*.

## 2.4 Material e Métodos

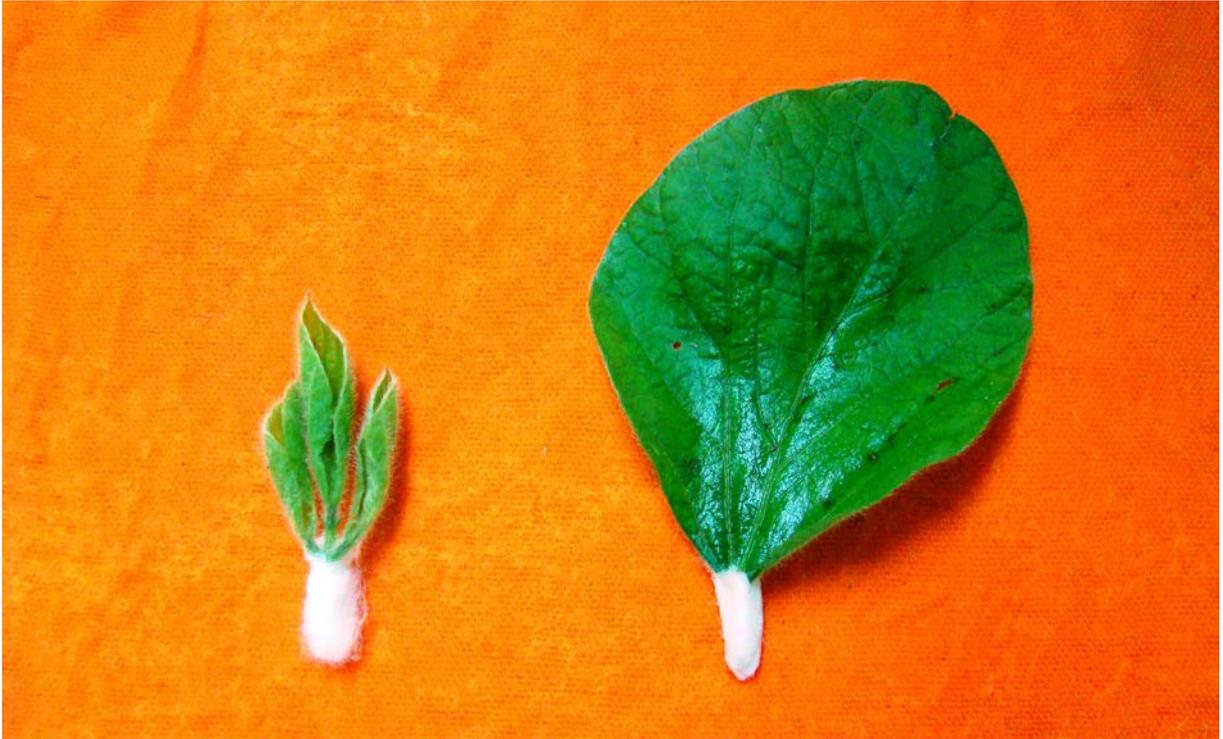
O experimento foi conduzido na Embrapa Soja em Londrina, PR, Brasil (23°11'S, 51°11'W), em uma área de 0,35 ha semeada com a cultivar de soja BMX Turbo RR em 17/02/2014.

A pulverização foi realizada em 14/03/2014 sobre plantas de soja no estágio vegetativo V3 (RITCHIE et al., 1985), com volume de calda de 160 L.ha<sup>-1</sup>, pressão de 0,5 megapascal (50 psi) e pontas TJ 110.015, sob 29,2°C, 65% de umidade relativa do ar e ventos de 7,5 Km.h<sup>-1</sup>. Foram utilizadas parcelas de campo de 7 x 20 m, com margem mínima de 2 m entre parcelas para reduzir os riscos de deriva durante a pulverização dos tratamentos.

**Tabela 1** – Descrição dos produtos utilizados na avaliação de eficiência para o controle de *Helicoverpa armigera*, Embrapa Soja, Londrina, PR, safra agrícola 2013/14.

<b>Ingrediente ativo</b>	<b>Nome comercial (Dose ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Empresa</b>	<b>Grupo Químico</b>	<b>Dosagem em g.i.a.ha<sup>-1</sup></b>
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Dipel® WP (500 mL)	Abbot Laboratories	Biológico	16,00
VPN-HzSNPV	Gemstar® LC (500 mL)	Certis USA	Biológico	1,28
Clorantraniliprole	Premio® (50 mL)	Du Pont	Diamidas	10,00
Flubendiamida	Belt® (50 mL)	Bayer	Diamidas	24,00
Metoxifenoazida	Intrepid® 240 SC (90 mL)	Dow Agrosiences	Diacilhidrazinas	21,60
Clorfenapir	Pirate® (800 mL)	Basf	Análogo de pirazol	192,00
Indoxacarbe	Avatar® (400 mL)	Du Pont	Oxadiazina	60,00

A partir das plantas tratadas em campo foram colhidas as folhas do ponteiro (4º nó da planta) e oferecidas às lagartas de *H. armigera* de 2º instar em laboratório (Figura 1). Diariamente novas folhas do 4º nó foram coletadas em campo e fornecidas para as lagartas até o final da fase larval. O mesmo procedimento foi adotado para lagartas de 4º instar, porém coletando-se folhas do 3º nó da planta que correspondeu a última folha trifoliolada, que encontrava-se no topo do dossel e completamente expandida no momento da pulverização (Figura 1). A coleta das folhas foi realizada utilizando luvas descartáveis para cada tratamento, evitando assim uma contaminação cruzada de princípios químicos no momento da coleta. Visando avaliar o possível efeito residual dos tratamentos, um grupo de lagartas iniciou a receber as folhas de plantas tratadas a partir de 24 horas da pulverização e outro grupo distinto iniciou a exposição 72 horas após a pulverização.



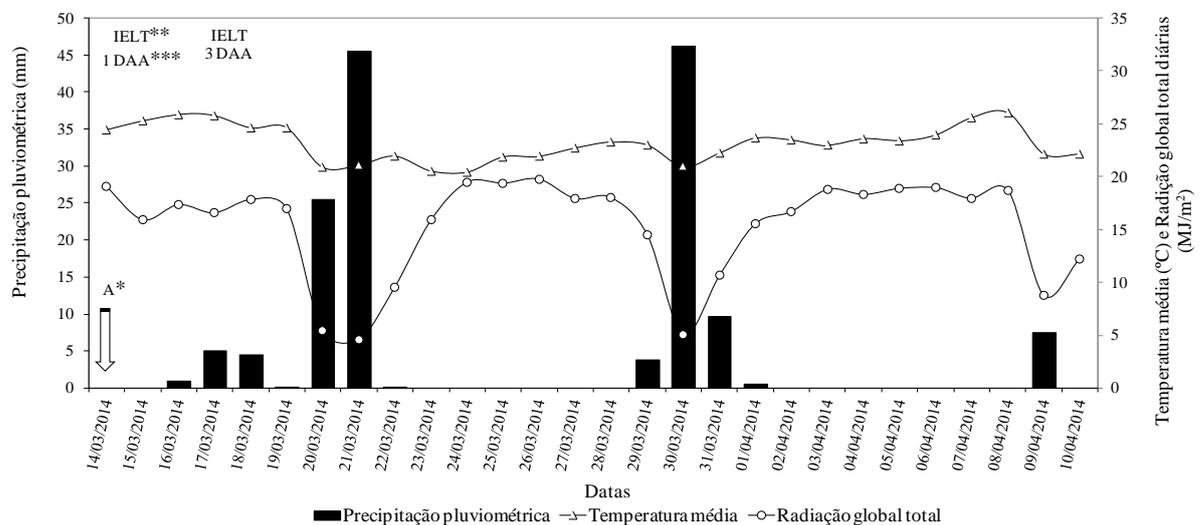
**Figura 1** - Folhas de ponteiro (a esquerda) oferecidas para lagarta *Helicoverpa armigera* de 2º instar e folhas do último trifólio expandido (a direita) oferecidas para lagarta *Helicoverpa armigera* de 4º instar.

Durante o período do experimento (14/03 a 08/04) a média da temperatura e umidade do ar foi de 23,2°C e 81,7%, a média da radiação global total foi de 15,7 MJ.m<sup>-2</sup> e a precipitação pluviométrica acumulada foi de 142,4 mm. Não houve precipitação pluviométrica significativa nas primeiras 72 horas após a pulverização, visto que, a chuva (5 mm) de 17 de março de 2014, ocorreu depois da coleta das folhas (Figura 2).

Em laboratório foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições para cada tratamento. Cada unidade experimental foi composta por uma lagarta individualizada em copo de PVC de 200 ml com tampa, contendo folhas de soja de cada tratamento. As lagartas foram mantidas a 27°C (±2) e sob fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 de escuro. A tampa dos recipientes contendo cada lagarta foi perfurada com alfinete para evitar o acúmulo excessivo de umidade no interior do copo. O pecíolo de cada folha foi enrolado com um algodão umedecido em água destilada para evitar a sua desidratação. Para que as folhas e ponteiros da mesma posição fossem coletadas e ofertadas corretamente para cada instar da lagarta, a posição original das folhas a serem coletadas foi marcada em determinadas plantas ao longo de cada parcela, para servir de modelo de coleta, pois com o passar do tempo novas folhas foram produzidas pela planta. Durante as avaliações e as troca

de folhas foi tomado cuidado para não haver contaminação cruzada de princípios químicos pelas folhas, que poderia mascarar os resultados do experimento.

Ao logo do estudo foi avaliada a mortalidade diária de lagartas, mortalidade da fase de lagarta e pupa, peso e deformações de pupas. As deformações de pupas foram avaliadas por uma escala de notas de 0-3, sendo 0, 1 e 2 as notas para deformação severa, intermediária e leve, respectivamente, e 3 ausência de deformação. Foram avaliadas separadamente 14 tipos de deformações (PARRA, 2013), que foram agrupadas em uma única nota média de deformação de pupas. A partir dos dados coletados foi calculada a mortalidade acumulada aos três e oito dias após o início da exposição das lagartas aos tratamentos, pela fórmula de Schneider-Orelli (PÜNTENER, 1981). O peso e deformações de pupas foram analisados estatisticamente pelo método não paramétrico de Kruskal-Wallis (CAMPOS, 1979) e as médias dos tratamentos comparadas por DMS e teste de  $\chi^2_{(gl;0,05)}$ . Foi calculado tempo letal para atingir 50% e 80% de mortalidade de lagartas (TL50 e TL80) pela análise de Logit, para a comparação dos tratamentos foram considerados os intervalos de confiança (limites inferior e superior) obtidos ao nível de 5% de significância.



\*A: aplicação dos tratamentos, \*\*IELT: início da exposição das lagartas aos tratamentos, \*\*\*DAA: dias após aplicação.

**Figura 2** - Dados meteorológicos. Londrina, PR, Brasil. Precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C) e radiação global total diárias (MJ.m<sup>-2</sup>), no período 14 de março de 2014 até 10 de abril de 2014.

## 2.5 Resultados e Discussão

Para as lagartas de 4º instar que receberam folhas colhidas a partir de 24 horas da pulverização, a melhor eficiência de controle foi observada nos tratamentos compostos por flubendiamida, clorantraniliprole, clorfenapir e indoxacarbe com 100% de mortalidade acumulada aos três dias de exposição (Tabela 2). As diamidas, flubendiamida e clorantraniliprole, consistem em inseticidas relativamente novos, com eficiência satisfatória para diferentes espécies de lagartas consideradas de difícil controle (GUERREIRO et al., 2013; CHATTERJEE; MONDAL, 2012). Indoxacarbe tem apresentado elevada eficiência de controle de *H. armigera* em algodoeiro (RAZAQ et al., 2005) e guandú (BABARIYA et al., 2010), no entanto, em tomateiro, Hanafy e El-Sayed (2013) não verificaram bom controle de *H. armigera* com este inseticida.

Para o regulador de crescimento de insetos, metoxifenoazida, foram necessários oito dias para que a mortalidade atingisse 100%, indicando que o inseticida também é eficiente no controle da praga, porém é relativamente mais lento o que pode estar relacionado ao seu mecanismo de ação, que atua na metamorfose da lagarta, acelerando o processo de muda.

