



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CRISTIANE DOS SANTOS STECCA

**SELETIVIDADE DE INSETICIDAS UTILIZADOS NA
CULTURA DA SOJA A *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA:
PLATYGASTRIDAE) E *Podisus nigrispinus* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE)**

Londrina
2015

CRISTIANE DOS SANTOS STECCA

**SELETIVIDADE DE INSETICIDAS UTILIZADOS NA
CULTURA DA SOJA A *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA:
PLATYGASTRIDAE) E *Podisus nigrispinus* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Agronomia - Curso de Doutorado da Universidade
Estadual de Londrina, área de concentração em
Entomologia.

Orientador: Dr. Amarildo Pasini.

Co-orientador: Dr. Adeney de Freitas Bueno.

Londrina
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S811s Stecca, Cristiane dos Santos.
Seletividade de inseticidas utilizados na cultura da soja a *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) e *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) / Cristiane dos Santos Stecca. – Londrina, 2015.
63 f. : il.

Orientador: Amarildo Pasini.
Coorientador: Adeney de Freitas Bueno.
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Controle biológico – Teses. 2. Parasitóides – Teses. 3. Insetos predadores – Teses. 4. Produtos químicos agrícolas – Teses. 5. Soja – Teses. I. Pasini, Amarildo. II. Bueno, Adeney de Freitas. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.
CDU 632.937

CRISTIANE DOS SANTOS STECCA

**SELETIVIDADE DE INSETICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DA
SOJA A *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA:
PLATYGASTRIDAE) E *Podisus nigrispinus* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Agronomia - Curso de Doutorado da Universidade
Estadual de Londrina, área de concentração em
Entomologia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Amarildo Pasini
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr^a. Daiane Heloisa Nunes
Instituto Federal Catarinense - IFC

Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. Daniel Sosa-Gomez
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
Embrapa Soja

Dr. Samuel Roggia
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
Embrapa Soja

Londrina, 09 de fevereiro de 2015.

A Deus acima de tudo,
AGRADEÇO

Aos meus pais, Luiz e Solange, que tudo fizeram para a minha formação pessoal e profissional.

Ao meu noivo Jeferson pelo incentivo, confiança e companheirismo, fornecendo apoio para finalizar esse trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Amarildo Pasini pelos aconselhamentos e forma gentil como me orientou durante todas as fases do meu doutorado.

Ao Dr. Adeney de Freitas Bueno, meu co-orientador, por todo o apoio, incentivo e pelas valorosas discussões e sugestões na realização desse trabalho.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da UEL pelo acolhimento e conhecimentos proporcionados pela valorosa equipe de professores.

Ao amigo e colega de profissão Marlon Denez pela amizade e auxílio no planejamento e execução desse trabalho.

À amiga Débora Mello pelos conselhos, pela amizade e por me acolher juntamente com seus pais, me proporcionando conviver com essa família maravilhosa que é a família Mello.

Ao Orcial Bortolotto que me apresentou ao Prof. Amarildo Pasini e me apoiou no processo de adaptação, me apresentando aos seus amigos e colegas que se tornaram grandiosas novas amizades em Londrina .

À amiga Maria Betetto e Mariana Closs pelo carinho e auxílio em momentos de dificuldade, sempre a posto quando precisei.

Aos funcionários da Embrapa Soja Ivanilda, Jovenil, Nivaldo, Serginho e aos estagiários do laboratório de parasitóides, em especial, ao Maico, Luiz Fernando, Sabrina e Gustavo.

Ao estagiário Daumir Zironi pela sua dedicação, responsabilidade e apoio na condução e avaliação dos ensaios.

À todos os amigos que de alguma forma me auxiliaram durante o doutorado e tornam os meus dias mais felizes.

A todos que participaram dessa conquista...

Obrigada!!!