No tratamento com *Bacillus thuringiensis* (Bt) a mortalidade acumulada atingiu 60% já com três dias de exposição das lagartas de 4º instar, não aumentando com o passar do tempo indicando que a eficiência do Bt é definida com poucos dias após a aplicação, o que está relacionado ao seu mecanismo de ação, que agride o epitélio intestinal interrompendo a alimentação da lagarta em poucas horas após o início da exposição, evoluindo para infecção generalizada e morte das lagartas em dois a quatro dias (BUENO et al., 2012). No tratamento com baculovírus (HzSNPV) foi observada mortalidade de 75% após oito dias de exposição o que deve-se a sua forma de atuação na lagarta que é dependente da infecção de células de epitélio intestinal e consiste em um processo de multiplicação viral que evolui para a morte da lagarta em torno de sete dias da aplicação do inseticida biológico (BUENO et al., 2012). Para Bt e baculovírus foi observada mortalidade acumulada, respectivamente, de 90 e 88% até o final da fase de pupa, com efeitos mais pronunciados de mortalidade no final da fase larval para o Bt e na fase de pupa para o baculovírus. Apesar de não terem atingido mortalidade total das lagartas, os resultados obtidos com Bt e baculovírus podem ser considerados satisfatórios, pois tratam-se de inseticidas biológicos que tendem a ser mais sensíveis a fatores ambientais o que dificulta a sua persistência nas plantas, além de que a aquisição pela lagarta ocorre exclusivamente pela ingestão, enquanto que inseticidas químicos tendem a ser mais

persistentes e podem ser adquiridos também por contato. Além disso, inseticidas biológicos como Bt e baculovírus são inócuos aos demais agentes de controle biológicos, em campo, atuando de forma integrada com esses.

**Tabela 2** - Mortalidade acumulada e efeitos subletais devido à exposição de lagartas de 2º e 4º instar de *Helicoverpa armigera* a inseticidas biológicos e químicos a partir de 24 e 72 horas da pulverização em plantas de soja, Embrapa Soja, Londrina, PR, safra agrícola 2013/14.

Tratamentos	M.3º dia (%) <sup>(1)</sup>	M.8º dia(%) <sup>(2)</sup>	M.Larva(%) <sup>(3)</sup>	M.Pupa(%) <sup>(4)</sup>	P.Pupa(g) <sup>(5)</sup>	P.Pupa <sup>(6)</sup>
24 horas após aplicação - lagarta 4º instar						
Testemunha	-	-	-	-	0,24 a*	2,95 a*
<i>B. thuringiensis</i>	60,00	60,00	80,00	90,00	0,23 a	
Baculovírus	0,00	75,00	75,00	87,50	0,22 a	2,91
Clorantianiliprole	100,00	100,00	100,00	100,00	-	
Flubendiamida	100,00	100,00	100,00	100,00	-	
Metoxifenoazida	30,00	100,00	100,00	100,00	-	
Clorfenapir	100,00	100,00	100,00	100,00	-	
Indoxacarbe	100,00	100,00	100,00	100,00	-	
24 horas após aplicação - lagarta 2º instar						
Testemunha	-	-	-	-	0,30 a	3,00
<i>B. thuringiensis</i>	0,00	0,00	40,00	60,00	0,24 a	2,96
Baculovírus	0,00	30,00	30,00	70,00	0,28 a	2,93
Clorantianiliprole	100,00	100,00	100,00	100,00	-	
Flubendiamida	100,00	100,00	100,00	100,00	-	
Metoxifenoazida	30,00	57,00	66,67	100,00	0,28 a	3,00
Clorfenapir	40,00	40,00	60,00	70,00	0,25 a	2,88
Indoxacarbe	0,00	10,00	80,00	80,00	0,28 a	2,98
72 horas após aplicação - lagarta 4º instar						
Testemunha	-	-	-	-	0,25 a	2,91
<i>B. thuringiensis</i>	0,00	44,00	44,44	55,56	0,27 a	2,96
Baculovírus	10,00	11,00	11,11	33,33	0,28 a	2,96
Clorantianiliprole	10,00	40,00	70,00	80,00	0,28 a	2,96
Flubendiamida	30,00	40,00	40,00	40,00	0,29 a	3,00
Metoxifenoazida	0,00	40,00	80,00	80,00	0,30 a	3,00
Clorfenapir	20,00	40,00	66,67	66,67	0,23 a	2,96
Indoxacarbe	0,00	0,00	40,00	50,00	0,27 a	2,99
72 horas após aplicação - lagarta 2º instar						
Testemunha	-	-	-	-	0,28 a	2,88
<i>B. thuringiensis</i>	0,00	0,00	0,00	10,00	0,28 a	2,98
Baculovírus	0,00	10,00	20,00	50,00	0,30 a	2,80
Clorantianiliprole	0,00	30,00	40,00	50,00	0,30 a	2,95
Flubendiamida	0,00	30,00	30,00	60,00	0,29 a	2,99
Metoxifenoazida	10,00	10,00	20,00	30,00	0,30 a	2,97
Clorfenapir	0,00	10,00	10,00	10,00	0,28 a	2,98
Indoxacarbe	0,00	0,00	44,44	44,44	0,31 a	2,91

<sup>(1)</sup> Mortalidade acumulada no 3º dia após exposição, <sup>(2)</sup> Mortalidade acumulada no 8º dia após exposição, <sup>(3)</sup> mortalidade acumulada da fase larval, <sup>(4)</sup> mortalidade acumulada da fase de pupa, <sup>(5)</sup> peso de pupa, <sup>(6)</sup> deformação de pupa: foram atribuídas notas de 0 a 3 para deformação, onde o valor máximo “3” corresponde a ausência de deformação. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem segundo teste de Kruskal-Wallis,  $\chi_{(7;0,01)} =$  a 1% de significância. <sup>(1)</sup>, <sup>(2)</sup>, <sup>(3)</sup> e <sup>(4)</sup> foram calculados pela fórmula de Schneider-Orelli.

Para as lagartas de 2º instar que receberam folhas colhidas a partir de 24 horas da pulverização, a melhor eficiência de controle foi observada nos tratamentos compostos por clorantraniliprole e flubendiamida (diamidas) com 100% de mortalidade acumulada aos três dias após o início da exposição (Tabela 2). Para o inseticida regulador de crescimento de insetos, metoxifenoazida, foram necessários oito dias para que a mortalidade atingisse 57%, no entanto, a mortalidade acumulada aumentou para 67% no final da fase larval e foi de 100% na fase de pupa indicando haver efeito lento que pode se manifestar em estádios avançados de desenvolvimento do inseto. Com o inseticida clorfenapir foi observada mortalidade de 40% já aos três dias, sendo que essa chegou a 60% no final da fase larval e 70 % na fase de pupa, indicando que o principal efeito do inseticida ocorre nos primeiros dias após o início da exposição. Com o baculovírus foram necessários oito dias de exposição para que a mortalidade acumulada atingisse 30%, essa taxa não se alterou até o final da fase larval, mas aumentou drasticamente na fase de pupa, atingindo 70%. No tratamento com Bt não foi observada mortalidade de lagartas até o 8º dia após o início da exposição, porém a mortalidade aumentou até o final da fase larval e na fase de pupa atingindo 60%, indicando que nessas condições de exposição podem ocorrer efeitos tardios. A transição da fase de lagarta para pupa e dessa para adulto implica em importantes alterações fisiológicas no inseto, sendo que subdoses de Bt podem causar mortalidade de pré-pupas e pupas como demonstrado em Burgerjon et al. (1969).

Quando as lagartas de 4º instar receberam folhas colhidas a partir de 72 horas da pulverização, foi observada mortalidade acumulada de 40% com oito dias de exposição, exceto para indoxacarbe, enquanto que, nas mesmas condições, para os inseticidas biológicos essa mortalidade foi de 44% (Bt) e 11% (baculovírus), e em ambos, a mortalidade acumulada evoluiu para 56% e 33% na fase de pupa, respectivamente. Já para clorantraniliprole e metoxifenoazida a mortalidade evoluiu para 80% até o final da fase de pupa com efeitos mais marcantes até o final da fase larval. No caso de indoxacarbe a mortalidade ocorreu tardiamente principalmente no final da fase larval, chegando a no máximo 50% na fase de pupa, mostrando que esse inseticida, na dose avaliada, apresentou baixo efeito residual às 72 horas após a aplicação dos tratamentos. É importante considerar que, em condições de campo, tanto o Bt como o baculovírus podem ser reinoculados e redistribuídos espacialmente no ambiente a partir de propágulos produzidos por lagartas mortas. Predadores também podem atuar neste processo, quando se alimentam de lagartas infectadas e excretam o vírus infectivo (YOUNG; YEARIAN, 1987), que pode proporcionar maior tempo residual do que o observado nas condições desse experimento.

Nas avaliações em que as lagartas de 2º instar foram expostas as folhas coletadas a partir de 72 horas após a pulverização, a eficiência de controle até 8 dias após a exposição não ultrapassou 30%. Sendo que os melhores resultados foram observados com clorantraniliprole e flubendiamida (diamidas), atingindo respectivamente 50% e 60% de mortalidade acumulada até o final da fase de pupa. Com indoxacarbe foi observada mortalidade acumulada de 44% no final da fase larval não se alterando na fase de pupa. Para baculovírus a mortalidade acumulada até o final da fase de pupa atingiu 50%, com efeito mais importantes na fase de pupa do que na fase larval. Esses dados indicam reduzido tempo residual para lagartas de 2º instar o que pode estar relacionado à pequena área foliar do trifólio apical (ponteiro) no momento da pulverização dos tratamentos, o que determina uma pequena quantidade de inseticida depositado inicialmente nestas folhas prejudicando sua disponibilização ao longo do tempo. No entanto, no caso das diamidas, a sua capacidade de translocação provavelmente possibilitou um maior aporte de inseticida as folhas apicais a partir da calda interceptada por outras partes da planta, contribuindo para um melhor controle de lagartas de 2º instar a partir de 72 horas da pulverização.

A mortalidade de lagartas que receberam folhas a partir de 72 horas da pulverização foi maior para lagartas de 4º instar do que de 2º instar, isso deve-se provavelmente ao fato de que, no momento da pulverização, as folhas oferecidas para as lagartas de 4º instar estavam completamente expandidas e encontrava-se no topo do dossel favorecendo a interceptação da calda de pulverização, o que garante maior deposição do inseticida permitindo sua ação por mais tempo.

Para peso de pupa (0,22-0,31g) e deformações da pupa (2,80-3,00) não houve diferença estatística dos inseticidas entre si e em relação a testemunha, indicando reduzido efeito dos inseticidas sobre esses parâmetros. As notas de deformação de pupa ficaram próximas a 3,00 indicando baixos níveis de deformação (Tabela 2).

Quanto ao TL (tempo letal), para lagartas de 4º instar, expostas a folhas tratadas, a partir de 24 horas da aplicação os menores TL50 e TL80 foram observados para flubendiamida, clorantraniliprole e clorfenapir, indicando serem os inseticidas com maior efeito de choque, sendo que esses não diferiram entre si, mas diferiram de todos os demais inseticidas (Tabela 3). Indoxacarbe aparece como um segundo grupo em ordem crescente de TL50 e TL80, com valores de 1,7 e 2,4 dias, respectivamente, sendo estatisticamente superior a metoxifenoazida com TL50 de 3,2 dias e TL80 de 4,4 dias. Para os inseticidas biológicos o TL50 foi de 4,4 dias (Bt) e 7,4 dias (baculovírus). Narayanan; Jayaraj (2002) observam valores de TL50 de 7,0 dias para o baculovírus (HearNPV) oferecido a lagartas de 4º instar de

*H. armigera*. Para lagartas de 3º instar Gupta et al. (2007) observam TL50 variando de 5,6 - 7,3 dias de acordo com o isolado e a dose do baculovírus. Tanto para Bt como baculovírus, o TL80 foi superior a 10 dias, sem diferença significativa entre si.

Para lagartas de 2º instar, expostas a folhas tratadas a partir de 24 horas da aplicação os tratamentos contendo clorantraniliprole e flubendiamida (diamidas) foram os que apresentaram menores TL50 e TL80, não diferindo entre si, porém diferindo de todos os demais tratamentos (Tabela 3). Os valores de TL80 das diamidas não ultrapassaram dois dias indicando que há efeito de choque, pois a maior parte da população de insetos é controlada com poucos dias após o início da exposição. Metoxifenoazida e clorfenapir formam um segundo grupo com TL50 entre 5,5 e 6,2 dias (menos de uma semana), necessitando cerca de quatro vezes mais tempo para atingir 50% de mortalidade das lagartas em relação às diamidas. O TL50 do baculovírus foi de 11 dias, sendo significativamente mais rápido do que o Bt e indoxacarbe. Para todos os inseticidas, exceto as diamidas, o tempo necessário para atingir 80% de mortalidade (TL80) foi próximo ou superior a duas semanas.

Quando as lagartas de 4º instar foram expostas a folhas colhidas a partir de 72 horas da pulverização dos inseticidas o TL50 variou de 6,9 a 10,1 dias para a maior parte dos inseticidas, exceto indoxacarbe que apresentou TL50 de 15,8 dias diferindo de todos os demais inseticidas. O TL80 foi superior a 11 dias em todos os tratamentos. Quando as lagartas de 2º instar foram expostas a folhas colhidas a partir de 72 horas da pulverização dos inseticidas o TL50 variou de 10,1 a 15,0 dias e o TL80 foi superior a 13,3 dias, indicando que os inseticidas, nas doses estudadas, apresentaram pequeno efeito residual. Clorfenapir foi o inseticida com os menores valores de TL50 e TL80, indicando ser relativamente mais rápido do que os demais nessas condições de exposição. O desempenho insatisfatório da maioria dos inseticidas a partir de 72 horas da pulverização indica que aplicações preventivas podem não proteger satisfatoriamente a lavoura de soja do ataque de *H. armigera*, sendo indicado realizar o controle da praga apenas quando o seu nível de controle for atingido.

**Tabela 3** - Tempo para 50% (TL50) e 80% (TL80) de mortalidade das lagartas de 2º e 4º instar de *Helicoverpa armigera* expostas a inseticidas biológicos e químicos a partir de 24 e 72 horas da pulverização em plantas de soja, Embrapa Soja, Londrina, PR, safra agrícola 2013/14.

Tratamentos	24 horas após aplicação			72 horas após aplicação		
	Lagarta de 2º instar					
	TL50	Limites <sup>(1)</sup>	X <sup>2</sup> <sub>c</sub> <sup>(2)</sup>	TL50	Limites <sup>(1)</sup>	X <sup>2</sup> <sub>c</sub> <sup>(2)</sup>
<i>Bacillus thuringiensis</i>	14,60	13,70-15,51	10,40	14,70	14,11-15,33	5,10
Baculovírus	11,00	9,60-12,33	22,70	13,03	12,00-14,03	25,00
Clorraniliprole	1,30	0,84-1,70	4,50	11,80	9,56-14,98	27,20
Flubendiamida	1,10	0,55-1,46	7,20	12,60	10,04-17,45	23,20
Metoxifenoziada	5,50	3,54-7,38	10,00	11,90	8,27-19,67	62,00
Clorfenapir	6,20	3,52-8,75	31,90	10,10	8,93-11,19	18,00
Indoxacarbe	20,70	17,00-33,04	3,60	15,00	14,38-15,61	3,00
	TL80	Limites	X <sup>2</sup> <sub>c</sub>	TL80	Limites	X <sup>2</sup> <sub>c</sub>
<i>Bacillus thuringiensis</i>	17,10	16,01-19,16	10,40	15,90	15,28-16,96	5,14
Baculovírus	15,00	13,18-18,45	22,70	14,90	13,84-16,87	25,00
Clorraniliprole	1,90	1,49-2,81	4,50	21,00	16,20-38,71	27,20
Flubendiamida	1,70	1,21-2,55	7,20	27,10	19,03-65,62	23,20
Metoxifenoziada	13,70	10,11-24,01	10,00	21,50	14,94-112,60	62,00
Clorfenapir	16,84	11,45-42,93	31,90	13,30	11,96-15,74	18,00
Indoxacarbe	35,50	25,15-91,75	3,60	16,00	15,43-17,15	3,00
	TL50	Limites	X <sup>2</sup> <sub>c</sub>	TL50	Limites	X <sup>2</sup> <sub>c</sub>
	Lagarta de 4º instar					
<i>Bacillus thuringiensis</i>	4,40	2,84-5,84	9,80	9,00	8,04-10,00	9,80
Baculovírus	7,40	6,32-8,32	6,40	10,00	8,94-11,99	49,30
Clorraniliprole	0,70	0,08-1,11	4,00	10,10	7,72-13,51	18,90
Flubendiamida	0,60	0,05-1,08	2,60	8,70	6,56-11,38	19,40
Metoxifenoziada	3,20	2,57-3,75	15,60	9,20	8,43-10,02	5,00
Clorfenapir	0,70	0,08-1,11	4,00	6,90	5,54-8,14	15,30
Indoxacarbe	1,70	1,18-2,12	10,23	15,80	14,93-16,84	1,50
	TL80	Limites	X <sup>2</sup> <sub>c</sub>	TL80	Limites	X <sup>2</sup> <sub>c</sub>
<i>Bacillus thuringiensis</i>	13,39	10,03-21,58	9,80	12,12	10,93-14,02	9,80
Baculovírus	10,25	9,10-12,15	6,40	13,53	11,39-19,27	49,30
Clorraniliprole	1,20	0,45-1,89	4,00	26,70	18,31-62,93	18,90
Flubendiamida	1,14	0,33-1,87	2,60	22,45	16,00-42,26	19,40
Metoxifenoziada	4,40	3,76-5,43	15,60	11,50	10,58-12,86	5,00
Clorfenapir	1,20	0,45-1,89	4,00	12,60	10,52-16,41	15,30
Indoxacarbe	2,40	1,92-3,31	10,20	18,30	17,10-20,68	1,50

<sup>(1)</sup> Amplitude máxima e mínima de tempo para causar mortalidade de 50 ou 80% de *Helicoverpa armigera*, <sup>(2)</sup> valor do teste Qui Quadrado calculado com 5% de significância.

O estudo conduzido em campo indica controle satisfatório de flubendiamida, espinosade, baculovírus e Bt sobre infestação artificial de lagartas de 2º e 3º instar de *H. armigera* em plantas de soja (Tabela 4). Flubendiamida e Espinosade fora os produtos com melhor eficiência de controle, com elevada mortalidade (>75%) já a partir de três dias após a pulverização. A eficiência de Espinosade no controle de *H. armigera* é amplamente conhecida em culturas como algodoeiro, tomateiro e guandú (RAZAQ et al., 2005; BABARIYA et al., 2010; GHOSH et al., 2010). O baculovírus foi mais eficiente para lagartas de 2º instar,

atingindo 100% de mortalidade oito dias após a pulverização, enquanto que para as lagartas de 3º instar a mortalidade atingiu 91,5%. Os diferentes produtos comerciais contendo Bt apresentaram eficiência semelhante entre si, com destaque para as formulações de suspensão concentrada (Dipel e Best HD), com mortalidade aos oito dias após a pulverização variando de 97,5-100% para lagartas de 2º instar e de 87,5-90,0% para lagartas de 3º instar. De modo geral, as lagartas de 2º instar foram controladas mais facilmente em relação às de 3º instar, porém mesmo para estas o controle foi satisfatório.

A maior eficiência de controle ocorrida no estudo com infestação de lagartas em campo, observada para Bt e baculovírus, pode estar relacionada a fatores comportamentais da lagarta, movimentando-se e alimentando-se em diferentes partes da planta, o que pode ter aumentado a sua exposição aos produtos, que nesse caso precisa ser ingerido pela lagarta. Lagartas pequenas são encontradas frequentemente associadas a folhas do ponteiro da planta de soja, no entanto, ao longo das avaliações foi observado ataque, ainda que pouco, de outras folhas da planta além do ponteiro.

**Tabela 4** - Eficiência de controle de inseticidas biológicos, espinosade e flubendiamida sobre lagartas de 2º e 3º instar de *Helicoverpa armigera*, infestadas em plantas de soja em campo. Embrapa Soja, Londrina, PR, safra agrícola 2014/15.

Tratamento	Lagartas de 2º instar		Lagartas de 3º instar	
	EF (%) 3 DAP <sup>(1)</sup>	EF (%) 8 DAP <sup>(1)</sup>	EF (%) 3 DAP <sup>(1)</sup>	EF (%) 8 DAP <sup>(1)</sup>
<i>Bacillus thuringiensis</i> (Dipel WP)	53,00	90,00	30,00	85,00
<i>Bacillus thuringiensis</i> (Dipel)	61,25	97,50	60,00	90,00
<i>Bacillus thuringiensis</i> (Best HD)	52,50	100,00	62,50	87,50
Baculovírus (HzSNPV)	72,50	100,00	33,30	91,50
Espinosade	100,00	100,00	75,00	100,00
Flubendiamida	77,78	100,00	100,00	100,00

<sup>(1)</sup> Eficiência de controle (EF) de lagartas avaliado aos três (3 DAP) e oito (8 DAP) dias após a pulverização dos tratamentos, calculada pela fórmula de Schneider-Orelli.

## 2.6 Conclusões

1. O desempenho dos inseticidas para o controle de *H. armigera* é melhor para lagartas de 4º instar expostas, em laboratório, a folhas expandidas em relação à lagartas de 2º instar alimentadas com folhas do ponteiro da planta de soja. Em campo, lagartas de 2º instar são mais facilmente controladas do que lagartas de 3º instar.

2. Para lagartas de *H. armigera* de 4º instar, os inseticidas que apresentam 100% de mortalidade são flubendiamida, clorantraniliprole, clorfenapir, indoxacarbe e metoxifenoizida, aplicados nas doses autorizadas pelo MAPA para a cultura da soja. Os inseticidas biológicos, baculovírus (HzSNPV) e Bt (var. *kurstaki* HD-1), apresentam mortalidade intermediária, mas podem ser utilizados para o controle da praga dentro de uma estratégia de rotação de inseticidas.
3. Para lagartas de *H. armigera* do 2º instar, os inseticidas que apresentam 100% de mortalidade são flubendiamida e clorantraniliprole. Clorfenapir e metoxifenoizida proporcionam mortalidade intermediária (40-57%). Baculovírus (HzSNPV), Indoxacarbe e Bt (var. *kurstaki* HD-1) proporcionam mortalidade tardia, no final da fase de lagarta e na fase de pupa.
4. Flubendiamida, clorantraniliprole e clorfenapir são os inseticidas que causam mortalidade mais rapidamente. Para infestações realizadas após 72 horas da pulverização, o desempenho dos inseticidas no controle de *H. armigera* é insatisfatório, indicando baixo efeito residual para os inseticidas e doses avaliados.
5. Flubendiamida, espinosade, baculovírus (HzSNPV) e diferentes formulações de Bt (var. *kurstaki* HD-1) apresentam eficiência satisfatória para o controle de lagartas de 2º e 3º instar infestadas em plantas de soja em campo.

## 2.7 Referências Bibliográficas

BABARIYA, P.M.; KABARIA, B.B.; PATEL, V.N.; JOSHI, M.D. Chemical control of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* Hubner infesting pigeonpea. **Legume Research**, v.33, n.3, p.224-226, 2010.

BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R.C.O.F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.493-629.

BURGERJON, A.; BIACHE, G.; CALS, P. Teratology of the colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, as provoked by larval administration of the thermostable toxin of *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.14, p.274-278, 1969.

CAMPOS, H. de. Estatística experimental não-paramétrica. 3. ed. Piracicaba: USP, 1979. 343p.

CHATTERJEE, M.L.; MONDAL, S. Sustainable management of key lepidopteran insect pests of vegetables. **Acta Horticulturae** (ISHS), v.958, p.147-153. 2012. Disponível em:<[http://www.actahort.org/books/958/958\\_17.htm](http://www.actahort.org/books/958/958_17.htm)>. Acesso em: 18 nov. 2014.

CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCKI, M.P. Understanding heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) pests: what is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, v.107, n.3, p.881-896, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.1, p.110-113, 2013.

EMBRAPA, 2013. Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/1602515/A%C3%A7%C3%B5es+emergenciais+propostas+pela+Embrapa++Documento+oficial/3a569ce1-c132-4bfa-8314-bc993ce8b920>. Acesso em: 16 mar.2015.

EPPO (EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION) . **Distribution maps of quarantine pests. *Helicoverpa armigera***. European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2006. 6p. Disponível em: <[https://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Helicoverpa\\_armigera/HELIAR\\_map.htm](https://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Helicoverpa_armigera/HELIAR_map.htm)>. Acesso em: 04 set. 2009.