*A persistência é o caminho do êxito.
Charles Chaplin*

STECCA, Cristiane dos Santos. **Seletividade de inseticidas utilizados na cultura da soja a *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) e *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2015. 63 f. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito dos principais inseticidas utilizados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) e ao predador *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). Os testes de seletividade foram conduzidos em laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR, e fotofase de 14 h) em delineamento inteiramente casualizado, de acordo com protocolos padronizados pela *International Organisation of Biological Control* (IOBC). Os tratamentos consistiram em inseticidas utilizados na cultura da soja, sendo dois tratamentos padrão: uma testemunha negativa (água destilada) e uma testemunha positiva como padrão de toxicidade (clorpirifós). As aplicações foram realizadas com Torre de Potter calibrada para depositar $1,75 \pm 0,25$ mg de calda por cm^2 . Avaliou-se possíveis efeitos deletérios sobre pupas e adultos de *T. podisi* e efeitos sobre ninfas de quarto instar e adultos (< 24 hs de idade) de *P. nigrispinus*. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por Tukey a 5 % de significância. Ainda, o efeito dos inseticidas nos agentes de controle biológico foi calculado em relação ao tratamento testemunha pelas equações: 1) Para *T. podisi* $E1\% = (1 - \text{Parasitismo no tratamento} / \text{Parasitismo na testemunha}) \times 100$ para os ensaios com adultos e $E2\% = (1 - \text{Viabilidade das pupas pulverizadas com o tratamento} / \text{viabilidade das pupa na testemunha}) \times 100$ (modificado de HASSAN et al., 1985) para os ensaios com pupas. 2) Para *P. nigrispinus* $E1\% = 100\% - (100\% - M\%) \times R1$ na qual; E= Efeito total (%); M%= Mortalidade corrigida pela testemunha (ABBOTT, 1925) e R1= Razão entre a média diária de ovos postos por fêmea tratada e não tratada e $E2 = 100\% - (100\% - M\%)R2$ (modificado de OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde R2= Razão entre média diária de ovos viáveis postos por fêmea tratada e não tratada. Posteriormente, os inseticidas foram classificados em: classe 1 = inócuo ($E < 30\%$), classe 2 = levemente nocivo ($30\% \leq E < 80$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80\% \leq E < 99$), classe 4 = nocivo ($E \geq 99\%$). Os produtos espinosade, espinoteram, flubendiamida, clorantraniliprole e clorfluazurom foram os mais seletivos aos dois inimigos naturais. No entanto, quando considerado somente *T. podisi*, outros produtos também apresentam resultados satisfatórios, como novalurom, teflubenzurom, lufenurom, triflumurom, metoxifenoazida, tebufenoazida e beta-ciflutrina. Já para ninfas de *P. nigrispinus*, os inseticidas lufenurom, teflubenzurom, triflumurom, tebufenoazida, novalurom e metoxifenoazida tiveram ação letal e sub-letal. Portanto, esses produtos e os demais, que não tiveram seletividade comprovada em laboratório ainda precisam ser testados em semi-campo e campo nas avaliações complementares propostas pela IOBC. Os produtos seletivos em laboratório não precisam ser testados mais e são opções de inseticidas que podem ser utilizados no manejo fitossanitário da soja, que afetam minimamente os inimigos naturais estudados.

Palavras-chave: Controle biológico. IOBC. MIP. predador. parasitoide.

STECCA, Cristiane dos Santos. **Selectivity of insecticides used in soybean crop for *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) and *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2015. 63 p. Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of the main insecticides used on soybeans to the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) and the predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). Selectivity tests were conducted in the laboratory (25 ± 1 ° C, $70 \pm 10\%$ RH, and photoperiod of 14 h) in a randomized design, according to standardized protocols by the International Organization of Biological Control (IOBC). The treatments consisted of insecticides used on soybeans, two being standard treatments: a negative control (distilled water) and a positive control as standard toxicity (chlorpyrifos). The applications were performed with Potter tower calibrated to deposit $1,75 \pm 0,25$ mg of water per cm^2 . Possible deleterious effects were evaluated on *T. podisi* pupae and adults and the effects on fourth instar nymphs and adults (<24 hours old) of *Podisus nigrispinus*. The results were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey 5% significance level. Still, the effect of insecticides on biological control agents was calculated in relation to the control treatment by the equations: 1) For *T. podisi* $E1\% = (1 - \text{parasitism in the treatment} / \text{parasitism in the control}) \times 100$ for the adult trials and $E2\% = (1 - \text{feasibility of sprayed pupae with treatment} / \text{viability of pupa in control}) \times 100$ (modified HASSAN et al., 1985) for tests with pupae. 2) For *P. nigrispinus* $E1\% = 100\% - (100\% - M\%) \times R1$ in which; E = Total effect (%); M% = mortality corrected by the control (ABBOTT, 1925) and R1 = ratio of the average daily eggs laid by female treated and untreated and $E2 = 100\% - (100\% - M\%) R2$ (modified OVERMEER; VAN ZON, 1985) where R2 = ratio between average daily viable eggs laid per female treated and untreated. Later, the insecticides were classified in: Class 1 - harmless (E <30%); Class 2 - slightly harmful ($\geq 30\%$ and $\leq 79\%$); Class 3 - moderately harmful ($\geq 80\%$ and <99%); Class 4 - harmful (E $\geq 99\%$). Spinosad, spinoteran, flubendiamide, clorantprilprole and clorfluazuron products were the most selective to both natural enemies. However, when considering only *T. podisi*, other products also have satisfactory results, such as novaluron, teflubenzuron, lufenuron, triflumuron, methoxyfenozide, tebufenozide and beta-cyfluthrin. As for nymphs of *P. nigrispinus*, the insecticides lufenuron, teflubenzuron, triflumuron, tebufenozide, novaluron and methoxyfenozide had lethal and sub-lethal action. Therefore, these products and others who did not have proven selectivity in the laboratory have yet to be tested in semi-field and field in further assessments proposed by the IOBC. The selective products in laboratory do not need to be tested anymore and are insecticides options that can be used to control soybeans disease, which minimally affect the natural enemies studied.