FARROW, R.A.; DALY, J.C. Long-range movements as an adaptative strategy in the Genus *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae): a review of its occurrence and detection in four pest species. **Australian Journal of Zoology**, v.35, p.1-24, 1987.

GHOSH, A.; CHATTERJEE, M.; ROY, A. Bio-efficacy of spinosad against tomato fruit borer (*Helicoverpa armigera* Hub.) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. **Journal of Horticulture and Forestry**, v.2, n.5, p.108-111, 2010.

GUERREIRO, J.C.; CAMOLESE, P.H.; BUSOLI, A.C. Eficiência de inseticidas associados a enxofre no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho convencional. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, n.4, p.275-285, 2013.

GUPTA, R.K.; RAINA, J.C.; ARORA, R.K.; BALI, K. Selection and Field effectiveness of nucleopolyhedrovirus isolates against *Helicoverpa armigera* (Hubner). **International Journal of Virology**, v.3, n.2, p.45-59, 2007.

HANAFY, H.E.M.; EL-SAYED, W. Efficacy of bio-and chemical insecticides in the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) and *Helicoverpa armigera* (Hübner) infesting tomato plants. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.7, n.2, p.943-948, 2013.

JOHNSON, M.L.; ZALUCKI, M.P. Foraging behavior of *Helicoverpa armigera* first instar larvae on crop plants of different developmental stages. **Journal of Applied Entomology**, v.129, n.5, p.239-245, 2005.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.3, n.8, p.1213-1222, 2000.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera*** (Hübner, 1808). 2007. 17p. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2014.

MIRONIDIS, G.K.; STAMOPOULOS, D.C.; SAVOPOULOU-SOULTANI, M. Overwintering survival and spring emergence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Northern Greece. **Environmental Entomology**, v.39, n.4, p.1068-1084, 2010.

MURÚA, M.G.; SCALORA, F.S.; NAVARRO, F.R.; CAZADO, L.E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M.E.; LOBOS, E.; GASTAMINZA, G. First Record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, v.97, n.2, p.854-856, 2014.

NARAYANAN, K.; JAYARAJ, S. Mass production of polyhedral occlusion bodies of NPV of *Helicoverpa armigera* in relation to dose, age and larval weight. **Indian Journal of Experimental Biology**, v.40, n.7, p.846-849, 2002.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties. **Entomological Science**, v.12, p.147-154, 2009a.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Life table parameters of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) on different soybean cultivars. **Journal of Entomological Society of Iran**, v.29, n.1, p.25-40, 2009b.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2013. 450p.

PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. **Entomologist's Gazette**, v.36, n.1, p.15-20, 1985.

PÜNTENER, W. **Manual for field trials in plant protection**. 2<sup>nd</sup> ed. Greensboro: Ciba-Geigy, Agricultural Division, 1981.

RAZAQ, M.; SUHAIL, A.; ASLAM, M.; ARIF, M.J.; SALEEM, M.A.; KHAN, M.H.A. Evaluation of new chemistry and conventional insecticides against *Helicoverpa armigera* (Hubner) on cotton at multan (Pakistan). **Pakistan Entomologist**, v.27, n.1, p.71-73, 2005.

REED, W.; PAWAR, C.S. 1982. Heliothis: a global problem. In: REED, W.; KUMBLE, V. (eds.). Proceedings of the International Workshop on Heliothis Management, 15-20 November, 1981, Patancheru, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics; 1982. p.9-14.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G.O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 20 p. 1985. (Iowa State University, Special Report, n.53)

SENAVE. 2013. **Senave en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola**. Disponível em:<<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>>. Acesso em: 1 nov. 2014.

SHARMA, H.C. **Heliothis/ Helicoverpa management**: emerging trends and strategies for future research. New Delhi: Oxford & IBH, 2005. 482p.

SISLEGIS. 2014. Sistema de Consulta à Legislação. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 16 nov. 2014.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PAULA-MORAES, S.V., YANO, S.A.C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.6, p.689-692, 2013.

TAY, W.T.; SORIA, M.F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G.T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos One**, v.8, n.11, p.1-7, 2013.  
YOUNG, S.Y.; YEARIAN, W.C. *Nabis roseipennis* adults (Hemiptera: Nabidae) as disseminators of nuclear polyhedrosis virus to *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Environmental Entomology**, v.16, n.6, p.1330-1333. 1987.

### 3 ARTIGO II: EFEITO SISTÊMICO DO INSETICIDA NEONICOTINÓIDE TIAMETOXAM EM PLANTAS DE SOJA SOBRE O PERCEVEJO-MARROM *Euschistus heros*

#### 3.1 Resumo

Com a retirada do mercado de alguns dos inseticidas organofosforados mais utilizadas para o controle de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae), houve aumento da taxa de uso de inseticidas do grupo dos neonicotinóides. O estudo da translocação destes produtos pode dar bases para investigações do seu grau de exposição a insetos benéficos como abelhas, auxiliando na formulação de estratégias de uso destes inseticidas que minimizem o seu impacto sobre insetos benéficos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito sistêmico do inseticida tiametoxam em plantas de soja, utilizando o percevejo *E. heros* como bioindicador da ação do inseticida. Este trabalho foi realizado em casa de vegetação, utilizando o produto Actara 250 WG (tiametoxam) em diferentes estratos da planta. Três experimentos foram realizados para avaliar a translocação de tiametoxam em plantas de soja, por meio de diferentes combinações (tratamentos) de locais de aplicação do produto e locais de infestação dos percevejos. No experimento 1, a planta em R5.2, foi dividida em duas partes (metade inferior e superior individualizadas por voal), com seis tratamentos (2 locais de aplicação x 2 locais de infestação + 2 testemunhas sem aplicação), 10 repetições (plantas) com quatro percevejos adultos em cada metade da planta. No experimento 2, a planta em R6, foi dividida em três partes (terço inferior, médio e superior individualizados por voal), com 12 tratamentos (3 locais de aplicação x 3 locais de infestação + 3 testemunhas sem inseticidas e com infestação em 3 locais), com 10 repetições (plantas) com cinco percevejos adultos em cada terço da planta. No experimento 3, a planta em R6, foi dividida em três partes (terço inferior, médio e superior). Neste experimento os insetos foram expostos aos legumes coletados destas plantas tratadas em casa de vegetação, oferecendo-se a casca e o grão para grupos distintos de percevejos, sendo 24 tratamentos com 10 repetições (copos com cinco percevejos adultos) por tratamento. Os percevejos utilizados foram coletados em campo e mantidos em casa de vegetação por sete dias antes de serem infestados nas plantas de soja. A infestação foi realizada em diferentes estratos da planta utilizando gaiolas tipo voal para isolar cada extrato. Foram realizadas avaliações diárias contabilizando o número de insetos vivos. A cultivar utilizada foi a BRS 1001 ipro. Foi observado que em plantas no estágio R5.2 houve translocação no sentido ascendente do produto, diferentemente do observado em plantas que estavam em R6 que não apresentaram translocação. Nos experimentos realizados em R5.2 e R6, nos tratamentos com exposição direta, houve redução significativa do número de percevejo vivos. No experimento, em que os percevejos foram expostos à casca ou ao grão de soja obtidos de plantas em R6 pulverizadas em diferentes estratos, não foi observada redução significativa na sobrevivência de percevejos nos tratamentos com inseticida em relação a testemunha, durante o período de avaliação.

**Palavras-chave:** Tiametoxam, translocação, *Euschistus heros*, soja, neonicotinóides

### 3 ARTICLE II: EFFECT OF SYSTEMIC INSECTICIDE NEONICOTINOID THIAMETHOXAM ON SOYBEAN PLANTS ON BROWN STINK BUG *Euschistus heros*

#### 3.2 Abstract

With the withdrawal of market of some organophosphate insecticides most used to control of *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae), there was increase in the use rate of the neonicotinoid insecticides group. The study of translocation of these products can give basis for investigations of their exposure to beneficial insects like bees, assisting in the formulation of strategies use of these insecticides to minimize its impact on beneficial insects. The objective of this study was to evaluate the systemic effect of the insecticide thiamethoxam in soybean plants using the brown stink bug *E. heros* like a indicator of the insecticide action. This study was conducted in a greenhouse, used Actara 250 WG (thiamethoxam) in different strata of the plant. Three experiments were performed to evaluate the translocation of thiamethoxam in soybean plants using different combinations (treatments) of sites of application insecticides and sites of infestation of stink bugs. In experiment 1, the plant R5.2 was divided into two parts (upper and lower half individualized by voile) with six treatments (2 sites application x 2 sites infestation + 2 controls without application), 10 replicates (plants) with four stink bugs in each half of the plant. In experiment 2, the plant in R6, was divided into three parts (third lower, middle and upper individually by voile), with 12 treatments (three application sites x three infestation sites + three witnesses without pesticides and with infestation in three locations), with 10 repetitions (plants) with five adults of stink bug in each third of plant. In experiment 3, the plant in R6, was divided into three parts (third lower, middle and upper). In this experiment the insects were exposed to pods collected these plants treated in a greenhouse, offering the peel and the grain for different groups of stink bugs, with 24 treatments with 10 repetitions (cups with five adults of stink bug) per treatment. The stink bugs used were collected in the field and kept in a greenhouse for seven days before being infested on soybean plants. The infestation was carried out in different strata of the plant using cages type voile to isolate the different extracts. Was performed daily assessments accounting for the number of live insects each day. The cultivar used was BRS 1001 ipro. Was observed that in plants at R5.2, the translocation of product was in the upward direction, different from that observed in plants that were in R6 that did not show translocation. In the experiments performed in R5.2 and R6, in the treatments with direct exposure, there was significant reduction in the number of live stink bug. In the experiment, where the stink bugs were exposed to shell or seed soybean obtained from plants sprayed at R6 in different strata, there was no significant reduction in survival of stink bugs in the treatments with insecticide in relation to witness during the evaluation period.

**Keywords:** Thiamethoxam, translocation, *Euschistus heros*, soybean, neonicotinoids.

### 3.3 Introdução

Os percevejos constituem um dos principais grupos de pragas da soja e se destacam pelo seu potencial de dano, dificuldade de controle e ampla distribuição geográfica nas regiões produtoras do Brasil (PANIZZI et al., 2012). Os percevejos apresentam elevado potencial de causar dano, pois atacam diretamente os legumes e sementes, causando perdas diretas de rendimento e qualidade da produção (CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002). O percevejo-marrom *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) tornou-se a espécie predominante e está presente nas diferentes regiões produtoras de soja do país (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009; PANIZZI et al., 2012). A dificuldade de controle do percevejo-marrom está relacionada, entre outros aspectos, a sua maior tolerância a inseticidas em relação a outras espécies, ou seja, doses maiores de inseticida são necessárias para se obter controle satisfatório. Além disso, existe susceptibilidade diferencial entre subpopulações geográficas de *E. heros*, sendo que algumas delas apresentam nível de tolerância a inseticidas de até 16 vezes em relação populações susceptíveis (SOSA-GÓMEZ et al., 2001, 2009; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010; HUSCH et al., 2014).

Em uma lavoura de soja podem ocorrer diversos agentes de controle natural que contribuem substancialmente para a regulação populacional do percevejo (CORRÊA-FERREIRA, 2003), no entanto, na maior parte dos casos a densidade populacional da praga atinge o nível de ação, determinando a necessidade de adoção de medidas de controle para proteger a lavoura dos seus danos. Métodos de controle biológico aplicado, ferramentas de biotecnologia e resistência de plantas ainda não estão disponíveis comercialmente em larga escala para serem usados pelos agricultores para o manejo da praga. Assim o controle químico tem sido uma das principais táticas adotadas para a proteção da lavoura contra o ataque de percevejos. Um acompanhamento de lavouras de soja nos estados de Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul, realizado na safra agrícola 2010/11, indicou a necessidade de, em média, 1,3 aplicações por ciclo de soja para o controle de percevejos (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013).

Com a retirada do mercado de alguns dos inseticidas do grupo químico dos organofosforados, utilizados para o manejo de percevejos, houve aumento da taxa de uso de inseticidas do grupo dos neonicotinóides. Os inseticidas neonicotinóides são considerados altamente tóxicos para insetos e pouco tóxicos para os mamíferos, aves, peixes, moluscos,

crustáceos (*Daphnia*), minhocas (*Eisenia phoetida*) e algas verdes (MAIENFISCH et al., 2001).

Neonicotinóides e nicotinóides apresentam estruturas semelhantes, porém diferentes estados de protonação, o que confere seletividade a alguns grupos de organismos e não a outros. O neonicotinóide não é protonado, mas possui uma ponta eletronegativa, que consiste em um farmacóforo nitro ou ciano, que comunica potencia e seletividade, por uma ligação a um único subsítio catiônico do receptor do inseto. Em contraste, os nicotinóides protonados requerem uma ligação cátion- $\pi$  para ligar com os receptores dos vertebrados (TOMIZAWA; CASIDA, 2005).

Esses inseticidas são relativamente novos no mercado, uma das moléculas mais antigas, o imidacloprido, foi introduzida no mercado mundial em 1991 (ELBERT et al., 2008). O tiametoxam faz parte da segunda geração de neonicotinóides que foi lançado no mercado em 1998 e 10 anos após já estava presente em 64 países, sendo utilizado em 115 cultivos e sendo o segundo neonicotinóide mais comercializado no mundo (ELBERT et al., 2008).

Para o bom desempenho de um inseticida é necessário que a praga seja exposta a sua dose letal. As vias mais comuns de exposição dos insetos são por contato e ingestão (CAVERO et al., 1976). Os inseticidas podem permanecer depositados na superfície da planta ou serem absorvidos, podendo ou não ser translocados. Produtos sistêmicos são translocados pela planta de modo a atingirem partes não pulverizadas e tendem a permanecer ativos na planta por mais tempo em relação a produtos depositados na superfície. Inseticidas sistêmicos quando aplicados nas folhas, ramos e raízes das plantas, podem ser absorvidos e translocados para outros órgãos da planta, em quantidades letais para os insetos que se alimentam nesses locais onde não houve a aplicação direta. Os produtos sistêmicos também são aplicados em sementes, tubérculos e bulbos que, ao germinarem, já apresentam o inseticida circulando com a seiva (MARICONI, 1977). Os inseticidas neonicotinóides são sistêmicos na planta e seu padrão de movimentação tem sido estudado principalmente em plantas modelo como mamoneira e repolho, de modo que pouco se conhece sobre a sua sistemicidade em plantas de soja.

A translocação de inseticidas em plantas é realizada pelos vasos condutores de seiva, podendo ocorrer no sentido ascendente, em direção ao ápice da planta, tanto via xilema quanto floema, e no sentido descendente, em direção as raízes, somente via xilema (NORRIS, 1974). Os agrotóxicos sistêmicos, geralmente são transportados apenas via xilema, no sentido acropetal ou ascendente. O coeficiente de partição octanol/água (Kow) expressa a sua

polaridade, se o  $K_{ow}$  for menor que 1 ( $\log K_{ow} < 0$ ), o composto é considerado polar e tende a ser translocando via xilema a longas distâncias na planta (BRIGGS et al., 1982; ANTUNES-KENYON; KENNEDY, 2001). O tiametoxam apresenta  $\log K_{ow} -0,13$ , que o caracteriza como polar, sendo propenso a translocar pelo xilema, sendo que esta via de transporte é comumente ascendente e acropetal. TORRES (2009) observou a presença de tiametoxam no floema de mamoneira, mas constatou que a translocação ocorre majoritariamente via xilema, sendo que logo nas primeiras horas após a aplicação ocorre um rápido transporte via xilema.

O estudo da translocação de inseticidas é de grande importância para dar bases para a tecnologia de aplicação, visando aumentar a sua eficiência e racionalizar seu uso, garantido a proteção das plantas ao ataque de pragas, com melhor aproveitamento do produto e menor impacto ambiental.

Desde o lançamento dos neonicotinóides no mercado estudos tem indicado que esses apresentam riscos para abelhas. A interação de abelhas com neonicotinóides nas condições brasileiras precisa ser mais amplamente estudada, porém, de forma cautelara, alguns inseticidas desse grupo (imidacloprido, tiametoxam e clotianidina) estão em processo de avaliação e medidas de restrição de seu uso foram adotadas (IBAMA, 2012; ROCHA, 2012). Mesmo considerando que apenas as abelhas operárias entram em contato direto com os agrotóxicos, toda a colônia está exposta a sua ação, pois os demais indivíduos se alimentam de pólen e néctar coletados em campo que podem estar contaminados. Esses produtos podem apresentar um efeito letal ou subletal, que é dificilmente detectável, que pode influenciar tanto na fisiologia quanto no comportamento das abelhas, comprometendo assim toda estrutura social da colônia (PHAM-DELÈGUE et al., 2002).

Apesar de o presente trabalho não se propor a investigar o impacto ambiental de neonicotinóides, o estudo da translocação desses produtos pode dar bases para investigações do seu grau de exposição a insetos benéficos, como as abelhas, auxiliando na formulação de estratégias de uso destes inseticidas que minimizem o seu impacto sobre insetos benéficos, como no estudo de GIROLAMI et al. (2009).

Assim ganham importância estudos relacionados a inseticidas neonicotinóides, como o tiametoxam, quanto a sua dinâmica e efeito sistêmico na planta de soja visando aprimorar o manejo de percevejos, bem como, embasar estudos do seu impacto sobre organismos benéficos, como abelhas. Nesse contexto, foi realizado um estudo com objetivo de avaliar o efeito sistêmico do inseticida neonicotinóide tiametoxam em planta de soja no estágio R5.2 e R6 sobre a mortalidade de adultos do percevejo-marrom *E. heros*.

### 3.4 Material e Métodos

Três experimentos foram conduzidos para estudar o efeito sistêmico de tiametoxam em plantas de soja sobre o percevejo-marrom, *E. heros*. Em dois experimentos foi avaliado o efeito sistêmico de tiametoxam sobre *E. heros*, por meio de diferentes combinações (tratamentos) de locais de aplicação do produto e locais de infestação com os percevejos, no estádio de enchimento de grão (R5.2) e grão cheio (R6). Em dezembro de 2014 (experimento 1) a planta foi dividida em duas partes (metade inferior e metade superior) e em março de 2014 (experimento 2) o estudo foi realizado dividindo-se verticalmente a planta em três partes (terço inferior, médio e superior). No experimento 3, conduzido em março de 2014, foi estudada o efeito sistêmico de tiametoxam com a exposição dos percevejos aos legumes coletados de plantas tratadas em casa de vegetação, oferecendo-se a casca e o grão para grupos distintos de percevejos.

Os percevejos utilizados nos estudos foram obtidos em campo. Para o experimento 1 a coleta foi realizada em Londrina PR, na fazenda da Embrapa Soja, nas coordenadas 23°11'00,6''S 51°10'18,5''W, no dia 15/12/2014 e foram mantidos por sete dias no interior de uma casa de vegetação até o momento de instalação do experimento, durante esse tempo os insetos permaneceram no interior de uma gaiola telada e receberam como alimento uma planta de soja no estádio R5 (enchimento de grãos). Para os experimentos 2 e 3 a coleta de percevejos foi realizada em Maravilha, PR, nas coordenadas 24° 52'37''S, 52° 18'22''W, no dia 27/02/2014, os quais foram mantidos por sete dias no interior de uma casa de vegetação, em condições idênticas às do experimento 1.

Os estudos foram realizados com plantas de soja cultivadas em vaso, esses foram preparados com solo (LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico) coletado em campo de 0-20 cm de profundidade. Cada vaso recebeu 4 litros de solo, peneirado e homogeneizado, o pH foi corrigido com calcário dolomítico (2000 kg.ha<sup>-1</sup>), com tempo de reação de 30 dias, mantendo-se a umidade em capacidade de campo. A semeadura da soja foi realizada em 13/01/2014, com a cultivar de soja BRS 1001 ipro, com cinco sementes por vaso tratadas com inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*) (6 mL.kg<sup>-1</sup> sementes). Aos 15 dias após a semeadura foi realizado o raleio mantendo-se apenas uma planta por vaso.

As plantas utilizadas no experimento 1 foram cultivadas sem a utilização de inseticidas. As plantas utilizadas nos experimentos 2 e 3, até a data de instalação do trabalho,

receberam duas pulverizações com lambda-cialotrina ( $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$  de Karate Zeon 50 CS) para o controle de tripes, em 07/01/2014 e 17/01/2014 e uma pulverização com piriproxifem ( $4 \text{ mL.L}^{-1}$  de Tiger 100 EC) para o controle de tripes e mosca-branca, em 21/03/2014.

Para estudar o efeito sistêmico de tiametoxam em soja as plantas foram tratadas com uma suspensão de  $0,235 \text{ g.L}^{-1}$  de tiametoxam (Actara 250 WG). O produto Actara 250 WG foi selecionado para o estudo por conter tiametoxam de forma isolada, sem misturas com outros inseticidas. A dose de tiametoxam foi calculada para ser equivalente ao proporcionado pela dose de  $250 \text{ mL.ha}^{-1}$  de Engeo Pleno, para um volume de calda de  $150 \text{ L.ha}^{-1}$ . A suspensão foi pulverizada com borrifador manual até o ponto de escorrimento da calda. Regiões específicas da planta foram pulverizadas de acordo com cada experimento. As partes da planta que não se desejava pulverizar foram protegidas com saco plástico, bem como o solo do vaso (Figura 1).



**Figura 1** – Planta de soja pronta para a aplicação de tiametoxam, com o estrato superior protegido por saco plástico. Londrina, PR, Embrapa Soja 2014.

No experimento 1 foram estudados seis tratamentos compostos pela combinação de dois locais de aplicação do inseticida (metade superior e metade inferior) com 2 locais de infestação com percevejos (metade superior e metade inferior), acrescidos de uma testemunha sem inseticida e com infestação nos dois locais. Cada tratamento teve 10 repetições compostas por uma planta infestada com quatro *E. heros* adultos por estrato. Esses foram

confinados em cada metade da planta com a utilização de uma tela tipo voal. Para evitar o efeito de amassamento das folhas e ramos da planta foram utilizados arcos de arame internamente a tela para dar estrutura para mantê-la aberta. Em cada ponto de divisão de cada metade a tela foi amarada com barbante de forma que impedissem que os insetos passassem de uma metade para outra (Tabela 2).



**Figura 2-** Preparação das plantas de soja e separação dos estratos individualizados com gaiolas de voal, Londrina PR, Embrapa Soja 2014.

As plantas de soja foram infestadas com os insetos imediatamente após a secagem da calda de pulverização. Foram realizadas avaliações diárias até o 8º dia após o início da infestação, com contagem do número de insetos vivos.

No experimento 2 foram estudados 12 tratamentos compostos pela combinação dos três locais de aplicação do inseticida (terço superior, médio e inferior) com três locais de infestação com percevejos (terço superior, médio e inferior), acrescidos de uma testemunha sem inseticida e com infestação em três locais. Cada tratamento teve 10 repetições compostas por uma planta infestada com cinco adultos de *E. heros* por estrato. Foram utilizados procedimentos de infestação semelhantes ao do experimento 1. Foram realizadas avaliações diárias até o 14º dia após o início da infestação, com contagem do número de insetos vivos.

O experimento 3 foi idêntico ao experimento 2, no entanto, nesse os percevejos foram expostos a casca ou ao grão dos legumes de soja coletados do terço superior, médio e inferior de plantas tratadas em casa de vegetação, os quais foram diariamente oferecidos aos percevejos em laboratório. Cada tratamento teve 10 repetições compostas por um pote plástico com tampa (200 mL) com quatro *E. heros* adultos. Diariamente novos legumes foram coletadas e fornecidas para os percevejos em laboratório, momento em que foi feita a retirada do alimento fornecido no dia anterior, junto com a limpeza dos potes, e a contagem do número de insetos vivos e retirada dos insetos mortos, até o sétimo dia após o início do estudo.

Para o experimento 1, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (2 locais de aplicação x 2 locais de infestação + 1 testemunha sem aplicação e infestação nos 2 estratos) com 10 repetições. As médias do número de percevejos vivos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de significância.

No experimento 2, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 12 tratamentos (3 locais de aplicação x 3 locais de infestação + 1 testemunha sem aplicação e infestação nos 3 estratos) com 10 repetições. O número de percevejos vivos foi analisado estatisticamente pelo método não paramétrico de Kruskal-Wallis (CAMPOS, 1979) e as médias dos tratamentos comparadas por DMS e teste de  $\chi^2_{(gl;0,01)}$ .