Keywords: Biological control. IOBC. IPM. predator. parasitoid.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	HIPÓTESES	11
1.2	OBJETIVOS	11
1.2.1	Objetivo Geral	11
1.2.2	Objetivos Específicos	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	O AGRONEGÓCIO DA SOJA E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	12
2.2	MIP SOJA	13
2.3	INIMIGOS NATURAIS DAS PRAGAS-CHAVE DA CULTURA DA SOJA	14
2.4	IMPACTO DOS AGROTÓXICOS NA CULTURA DA SOJA	15
2.5	SELETIVIDADE DE AGROTÓXICOS	16
2.6	SELETIVIDADE DE AGROTÓXICOS A INIMIGOS NATURAIS	17
3	ARTIGO A: SELETIVIDADE DE INSETICIDAS AO PARASITOIDE DE OVOS <i>Telenomus podisi</i> (HYMENOPTERA: PLASTYGASTRIDAE)	20
3.1	RESUMO	20
3.2	ABSTRACT	21
3.3	INTRODUÇÃO	22
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.4.1	Bioensaio de Seletividade a Adultos dos Parasitoides	23
3.4.2	Bioensaio de Seletividade a Pupas dos Parasitoides	24
3.4.3	Análise Estatística	25
3.5	RESULTADOS	26
3.5.1	Seletividade Adultos de <i>T. Podisi</i>	26
3.5.2	Seletividade a Pupas de <i>T. Podisi</i>	28
3.6	DISCUSSÃO	31
3.7	CONCLUSÕES	34

4	ARTIGO B: SELETIVIDADE DE INSETICIDAS USADOS NA CULTURA DA SOJA AO PREDADOR <i>Podisus nigrispinus</i> Dallas, 1851 (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)	35
4.1	RESUMO	35
4.2	ABSTRACT.....	36
4.3	INTRODUÇÃO.....	37
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	39
4.5	RESULTADOS.....	42
4.6	DISCUSSÃO.....	47
4.7	CONCLUSÕES	51
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como segundo maior produtor mundial de soja (USDA, 2014). Dentre as limitações ao aumento de produtividade estão os insetos-praga que, sob condições favoráveis, podem ganhar importância e causar perdas significativas de produtividade.

Em soja, destacam-se como insetos-praga de maior importância econômica às lagartas e percevejos. Dentre as lagartas desfolhadoras nocivas à cultura, encontra-se a espécie *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (CONTE et al., 2014), *Chrysodeixis includens* (Walker) (MOSCARDI et al., 2012), algumas espécies do gênero *Spodoptera* (GUEDES et al., 2011), e principalmente, a mais recente praga invasora, na agricultura brasileira, a espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner) (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013; GUEDES et al., 2013; THOMAZONI et al., 2013).

Dos percevejos que atacam a soja, as espécies *Euschistus heros* (Fabricius), *Piezodorus guildinii* (Westwood) e *Nezara viridula* (Linnaeus) são as mais importantes, devido a abundância populacional e aos danos que podem causar (CORRÊA-FERREIRA, 2005; GAZZONI, 1998; SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1995), sendo que *E. heros* pode ser considerado como o mais importante, devido a sua abundância e ampla distribuição geográfica, assim como, pela sua dificuldade de controle (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010).