No experimento 3, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 24 tratamentos [(3 locais de aplicação + 1 testemunha sem aplicação) x 3 locais de infestação x 2 partes do legume (casca e grão)] com 10 repetições. O número de percevejos vivos foi analisado estatisticamente pelo método não paramétrico de Kruskal-Wallis (CAMPOS, 1979) e as médias dos tratamentos comparadas por DMS e teste de  $\chi^2_{(gl;0,01)}$ .

### 3.5 Resultados e Discussão

No experimento 1, conduzido com plantas de soja no estágio R5.2 (enchimento de grãos), foi observada menor sobrevivência dos percevejos nos estratos em que houve pulverização direta com os inseticidas, sendo que nesses tratamentos a sobrevivência foi significativamente inferior (maior controle) em relação aos demais durante todo o período de avaliação (Tabela 1). Nesses tratamentos a mortalidade total dos percevejos foi atingida dois dias após a pulverização, indicando haver rápido efeito de mortalidade quando há exposição direta do percevejo ao local tratado. A susceptibilidade de *E. heros* a produtos comerciais contendo tiametoxam é amplamente conhecida e tem sido demonstrada por diversos estudos de Sosa-Gómez et al. (2009) e Husch et al. (2014). O efeito de produtos comerciais contendo tiametoxam também é conhecido para outras espécies de percevejos como *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Heteroptera: Pentatomidae) e *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) (RAMIRO et al., 2005; FARIAS et al., 2006).

**Tabela 1** - Sobrevivência do percevejo *Euschistus heros* em resposta ao efeito sistêmico de tiametoxam aplicado em dois diferentes estratos de planta de soja no estágio R5.2 (enchimento de grãos). Infestação inicial com quatro percevejos por estrato.

Tratamentos		Dias após aplicação <sup>1</sup>							
Estrato de aplicação do inseticida	Estrato de infestação	1 dias	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias	6 dias	7 dias	8 dias
<b>Inferior</b>	<b>Inferior</b>	0,6 b	0,0 c						
	<b>Superior</b>	3,5 a	3,3 b	3,3 b	3,0 b	2,8 b	2,8 b	2,8 b	2,6 b
<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	3,9 a	3,8 a	3,8 a	3,8 a	3,8 a	3,8 a	3,8 a	3,7 a
	<b>Superior</b>	0,2 b	0,0 c						
<b>Sem inseticida</b>	<b>Inferior</b>	3,8 a	3,8 a	3,8 a	3,8 a	3,8 a	3,8 a	3,8 a	3,8 a
	<b>Superior</b>	4,0 a	4,0 a	4,0 a	4,0 a	4,0 a	4,0 a	4,0 a	3,8 a
<b>C.V.(%)<sup>2</sup></b>		24,6	16,4	16,4	18,5	17,7	17,7	17,7	19,9

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de significância. <sup>2</sup> C.V. (%) = coeficiente de variação em %.

Resultados intermediários de sobrevivência foram observados para o tratamento com aplicação inferior e infestação superior, sendo que esse diferiu estatisticamente dos demais a partir do segundo dia da pulverização. Nesse tratamento o número de percevejos sobreviventes atingiu 65% do número inicial oito dias após a pulverização. Por outro lado, no tratamento com pulverização superior e infestação inferior, a sobrevivência dos percevejos foi

pouco afetada, não diferindo da testemunha ao longo de todo o período de avaliação. Também Cantone et al. (2012) e Huth et al. (2012) observaram efeito sistêmico ascendente de um produto comercial contendo tiametoxam sobre os percevejos *Edessa meditabunda* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) e *E. heros*, nos estádios R4 e R5.3 da soja.

Os resultados observados nos tratamentos com exposição indireta do percevejo ao tiametoxam indicam que esse inseticida é translocado pela planta podendo chegar até partes que não foram atingidas pela pulverização, em níveis suficientes para causar mortalidade do percevejo-marrom. No entanto, essa translocação ocorre principalmente no sentido ascendente. Assim, considerando que o percevejo-marrom está presente ao longo de toda a planta, para se obter controle satisfatório dessa praga é importante que a pulverização possibilite a deposição direta do produto, principalmente, no estrato inferior da planta, pois não há efeito sistêmico no sentido descendente. Segundo Briggs et al. (1982) e Hsu et al. (1990), a translocação de agrotóxicos em soja ocorre via xilema no sentido ascendente. O tiametoxam é polar, sendo propenso a translocar pelo xilema (ANTUNES-KENYON; KENNEDY, 2001; TORRES, 2009). Boa parte dos agrotóxicos sistêmicos apresentam movimentação ascendente (ANTUNIASSI, 2005). Isso reforça também a importância da tecnologia de aplicação com relação a bicos, pressão, condições ambientais no intuito de se buscar uma boa cobertura com o produto de todas as partes da planta.

No experimento 2, conduzido com plantas no estágio R6 e subdividida em três estratos, foi observada menor sobrevivência dos percevejos nos estratos em que houve pulverização direta com os inseticidas, sendo que nesses tratamentos a sobrevivência foi significativamente inferior aos demais durante todo o período de avaliação (Tabela 2), corroborando com os dados observados no experimento 1.

**Tabela 2** - Sobrevivência do percevejo *Euschistus heros* em resposta ao efeito sistêmico de tiametoxam aplicado em três diferentes estratos de planta de soja no estágio R6 (grãos cheios). Infestação inicial com cinco percevejos por estrato.

Tratamentos		Dias após aplicação <sup>1</sup>										
Estrato de aplicação do inseticida	Estrato de infestação	2 dias	3dias	4dias	5dias	6dias	7dias	8dias	9dias	10dias	11dias	14dias
Inferior	Inferior	1,4 b	1,1 b	0,9 b	0,5 b	0,4 b	0,2 b	0,1 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b
	Médio	4,9 a	4,8 a	4,8 a	4,8 a	4,6 a	4,5 a	4,5 a	4,2 b	4,2 b	4,2 b	4,1 a
	Superior	5,0 a	4,8 a	4,8 a	4,8 a	4,6 a	4,6 a	4,4 a	4,2 b	4,2 b	4,1 b	4,0 a
Médio	Inferior	4,9 a	4,9 a	4,8 a	4,8 a	4,7 a	4,7 a	4,5 a	4,4 b	4,4 b	4,2 b	3,6 a
	Médio	1,6 b	1,2 b	1,2 b	1,1 b	1,1 b	1,1 b	1,0 b	1,1 c	1,0 c	0,9 c	0,8 b
	Superior	4,8 a	4,7 a	4,6 a	4,6 a	4,6 a	4,5 a	4,2 a	4,2 b	3,9 b	3,9 b	3,8 a
Superior	Inferior	5,0 a	4,8 a	4,8 a	4,6 a	4,4 a	4,4 a	4,2 a	4,0 b	3,9 b	3,6 b	3,6 a
	Médio	4,8 a	4,8 a	4,9 a	4,8 a	4,6 a						
	Superior	2,0 b	2,0 b	1,9 b	1,9 b	1,5 b	1,4 b	1,4 b	1,1 c	1,1 c	0,9 c	0,9 b
Sem inseticida	Inferior	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	4,9 a	4,9 a	4,9 a	4,9 a	4,8 a	4,8 a	4,7 a
	Médio	4,9 a	4,8 a	4,8 a	4,7 a	4,5 a	4,5 a	4,5 a	4,5 b	4,4 b	4,4 b	4,2 a
	Superior	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a	4,8 a	4,8 a	4,8 a	4,8 b	4,8 a	4,7 b	4,7 a
C.V. (%) <sup>2</sup>		18,8	25,3	25,9	27,25	31,8	32,0	31,9	32,0	32,3	33,0	34,8

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem segundo teste de Kruskal-Wallis,  $\chi_{(7;0,01)} = 1\%$  de significância. <sup>2</sup> C.V. (%) = coeficiente de variação em %.

No entanto, no estágio R6, não houve evidências de efeito sistêmico de tiametoxam, pois nos tratamentos com exposição indireta do percevejo ao produto não foi observada redução significativa do número de percevejos em relação à testemunha. Isso indica que, em R6, não houve translocação de tiametoxam em quantidade suficiente para causar mortalidade dos percevejos. Nesse estágio inicia a redução da massa de todas as estruturas vegetativas da planta (RITCHIE et al., 1985) acompanhada de redução da atividade metabólica e da demanda por água pela planta (SOUZA et al., 2013), como a translocação de agrotóxicos ocorre principalmente pelo xilema acompanhando o fluxo de água, essas modificações fisiológicas, que ocorrem no estágio R6, podem contribuir para a redução no efeito sistêmico de tiametoxam observado nesse estágio no presente estudo. Adicionalmente, é possível que as condições de realização do experimento, em casa de vegetação, possam ter acelerado o processo de maturação das plantas.

No experimento 3, em que os percevejos foram expostos à casca ou ao grão de soja obtidos de plantas em R6 pulverizadas em diferentes estratos, não foi observada redução significativa na sobrevivência de percevejos nos tratamentos com inseticida em relação a testemunha, durante o período de avaliação (Tabela 3). Ao longo dos sete dias de avaliação houve redução da sobrevivência de percevejos nas testemunhas, chegando, em alguns casos a

48% do número inicial. Isso indica que a metodologia utilizada precisa ser aperfeiçoada para a realização desse estudo. Assim, a partir desse experimento, não é possível concluir se há ou não translocação de tiametoxam para a casca e grão de soja. No estágio R6 ainda ocorre incremento de massa de grão (RITCHIE et al., 1985) indicando que há translocação de fotoassimilados para o legume, no entanto, essa translocação ocorre principalmente pelo floema para o grão, enquanto que a translocação de tiametoxam ocorre principalmente pelo xilema (TORRES, 2009).

**Tabela 3** - Sobrevivência do percevejo *Euschistus heros* em resposta a exposição ao grão e a casca dos legumes de soja obtidas de três estratos de plantas de soja pulverizadas com tiametoxam no estágio R6 (grãos cheios). Infestação inicial com quatro percevejos por unidade experimental.

Tratamentos			Dias após aplicação <sup>1</sup>						
Estrato de aplicação do inseticida	Estrato de coleta dos legumes	Seção do legume	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias	6 dias	7 dias
Inferior	Inferior	Casca	3,5a	3,1b	2,5b	2,1b	1,9b	1,8c	1,5b
		Grão	3,7a	3,5ab	3,2ab	3,1ab	2,8ab	2,4abc	2,3ab
	Médio	Casca	4,0 a	4,0 a	3,9 a	3,8ab	3,7a	3,5a	2,7ab
		Grão	3,9a	3,8ab	3,5ab	3,4ab	2,7ab	2,3abc	2,0 ab
	Superior	Casca	3,9a	3,8ab	3,6ab	3,3ab	3,0 ab	2,6abc	2,5ab
		Grão	3,9a	3,9ab	3,7ab	3,4ab	3,0 ab	2,5abc	2,4ab
Médio	Inferior	Casca	4,0 a	4,0 a	3,8 a	3,7a	3,2ab	2,9abc	2,6ab
		Grão	3,9a	3,8ab	3,4ab	3,0 ab	2,5ab	2,0 abc	1,9ab
	Médio	Casca	3,6a	3,5ab	3,4ab	3,2ab	3,1ab	2,9abc	2,5ab
		Grão	3,4a	3,2ab	3,0 ab	2,6ab	2,6ab	2,6abc	2,4ab
	Superior	Casca	4,0 a	3,9ab	3,8 a	3,7a	3,3ab	3,2abc	2,9ab
		Grão	3,8a	3,7ab	3,6ab	3,4ab	2,8ab	2,6abc	2,4ab
Superior	Inferior	Casca	3,6a	3,6ab	3,5ab	3,4ab	3,3ab	3,1abc	2,9ab
		Grão	3,9a	3,8ab	3,2ab	3,0 ab	2,5ab	1,9bc	1,5b
	Médio	Casca	4,0 a	3,9ab	3,9 a	3,7a	3,4a	3,2abc	2,9ab
		Grão	3,9a	3,8ab	3,4ab	3,2ab	2,3ab	1,8abc	1,5b
	Superior	Casca	3,5a	3,5ab	3,1ab	3,0 ab	2,8ab	2,7abc	2,5ab
		Grão	3,8a	3,7ab	3,6ab	3,5ab	3,2ab	3,1abc	2,4ab
Sem inseticida	Inferior	Casca	4,0 a	3,9ab	3,7ab	3,6b	3,0 ab	2,4abc	1,9ab
		Grão	4,0 a	4,0 a	3,7ab	3,7a	2,9ab	2,3abc	1,9ab
	Médio	Casca	3,9a	3,5ab	3,3ab	3,3a	3,0 ab	2,7abc	2,6ab
		Grão	4,0 a	3,7ab	3,6ab	3,1ab	2,6ab	2,3abc	1,9ab
	Superior	Casca	4,0 a	3,9ab	3,8 a	3,7a	3,5a	3,4bc	3,4 a
		Grão	4,0 a	3,8ab	3,6ab	3,5ab	3,0 ab	2,5abc	2,1ab
C.V. (%)			33,0	40,7	48,1	50,0	52,6	51,8	52,4

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem segundo teste de Kruskal-Wallis,  $\chi_{(7;0,01)} =$  a 1% de significância.

### 3.6 Conclusão

No estágio R5.2 da soja o inseticida neonicotinóide tiametoxam apresenta efeito sistêmico, translocando na planta de soja no sentido ascendente em quantidade suficiente para causar mortalidade de adultos de *E. heros*.

No estágio R6 da soja não há evidências de efeito sistêmico do inseticida neonicotinóide tiametoxam sobre adultos de *E. heros*.

### 3.7 Referências Bibliográficas

ANTUNES-KENYON, S.E.; KENNEDY, G. **Thiamethoxam**: a new active ingredient review. Massachusetts: Massachusetts Pesticide Bureau, 37 p. 2001.

ANTUNIASSI, U.R. Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais eletrônicos...** Campina Grande Embrapa Algodão, 2005. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/354.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/354.pdf)> Acesso em: 15 out. 2011.

BRIGGS, G.G.; BROMILOW, R.H.; EVANS, A. A. Relationships between lipophilicity and root uptake and translocation of non-ionised chemicals by barley. **Pesticide Science**, Oxford, v.13, n.5, p. 495-504, 1982.

CAMPOS, H. de. **Estatística experimental não-paramétrica**. 3. ed. Piracicaba: USP, 1979. 343p.

CANTONE, W.; HUTH, C.; GUEDES, J.V.C.; ROGGIA, S. Translocação do inseticida tiametoxam + lambdacialotrina da folha para a haste de plantas de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24., 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SEB, 2012. CD-ROM.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MINAMI, C.A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja** – série sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 16 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 67).

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, v.4, n.2, p.145-150. 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. (Org.) **Soja orgânica**: alternativas para o manejo dos insetos-pragas. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 83 p.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; CASTRO, L.C. de; ROGGIA, S.; CESCINETTO, N.L.; COSTA, J.M. da; OLIVEIRA, M.C.N. de. **MIP-Soja**: resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 55p.

CAVERO, E.S.; GUERRA, M.S.; SILVEIRA, C.P.D. **Manual de inseticidas e acaricidas**: aspectos toxicológicos. Pelotas: Aimara, 1976. 345p.

ELBERT, A.; HAAS, M.; SPRINGER, B.; THIELERT, W.; NAUEN, R. Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. **Pest Management Science**, v.64, n.11, p.1099-1105, 2008.

FARIAS, J.R.; FRANÇA, J.A.S.; SULZBACH, F.; BIGOLIN, M.; FIORIN, R.A.; MAZIERO, H.; GUEDES, J.V.C. Eficiência de tiametoxam + lambda-cialotrina no controle do percevejo-verde-pequeno, *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) e seletividade para predadores na cultura da soja. **Uruguiana**, v.13, n.2, p.10-19, 2006.

GIROLAMI, V.; MAZZON, L.; SQUARTINI, A.; MORI, N.; MARZARO, M.; DI BERNARDO, A.; GREATTI, M.; GIORIO, C.; TAPPARO, A. Translocation of neonicotinoid insecticides from coated seeds to seedling guttation drops: a novel way of intoxication for bees. **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.5, p.1808-1815, 2009.

HSU, F.C.; MARXMILLER, R.L; YANG, A.Y.S. Study of root uptake and xylem translocation of cinmethylin and related compounds in detopped soybean roots using a pressure chamber technique. **Plant Physiology**, v.93, n.4, p.1573-1578, 1990.

HUSCH, P.E.; OLIVEIRA, M.C.N.; SOSA-GÓMEZ, D.R. Monitoramento da suscetibilidade de populações de *Euschistus heros* a tiametoxam+lambda-cialotrina e acefato. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34., 2014, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 78-79.

HUTH, C.; ROGGIA, S.; CANTONE, W.; GUEDES, J.V.C. Efeito sistêmico de inseticida (tiametoxam + lambda-cialotrina) em planta de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2012. CD-ROM.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Brasil). Comunicado. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de julho de 2012. n.139, Seção 3, p.112.

MAIENFISCH, P.; ANGST, M.; BRANDL, F.; FISCHER, W.; HOFER, D.; KAYSER, H.; KOBEL, W.; RINDLISBACHER, A.; SENN, R.; STEINEMANN, A.; WIDMER, H. Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. **Pest Management Science**, v.57, p.906-913, 2001.

MARICONI, F.A.M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas** (Com uma introdução sobre o estudo dos insetos), Tomo I: Defensivos. 5 ed. São Paulo: Nobel, 1981. 305p.

NORRIS, L.A. **Behavior of pesticides in plants**. Portland: USDA, 1974. 6p. (Technical Report PNW, 19).

PANIZZI, A.R.; BUENO, A.F.; SILVA, F.A.C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (eds). Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga. Embrapa, Brasília, DF, p.335-420, 2012.

PHAM-DELÈGUE, M.H.; DECOURTYE, A.; KAISER, L.; DEVILLERS, J. Behavioral methods to assess the effects of pesticides on honey bees. **Apidologie**, v.33, n.5, p.425-432, 2002.

RAMIRO, Z.A.; BATISTA FILHO, A.; CINTRA, E.R.R. Eficiência do inseticida Actara Mix 110 + 220 CE (thiamethoxam + cipermetrina) no controle de percevejos-pragas da soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, n.2, p.239-247, 2005.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G.O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1985. 20p. (Iowa State University, Special Report, n.53.)

ROCHA, M.C.L.S.A. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento**. Brasília: Ibama, 2012. 88p.

SOSA-GÓMEZ, D.R., CORSO, I.C.; MORALES, L. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabr.). **Neotropical Entomology**, v.30, n.2, p.317-320, 2001.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J.J.; LOPES, I.O.; CORSO I.C., ALMEIDA, A.M.; MORAES, G.C.; BAUR, M.E. Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.3, p.1209-1216, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J.J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.767-769, 2010.

SOUZA, G.M.; CATUCHI, T.A.; BERTOLLI, S.C.; SORATTO, R.P. Soybean under water deficit: physiological and yield responses. In: BOARD, J.E. (Ed.). **A Comprehensive survey of international soybean research: genetics, physiology, agronomy and nitrogen relationships**. Rijeka: InTech, 2013. 613p. cap.13, p.273-298.

TOMIZAWA, M.; CASIDA, J.E. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**, v.45, p.247-268, 2005.

TORRES, F.Z.V. **Translocação do inseticida tiametoxam no floema de mamoneira e cafeeiro**. Lavras, MG. 2009. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, Universidade Federal de Lavras, MG, 2009.

#### 4 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES

A partir da metodologia de pulverização em campo e exposição das lagartas e laboratório foi observada maior mortalidade das lagartas de quarto instar em relação às de segundo instar, isso deve-se provavelmente ao tipo de folha oferecida às lagartas mais jovens. Essas receberam folhas do ponteiro da planta, as quais interceptam menor quantidade do produto pulverizado em relação às folhas expandidas oferecidas às lagartas de quarto instar.

Os inseticidas químicos flubendiamida, clorantprilprole, clorfenapir, indoxacarbe e metoxifenoazida foram os que apresentaram melhor desempenho no controle de lagartas de quarto instar de *H. armigera* expostas, em condições de laboratório, a folhas tratadas em campo com cada um dos produtos. Os inseticidas biológicos, baculovírus (HzSNPV) e Bt (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1), apresentam mortalidade intermediária, mas podem ser utilizados para o controle da praga dentro de uma estratégia de rotação de inseticidas.

Para lagartas de segundo instar de *H. armigera* os produtos mais eficiente foram flubendiamida e clorantraniliprole, devido provavelmente a sistemicidade desses produtos que possibilitou a chegada de maior quantidade de produto até as folhas do ponteiro da soja. Clorfenapir e metoxifenoazida proporcionam mortalidade intermediária. Baculovírus (HzSNPV), Indoxacarbe e Bt (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1) proporcionam mortalidade tardia, no final da fase de lagarta e na fase de pupa.

Os produtos que apresentaram mortalidade mais rápida das lagartas foram flubendiamida, clorantraniliprole e clorfenapir. Após 72 horas da pulverização, o desempenho dos inseticidas no controle de *H. armigera* é insatisfatório, indicando haver baixo efeito residual para os inseticidas e doses avaliados. Assim, pulverizações preventivas para o manejo de *H. armigera* tendem a ser pouco eficientes e devem ser evitadas.

Quando os inseticidas foram aplicados sobre plantas previamente infestadas em campo, houve maior mortalidade de lagartas de segundo instar em relação a lagartas de terceiro instar. Nessas condições os produtos flubendiamida, espinosade, baculovírus (HzSNPV) e diferentes formulações de Bt (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1) apresentam eficiência satisfatória para o controle de lagartas de *H. armigera*.

Os resultados indicam que, dentre os inseticidas químicos e biológicos autorizados pelo MAPA para a cultura da soja, existem produtos com boa eficiência de controle de *H. armigera*, mesmo para lagartas de quarto instar. A lista de produtos com bom desempenho contempla inseticidas de diferentes grupos químicos e modos de ação. Isso possibilita proteger a lavoura de soja do ataque da praga rotacionando grupos químicos, como estratégia de manejo da resistência, e escolhendo produtos seletivos a agentes de controle biológico.

O estudo do efeito sistêmico de tiametoxam em soja sobre adultos do percevejo-marrom, *E. heros*, indica que o produto é translocado apenas no sentido ascendente atingindo partes da planta não pulverizadas em quantidade suficiente para causar a morte da praga. O efeito sistêmico foi observado em plantas de soja no estágio R5.2, porém quando aplicado em plantas no estágio R6 não houve mortalidade diferencial de percevejos infestados acima do ponto de aplicação do tiametoxam na planta. É possível que mudanças na fisiologia da planta de soja ao longo de seu desenvolvimento possam interferir no processo de translocação do tiametoxam.

## 5 CONCLUSÃO FINAL

O desempenho de inseticidas para o controle de *Helicoverpa armigera* é melhor para lagartas de 4º instar expostas, em laboratório, a folhas expandidas em relação à lagartas de 2º instar alimentadas com folhas do ponteiro da planta de soja. Quando produtos são aplicados sobre planta de soja previamente infestada com lagartas, em campo, as lagartas de 2º instar são mais facilmente controladas do que lagartas de 3º instar.

Para lagartas de *H. armigera* do 4º instar, os inseticidas que apresentam 100% de mortalidade são flubendiamida, clorantraniliprole, clorfenapir, indoxacarbe e metoxifenoazida, aplicados nas doses autorizadas pelo MAPA para a cultura da soja. Os inseticidas biológicos, baculovírus (HzSNPV) e Bt (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1), apresentam mortalidade intermediária, mas podem ser utilizados para o controle da praga dentro de uma estratégia de rotação de inseticidas.

Para lagartas de *H. armigera* do 2º instar, os inseticidas que apresentam 100% de mortalidade são flubendiamida e clorantraniliprole. Clorfenapir e metoxifenoazida proporcionam mortalidade intermediária (40-57%). Baculovírus (HzSNPV), Indoxacarbe e Bt (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1) proporcionam mortalidade tardia, no final da fase de lagarta e na fase de pupa.

Flubendiamida, clorantraniliprole e clorfenapir são os inseticidas que causam mortalidade mais rapidamente. Após 72 horas da pulverização, o desempenho dos inseticidas no controle de *H. armigera* é insatisfatório, indicando baixo efeito residual para os inseticidas e doses avaliados.

Flubendiamida, espinosade, baculovírus (HzSNPV) e diferentes formulações comerciais de Bt (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1) apresentam eficiência satisfatória para o controle de lagartas de 2º e 3º instar infestadas em plantas de soja em campo.

O estudo do efeito sistêmico de tiametoxam em plantas de soja no estágio R5.2 sobre adultos do percevejo-marrom, *E. heros*, indica que o produto é translocado no sentido ascendente atingindo partes da planta não pulverizadas em quantidade suficiente para causar a morte da praga.