O controle de lagartas e percevejos na cultura da soja é realizado quase que exclusivamente com inseticidas químicos sintéticos. Entretanto, um requisito para a sustentabilidade dessa cultura é o aprimoramento de outras táticas de manejo de pragas, como o controle biológico. Dentre os inimigos naturais, com potencial de uso em programas de Manejo Integrado de pragas da Soja (MIP-Soja), cita-se o predador *Podisus nigrispinus* Dallas, 1851 (Hemiptera: Pentatomidae) e o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Ptatygastridae). Desta forma, estudos de seletividade de agrotóxicos que visam compatibilizar o uso do controle biológico com o controle químico, de forma racional, são essenciais, uma vez que o uso desses produtos é significativo para a agricultura brasileira.

Nesse contexto, os produtos fitossanitários mais adequados para serem utilizados no MIP são aqueles que combinam controle eficiente da praga, com menor impacto para aos inimigos naturais. Essa integração de produtos químicos com o controle biológico, na maioria dos casos é crucial para o sucesso do agronegócio (BUENO; FREITAS, 2004).

Agrotóxicos seletivos, bem como outros produtos químicos e biológicos, devem ser preferidos para que os inimigos naturais sejam preservados (BUENO et al., 2008).

Atualmente, os estudos de seletividade seguem os protocolos da *International Organisation for Biological Control* (IOBC), que permitem conhecer e utilizar os agrotóxicos não apenas com base em características de eficiência agrônômica, mas também considerando o impacto sobre os inimigos naturais. Deste modo, estudos sobre seletividade à fauna benéfica são fundamentais, para que os produtos menos impactantes sejam priorizados e assim haja uma maior preservação desses organismos nos sistemas produtivos agrícolas.

1.1 HIPÓTESES

Existem inseticidas utilizados para o controle de insetos-praga na cultura da soja que são compatíveis com o manejo integrado de pragas, não afetando a população do parasitoide de ovos *T. podisi* e do predador *P. nigrispinus*.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Estudar o efeito dos principais inseticidas utilizados na cultura da soja aos inimigos naturais *T. podisi* e *P. nigrispinus* e indicar quais produtos são mais compatíveis com o controle biológico e, portanto, mais apropriados para serem utilizados no manejo integrado de pragas da cultura.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Avaliar a mortalidade de *T. podisi* e *P. nigrispinus* expostos aos principais inseticidas utilizados na cultura da soja.
- b) Estudar o efeito dos principais inseticidas utilizados na cultura da soja sobre parâmetros reprodutivos de *T. podisi* e *P. nigrispinus*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O AGRONEGÓCIO DA SOJA E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Dentro do agronegócio mundial, a produção de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] está entre as atividades econômicas que, nas últimas décadas, apresentaram crescimentos mais expressivos (FREITAS, 2011; LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010). Essa cultura é uma das mais importantes na economia mundial, sendo os grãos usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos. Além do crescimento no uso como fonte alternativa para obtenção de biocombustível (COSTA NETO; ROSSI, 2000). A soja ganha cada vez mais importância e destaque devido ao avanço da demanda global por alimentos e a diversidade de utilização da oleaginosa (FREITAS, 2011; LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010).

O Brasil, na safra de 2013/2014, produziu aproximadamente 87 milhões de toneladas, sendo o segundo maior produtor mundial, logo atrás dos Estados Unidos que no mesmo período produziu em torno de 91 milhões de toneladas (USDA, 2014). Dentre os grandes produtores agrícolas mundiais, o Brasil apresenta a maior capacidade de ampliar a atual produção, tanto pelo aumento da produtividade, quanto pelo potencial de expansão da área cultivada. Até 2020, a produção brasileira deve ultrapassar os 100 milhões de toneladas, podendo assumir a liderança mundial na produção de soja (VENCATO et al., 2010), tornando-se o maior provedor da demanda de alimentos, fibras e energia renovável no mundo. Neste mesmo período, a população humana está projetada para um crescimento médio de aproximadamente 80 milhões por ano, resultando um aumento de 35% no período (7,7 bilhões de pessoas) continuando a crescer até se estabilizar em cerca de 10 bilhões (PINSTRUP-ANDERSEN, 2001; TILMAN, 1999; UNITED NATIONS, 1996).

A necessidade de produzir alimentos em grande escala para essa população crescente está diretamente ligada com o uso de produtos químicos e inovação de tecnologias. De modo que o mercado de agrotóxicos no Brasil é caracterizado pela grande oferta de produtos. Sendo que são nas culturas de soja e milho que mais se utilizam agrotóxicos no Brasil, com relação à quantidade total de ingredientes ativos (SPADOTTO et al., 2004).

Esse uso elevado de agrotóxicos tem levantado sérias preocupações não só com relação ao potencial de efeitos sobre a saúde humana, mas também sobre os impactos sobre a vida selvagem e os ecossistemas (STOATE et al., 2001; POWER, 2010). Em todo o mundo, os cientistas de diferentes países estão tentando aumentar tanto a produtividade e

rentabilidade do setor agrícola, para alimentar populações em crescimento, como reduzir o impacto da agricultura no meio ambiente.

Nessa perspectiva, uma alternativa sustentável para a produção em larga escala é a integração entre o controle químico e o biológico. Para isso, estudos de seletividade têm sido realizados, proporcionando a indicação de produtos químicos menos impactantes sobre agentes de controle biológico natural e aplicado (BUENO et al., 2008; CASTRO et al., 2012; GIOLO et al., 2005; NÖRNBERG et al. 2008; TORRES et al., 2002; ZOTTI et al., 2010). Essa estratégia de manejo, aliada ao uso racional de agrotóxicos é oportuna para a manutenção de alta produção de alimentos.

2.2 MIP SOJA

O uso racional de inseticidas se tornou uma necessidade e uma exigência crescente para a produção brasileira de soja, posto o desafio de produção sustentável, visando à redução dos impactos ambientais e evitando a imposição de barreiras comerciais à exportação brasileira de soja (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013).

O Manejo Integrado de Pragas da Soja (MIP-Soja) é a principal ferramenta para a racionalização do uso de inseticidas, com redução de custos de produção, sem riscos à produtividade (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013). Prova disso, foi a adoção do MIP no início dos anos 80 que possibilitou reduzir o número médio de aplicações por safra, para o controle de pragas, de mais de cinco para menos de duas no Estado do Paraná (FINARDI; SOUZA, 1980). Contudo, tem se percebido, ano após ano, o abandono dessas práticas de MIP e o conseqüente aumento do uso indiscriminado de inseticidas na cultura da soja (QUINTELA et al., 2007). Esse uso abusivo de inseticidas foi reportado em 99,7% das áreas cultivadas com soja no Brasil, na safra 2013/14, com média de 8,26 aplicações de inseticidas por ciclo da cultura (KLEFFMANN, 2014).

O MIP preconiza que as decisões para o controle das principais pragas que atacam a cultura da soja devem ser baseadas no nível populacional chamado de nível de ação, número e tamanho dos insetos, na injúria causada e no estágio de desenvolvimento da soja. Para tanto, o monitoramento das áreas cultivadas deve ser constante e as medidas de controle devem ser realizadas sempre que a densidade populacional ou a injúria causada atinja os níveis de ação preconizados (TECNOLOGIAS ..., 2013). Além disso, é fundamental que outras táticas de manejo, além do controle químico façam parte do sistema produtivo, tais

como controle cultural, controle biológico e controle por comportamento, entre outras ferramentas de manejo de pragas.

Porém, em situações em que o controle químico se torna indispensável é importante o uso de inseticidas seletivos, buscando-se, a preservação dos inimigos naturais e a sustentabilidade das lavouras de soja no sistema produtivo (CONTE et al., 2014). Para tanto, deve-se conhecer a ação dos produtos fitossanitários sobre o inimigo natural e a partir daí determinar sua seletividade ou compatibilidade (BATISTA FILHO et al., 2003). Sendo, o uso de produtos seletivos uma das premissas para o sucesso do MIP.

2.3 INIMIGOS NATURAIS DAS PRAGAS-CHAVE DA CULTURA DA SOJA

A presença de parasitoides, predadores e patógenos, que exercem o controle biológico natural dos insetos-praga de importância agrícola, é indispensável como fatores de equilíbrio dinâmico nos agroecossistemas. Esses agentes minimizam a necessidade de intervenção humana no controle de pragas, mediante outros métodos de redução populacional de insetos (DEGRANDE; GOMEZ, 1990).

Além da importância desses agentes para o controle biológico natural, esses inimigos naturais são importantes também para o controle biológico aplicado. Dentre os inimigos naturais, com potencial para uso em programas de controle biológico aplicado destacam-se o predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) e os parasitoides de ovos *Trissolcus basalıs* (Wollaston) e *Telenomus podisi* (Ashmead) (CORRÊA-FERREIRA, 2002; CORRÊA-FERREIRA; PERES, 2003; ZANUNCIO et al., 1994).