O estudo conduzido no estágio R6 da soja não mostra evidências de efeito sistêmico do inseticida neonicotinóide tiametoxam sobre adultos de *E. heros* nessa fase de desenvolvimento da soja.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES-KENYON, S.E.; KENNEDY, G. **Thiamethoxam**: a new active ingredient review. Massachusetts: Massachusetts Pesticide Bureau, 37 p. 2001.

ANTUNIASSI, U.R. Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais eletrônicos...** Campina Grande Embrapa Algodão, 2005. Disponível em:<[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/354.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/354.pdf)> Acesso em: 15 out. 2011.

BABARIYA, P.M.; KABARIA, B.B.; PATEL, V.N.; JOSHI, M.D. Chemical control of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* Hubner infesting pigeonpea. **Legume Research**, v.33, n.3, p.224-226, 2010.

BRIGGS, G.G.; BROMILOW, R.H.; EVANS, A. A. Relationships between lipophilicity and root uptake and translocation of non-ionised chemicals by barley. **Pesticide Science**, Oxford, v.13, n.5, p. 495-504, 1982.

BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R.C.O.F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja**: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.493-629.

BURGERJON, A.; BIACHE, G.; CALS, P. Teratology of the colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, as provoked by larval administration of the thermostable toxin of *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.14, p.274-278, 1969.

CAMPOS, H. de. **Estatística experimental não-paramétrica**. 3. ed. Piracicaba: USP, 1979. 343p.

CANTONE, W.; HUTH, C.; GUEDES, J.V.C.; ROGGIA, S. Translocação do inseticida tiametoxam + lambdacialotrina da folha para a haste de plantas de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24., 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SEB, 2012. CD-ROM.

CAVERO, E.S.; GUERRA, M.S.; SILVEIRA, C.P.D. **Manual de inseticidas e acaricidas: aspectos toxicológicos**. Pelotas: Aimara, 1976. 345p.

CHATTERJEE, M.L.; MONDAL, S. Sustainable management of key lepidopteran insect pests of vegetables. **Acta Horticulturae (ISHS)**, v.958, p.147-153.2012. Disponível em:<[http://www.actahort.org/books/958/958\\_17.htm](http://www.actahort.org/books/958/958_17.htm)>. Acesso em: 18 nov. 2014.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2014/2015 - quarto levantamento - janeiro/2015**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_01\\_09\\_09\\_00\\_21\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_09_09_00_21_boletim_graos_janeiro_2015.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, v.4, n.2, p. 145-150. 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. (Org.) **Soja orgânica: alternativas para o manejo dos insetos-pragas**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 83 p.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; CASTRO, L.C.; ROGGIA, S.; CESCINETTO, N.L.; COSTA, J.M.; OLIVEIRA, M.C.N. **MIP-Soja: resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 55p.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MINAMI, C.A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja – série sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 16 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 67).

CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCKI, M.P. Understanding heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) pests: what is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, v.107, n.3, p.881-896, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.1, p.110-113, 2013.

ELBERT, A.; HAAS, M.; SPRINGER, B.; THIELERT, W.; NAUEN, R. Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. **Pest Management Science**, v.64, n.11, p.1099-1105, 2008.

EMBRAPA, 2013. Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/1602515/A%C3%A7%C3%B5es+emergenciais+p>

ropostas+pela+Embrapa++Documento+oficial/3a569ce1-c132-4bfa-8314-bc993ce8b920.  
Acesso em: 16 mar.2015.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). **Distribution maps of quarantine pests. *Helicoverpa armigera***. European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2006. 6p. Disponível em: <[https://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Helicoverpa\\_armigera/HELIAR\\_map.htm](https://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Helicoverpa_armigera/HELIAR_map.htm)>. Acesso em: 04 set. 2009.

FARIAS, J.R.; FRANÇA, J.A.S.; SULZBACH, F.; BIGOLIN, M.; FIORIN, R.A.; MAZIERO, H.; GUEDES, J.V.C. Eficiência de tiametoxam + lambda-cialotrina no controle do percevejo-verde-pequeno, *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) e seletividade para predadores na cultura da soja. **Uruguiana**, v.13, n.2, p.10-19, 2006.

FARROW, R.A.; DALY, J.C. Long-range movements as an adaptative strategy in the Genus *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae): a review of its occurrence and detection in four pest species. **Australian Journal of Zoology**, v.35, p.1-24, 1987.

GHOSH, A.; CHATTERJEE, M.; ROY, A. Bio-efficacy of spinosad against tomato fruit borer (*Helicoverpa armigera* Hub.) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. **Journal of Horticulture and Forestry**, v.2, n.5, p.108-111, 2010.

GIROLAMI, V.; MAZZON, L.; SQUARTINI, A.; MORI, N.; MARZARO, M.; DI BERNARDO, A.; GREATTI, M.; GIORIO, C.; TAPPARO, A. Translocation of neonicotinoid insecticides from coated seeds to seedling guttation drops: a novel way of intoxication for bees. **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.5, p.1808-1815, 2009.

GUERREIRO, J.C.; CAMOLESE, P.H.; BUSOLI, A.C. Eficiência de inseticidas associados a enxofre no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho convencional. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, n.4, p.275-285, 2013.

GUPTA, R.K.; RAINA, J.C.; ARORA, R.K.; BALI, K. Selection and field effectiveness of nucleopolyhedrovirus isolates against *Helicoverpa armigera* (Hubner). **International Journal of Virology**, v.3, n.2, p.45-59, 2007.

HANAFY, H.E.M.; EL-SAYED, W. Efficacy of bio-and chemical insecticides in the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) and *Helicoverpa armigera* (Hubner) infesting tomato plants. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.7, n.2, p.943-948, 2013.

HSU, F.C.; MARXMILLER, R.L; YANG, A.Y.S. Study of root uptake and xylem translocation of cinmethylin and related compounds in detopped soybean roots using a pressure chamber technique. **Plant Physiology**, v.93, n.4, p.1573-1578, 1990.

HUSCH, P.E.; OLIVEIRA, M.C.N. de; SOSA-GÓMEZ, D.R. Monitoramento da suscetibilidade de populações de *Euschistus heros* a tiametoxam+lambdacialotrina e acefato. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34., 2014, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2014. p. 78-79.

HUTH, C.; ROGGIA, S.; CANTONE, W.; GUEDES, J.V.C. Efeito sistêmico de inseticida (tiametoxam + lambdacialotrina) em planta de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2012. CD-ROM.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Brasil). Comunicado. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de julho de 2012. n. 139, Seção 3, p. 112.

JOHNSON, M.L.; ZALUCKI, M.P. Foraging behavior of *Helicoverpa armigera* first instar larvae on crop plants of different developmental stages. **Journal of Applied Entomology**, v.129, n.5, p.239-245, 2005.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.3, n.8, p.1213-1222, 2000.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera*** (Hübner, 1808). 2007. 17p. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2014.

MAIENFISCH, P.; ANGST, M.; BRANDL, F.; FISCHER, W.; HOFER, D.; KAYSER, H.; KOBEL, W.; RINDLISBACHER, A.; SENN, R.; STEINEMANN, A.; WIDMER, H. Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. **Pest Management Science**, v.57, p.906-913, 2001.

MARICONI, F.A.M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas** (Com uma introdução sobre o estudo dos insetos), Tomo I: Defensivos. 5 ed. São Paulo: Nobel, 1981. 305p.

MIRONIDIS, G.K.; STAMOPOULOS, D.C.; SAVOPOULOU-SOULTANI, M. Overwintering survival and spring emergence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Northern Greece. **Environmental Entomology**, v.39, n.4, p.1068-1084, 2010.

MURÚA, M.G.; SCALORA, F.S.; NAVARRO, F.R.; CAZADO, L.E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M.E.; LOBOS, E.; GASTAMINZA, G. First Record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, v.97, n.2, p.854-856, 2014.

NARAYANAN, K.; JAYARAJ, S. Mass production of polyhedral occlusion bodies of NPV of *Helicoverpa armigera* in relation to dose, age and larval weight. **Indian Journal of Experimental Biology**, v.40, n.7, p.846-849, 2002.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties. **Entomological Science**, v.12, p.147-154, 2009a.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Life table parameters of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) on different soybean cultivars. **Journal of Entomological Society of Iran**, v.29, n.1, p.25-40, 2009b.

NORRIS, L.A. **Behavior of pesticides in plants**. Portland: USDA, 1974. 6p. (Technical Report PNW, 19).

PANIZZI, A. R.; SLANSKY, F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**, v.68, n.1, p. 184-214. 1985.

PANIZZI, A.R.; BUENO, A.F.; SILVA, F.A.C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (eds). **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Embrapa, Brasília, DF, p.335-420, 2012.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2013. 450p.

PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. **Entomologist's Gazette**, v. 36, n.1, p. 15-20, 1985.

PHAM-DELÈGUE, M.H.; DECOURTYE, A.; KAISER, L.; DEVILLERS, J. Behavioral methods to assess the effects of pesticides on honey bees. **Apidologie**, v.33, n.5, p.425-432, 2002.

PÜNTENER, W. **Manual for field trials in plant protection**. 2<sup>nd</sup> ed. Greensboro: Ciba-Geigy, Agricultural Division, 1981.

RAMIRO, Z.A.; BATISTA FILHO, A.; CINTRA, E.R.R. Eficiência do inseticida Actara Mix 110 + 220 CE (thiamethoxam + cipermetrina) no controle de percevejos-pragas da soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, n.2, p.239-247, 2005.

RAZAQ, M.; SUHAIL, A.; ASLAM, M.; ARIF, M.J.; SALEEM, M.A.; KHAN, M.H.A. Evaluation of new chemistry and conventional insecticides against *Helicoverpa armigera* (Hubner) on cotton at multan (Pakistan). **Pakistan Entomologist**, v.27, n.1, p.71-73, 2005.

REED, W.; PAWAR, C.S. 1982. Heliothis: a global problem. In: REED, W.; KUMBLE, V. (eds.). **Proceedings of the International Workshop on Heliothis Management**, 15-20 November, 1981, Patancheru, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics; 1982. p.9-14.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G.O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1985. 20p. (Iowa State University, Special Report, n.53.)

ROCHA, M.C.L.S.A. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento**. Brasília: Ibama, 2012. 88p.

SENAVE. 2013. **Senave en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola**. Disponível em: <<http://www.abc.com.py/edicion-impresia/economia/ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>>. Acesso em: 1 nov. 2014.

SHARMA, H.C. **Heliothis/ Helicoverpa management**: emerging trends and strategies for future research. New Delhi: Oxford & IBH, 2005. 482p.

SISLEGIS. 2014 **Sistema de Consulta à Legislação**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 16 nov. 2014.

SOSA-GÓMEZ, D.R., CORSO, I.C.; MORALES, L. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabr.). **Neotropical Entomology**, v.30, n.2, p.317-320, 2001.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J.J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.767-769, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J.J.; LOPES, I.O.; CORSO I.C., ALMEIDA, A.M.; MORAES, G.C.; BAUR, M.E. Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.3, p.1209-1216, 2009.

SOUZA, G.M.; CATUCHI, T.A.; BERTOLLI, S.C.; SORATTO, R.P. Soybean under water deficit: physiological and yield responses. In: BOARD, J.E. (Ed.). **A Comprehensive survey of international soybean research: genetics, physiology, agronomy and nitrogen relationships**. Rijeka: InTech, 2013. 613p. cap.13, p.273-298.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PAULA-MORAES, S.V., YANO, S.A.C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.6, p.689-692, 2013.

TAY, W.T.; SORIA, M.F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G.T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos One**, v.8, n.11, p.1-7, 2013.

TOMIZAWA, M.; CASIDA, J.E. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**, v.45, p.247-268, 2005.

TORRES, F.Z.V. **Translocação do inseticida tiametoxam no floema de mamoneira e cafeeiro**. Lavras, MG. 2009. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, Universidade Federal de Lavras, MG, 2009.

TURNIPSEED, S. G.; KOGAN, M. Soybean Entomology. **Annual Review of Entomology**, v.21, p.247-282, 1976.

YOUNG, S.Y.; YEARIAN, W.C. *Nabis roseipennis* adults (Hemiptera: Nabidae) as disseminators of nuclear polyhedrosis virus to *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Environmental Entomology**, v.16, n.6, p.1330-1333. 1987.