Podisus nigrispinus é um predador generalista, considerado um importante inimigo natural e com promissor potencial para uso em programas de controle biológico aplicado em diversos agroecossistemas (FERNANDES et al., 1996; MEDEIROS; LEMOS; RAMALHO, 1998; OLIVEIRA et al., 2004; SANTOS; SILVA; RAMALHO, 1995; ZANUNCIO et al., 1994). A ocorrência natural do predador tem sido registrada em culturas como soja (CORRÊA FERREIRA; MOSCARDI, 1995), algodão (MEDEIROS et al., 2000), eucalipto (ZANUNCIO et al., 1993) e tomate (VIVAN et al., 2002), sendo associado principalmente a larvas de lepidopteros-praga (MCPHERSON, 1980).

Vários inimigos naturais estão associados aos percevejos-praga da soja, sendo os microhimenopteros parasitoides de ovos, os principais agentes de mortalidade. No Brasil, o registro da ocorrência dos parasitoides de ovos *T. basalıs* e *T. podisi* abrange desde o Centro-Oeste (MEDEIROS et al., 1997) até o extremo sul do país (MOREIRA; BECKER,

1986). Dentre esses parasitoides, *T. podisi* apresenta preferência em parasitar ovos de *Euschistus heros* (Fabricius), mas também parasita ovos de outros percevejos pragas como *Piezodorus guildinii* (Westwood) e *Nezara viridula* (Linnaeus) (CORRÊA-FERREIRA, 2002; VENZON; VIRÍSSIMO, 1995).

O controle dos percevejos com o uso de parasitoides de ovos já é uma realidade no Brasil (PARRA, 2007). Entretanto, o parasitoide de ovos utilizado no controle de percevejos na cultura da soja até o momento é o *T. basalis*, que apresenta preferência acentuada por ovos de *N. viridula*. Com o aumento das populações do *E. heros*, a utilização de outras espécies de parasitoides de ovos pode ser uma estratégia mais adequada e a liberação de *T. podisi* tem apresentado resultados positivos, visto que apresenta preferência por esse hospedeiro.

2.4 IMPACTO DOS AGROTÓXICOS NA CULTURA DA SOJA

Uma parcela significativa do desequilíbrio biológico que ocorre em sistemas agrícolas deve-se ao uso inadequado de produtos químicos. Nesse sentido, aplicações de produtos fitossanitários de alta toxicidade e de largo espectro de ação, são a principal causa de desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas, provocando problemas como ressurgência de pragas, aumento de surtos de pragas secundárias e seleção de populações de insetos resistentes (DEGRANDE et al., 2002; DIEZ-RODRÍGUEZ; OMOTO, 2001).

Além disso, o uso de inseticidas químicos convencionais pode ter efeitos prejudiciais sobre as populações de artrópodes benéficos, visto que esses têm maior suscetibilidade em relação às presas ou hospedeiros (RUBERSON; NEMOTO; HIROSE, 1998). Entretanto, quando os agrotóxicos são usados como parte do programa do MIP, estes devem ser eficientes contra as pragas, mas também ter baixa toxicidade ou ser inofensivos para agentes de controle biológico (MOHAGHEGH; DE CLERCQ; TIRRY, 2000).

A conservação natural dos agentes de controle biológico é frequentemente limitada pela incompatibilidade entre estes agrotóxicos e os inimigos naturais. Portanto, a seletividade dos agrotóxicos é muito importante. Inseticidas e acaricidas seletivos, bem como herbicidas, fungicidas e outros produtos químicos e biológicos, devem ser preferidos para que os inimigos naturais sejam preservados (BUENO et al., 2008).

Cabe destacar que os inimigos naturais podem ser afetados diretamente por aplicações de inseticidas e por meio de contato com resíduos ou, indiretamente, através da contaminação de alimento ou água (MESTDAGH; DE CLERCQ; DEGHEELE, 1996;

PEREIRA et al., 2005). O comportamento do inseto e o modo de ação dos agrotóxicos podem contribuir para diferenças na suscetibilidade do inseto predador e das presas (BOYD; BOETHEL, 1998). A suscetibilidade do inseto vai depender do comportamento frente a estes compostos, para evitar a contaminação direta ou efeitos deletérios em gerações sucessivas, que podem determinar em decréscimo da resistência do inseto (PEREIRA; RAMALHO; ZANUNCIO, 2005), visto que, o impacto dos agrotóxicos sobre insetos benéficos incluem efeito letal e sub-letal (DESNEUX; DECOURTYE; DELPUECH, 2007; STARK; BANKS, 2003).

2.5 SELETIVIDADE DE AGROTÓXICOS

A seletividade pode ser definida como a capacidade de um agrotóxico, na dosagem recomendada, controlar a praga alvo contra o qual é empregado, com o menor impacto possível sobre os organismos benéficos. A seletividade pode ser obtida devido às diferenças fisiológicas, ecológicas e comportamentais entre as espécies de organismos (FOERSTER, 2002).

Seletividade ecológica ocorre em função das diferenças de comportamento ou hábitat entre pragas, inimigos naturais e polinizadores, possibilitando que o produto químico entre em contato com determinada espécie e não com outra; essa diferenciação pode se dar no tempo ou no espaço. A separação temporal pode ser alcançada explorando diferenças existentes no comportamento de atividades diárias de determinada espécie. Inimigos naturais com atividades essencialmente noturnas ou diurnas podem ter a mortalidade reduzida, com aplicações de inseticidas durante o período em que não estão em atividade, evitando assim o contato direto com o produto. A separação espacial entre pragas e inimigos naturais pode ocorrer em diferentes partes de uma planta, entre plantas em um campo e mesmo entre culturas, abrangendo todo um agroecossistema (FOERSTER, 2002).

Seletividade fisiológica é uma característica referente ao agrotóxico e está diretamente relacionada a maior atividade de um produto sobre a praga do que sobre o inimigo natural, quando ambos entrarem em contato direto com o mesmo ou seus resíduos. Neste tipo de seletividade estão envolvidos os processos de absorção, penetração, transporte e ativação de enzimas. Desta maneira, esse tipo de seletividade ocorre devido às diferenças fisiológicas da praga, em relação aos demais organismos, não visado na aplicação, ocorrendo a morte somente das pragas. Essa seletividade pode ser alcançada pela redução de absorção do

produto químico pelo tegumento do inseto ou pelo aumento na degradação da substância tóxica pelo sistema enzimático do inimigo natural (CROCOMO, 1990; FOERSTER, 2002).

O MIP tem na seletividade um dos requisitos básicos para a integração do controle químico com o controle biológico, permitindo assim o controle das pragas e a preservação dos inimigos naturais, o que é fundamental para o sucesso dos programas de manejo das culturas agrícolas (BUENO; FREITAS, 2004).

Com o propósito de fomentar estudos de seletividade, baseados numa metodologia confiável e padrão, em 1974, foi formado o grupo de trabalho para cooperação científica internacional no estudo da seletividade de agrotóxicos a organismos benéficos, a *International Organization of Biological Control* (IOBC) (HASSAN, 1992; ZHANG; HASSAN, 2000). Essa organização é responsável por fomentar atividades internacionais, no desenvolvimento de métodos padronizados para testar os efeitos colaterais de agrotóxicos nos mais importantes inimigos naturais e apontar os produtos que são seletivos a esses agentes e, portanto, adequados para o MIP.

A metodologia adotada pela IOBC propõe ensaios de laboratório, semi-campo e campo, conduzidos em sequência. O primeiro teste deve ser o de laboratório que constitui no cenário de maior exposição do inimigo natural. Assim, a etapa em laboratório é útil para indicar quais produtos são seletivos, se a seletividade não for comprovada, os produtos precisam ser avaliados nas etapas seguintes em semi-campo e campo (DEGRANDE et al., 2002; HASSAN et al., 1985).

Além disso, a avaliação da seletividade de agrotóxicos deve envolver não somente efeitos sobre a viabilidade dos agentes de controle biológico, mas também, possíveis efeitos colaterais na fecundidade e fertilidade (CARMO; BUENO; BUENO, 2010). Para atender a essa demanda, a equipe da *International Organisation for Biological Control* (IOBC), tem desenvolvido protocolos padronizados para estudar possíveis efeitos de agrotóxicos a diferentes inimigos naturais (HASSAN, 1992).

2.6 SELETIVIDADE DE AGROTÓXICOS A INIMIGOS NATURAIS

No contexto do MIP, preconiza-se a utilização de inseticidas menos tóxicos ou inofensivos aos inimigos naturais. Deste modo, vários trabalhos têm sido realizados na procura de produtos eficientes com o mínimo efeito colateral sobre os inimigos naturais das pragas (BUENO; FREITAS, 2004; CASTRO et al., 2012; HASSAN, 1992). A maioria dos estudos trata do efeito de inseticidas sobre os agentes de controle biológico, mas alguns

autores (BUENO et al., 2008; CARMO et al., 2009; LIMA et al., 2010; MANZONI et al., 2006) relatam, também, efeitos colaterais de outros produtos químicos (herbicidas e fungicidas) sobre os inimigos naturais.

Inimigos naturais são suscetíveis à contaminação por produtos químicos aplicados no sistema produtivo agrícola (GIOLO et al., 2005; MANZONI et al., 2007). De modo que, diversos produtos já foram testados quanto à seletividade para o percevejo predador *P. nigrispinus*, buscando o conhecimento da sua ação sobre ninfas e adultos, de modo, que seja possível a escolha do produto que cause menor mortalidade desse predador de lagartas, maximizando assim o controle biológico. Castro et al. (2012) avaliaram os efeitos de diflubenzurom sobre *P. nigrispinus* e observaram redução da viabilidade dos ovos desses quando os adultos foram alimentados com lagartas criadas com folhas de soja expostas ao inseticida. O resultado corroborou o que foi observado por Evangelista Junior, Silva-Torres e Torres (2002), que relataram menor viabilidade de ovos de *P. nigrispinus*, por meio de duas vias de contaminação (contato residual e ingestão). Contudo, destacaram que o restabelecimento da viabilidade dos ovos foi dependente da via de contaminação, da concentração e tempo após tratamento.

Torres et al. (2002) constataram que lambda-cialotrina e monocrotofós podem afetar negativamente *P. nigrispinus* e que metiocarbe e o tiametoxam são altamente tóxicos a esse predador, com persistência de até três dias após aplicação, no caso do tiametoxam. Nesse mesmo estudo os autores destacam a seletividade de espinosade e pimetrozine ao predador, de modo que esses ativos possam ser recomendados no controle químico de insetos-praga sem impactos negativos à população de *P. nigrispinus*.

Segundo Picanço et al. (1997), os produtos do grupo dos piretroides são mais tóxicos para *P. nigrispinus* por ingestão do que por aplicação tópica. Contudo, a razão da menor suscetibilidade de inimigos naturais como *Podisus* spp. para piretroides não é muito conhecida. A hipótese da baixa penetração destes inseticidas através da cutícula do *P. nigrispinus* é discutida por Guedes; Lima e Zanuncio (1992), devido ao fato desta estrutura no predador ser mais grossa do que na presa (lagarta).

Estudos de seletividade com o parasitoide *T. podisi* são raros, mas devido ao seu alto potencial como agente de controle biológico natural e em liberações inundativas, torna-se importante o conhecimento do efeito dos produtos químicos utilizados no MIP. Atualmente, os trabalhos de seletividade com parasitoides têm focado outras espécies como *Telenomus remus* e principalmente *Trichogramma pretiosum* (CARMO et al., 2009; CARMO; BUENO; BUENO, 2010; MANZONI et al., 2006).

Considerando o potencial de uso dos agentes de controle biológico *T. podisi* e *P. nigrispinus* na cultura da soja, ressalta-se a necessidade de estudos de seletividade para esses inimigos naturais, de modo que possam ser preservados e utilizados com sucesso, no MIP desta cultura.

3 ARTIGO A: SELETIVIDADE DE INSETICIDAS AO PARASITOIDE DE OVOS *Telenomus podisi* (HYMENOPTERA: PLASTYGASTRIDAE)

3.1 RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de inseticidas utilizados na cultura da soja para as fases de pupa e adulto do parasitoide *Telenomus podisi*. Os testes foram conduzidos em laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR, e fotofase de 14 h), conforme metodologia padrão da IOBC para testes de seletividade com parasitoides de ovos. Foram avaliados diferentes inseticidas utilizando-se a maior dose comercial registrada em soja. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por Tukey a 5 % de significância. Ainda, o efeito dos inseticidas nos agente de controle biológico foi calculado em relação ao tratamento testemunha pela equação $E1\% = (1 - \text{Parasitismo no tratamento} / \text{Parasitismo na testemunha}) \times 100$ para os ensaios com adultos e $E2\% = (1 - \text{Viabilidade das pupas pulverizadas com o tratamento} / \text{viabilidade das pupa na testemunha}) \times 100$ (modificado de HASSAN et al., 1985) para os ensaios com pupas. Os inseticidas foram classificados segundo a *International Organisation of Biological Control* (IOBC): em: 1) inócuo ($E < 30\%$); 2) levemente nocivo ($30\% \geq E < 80\%$); 3) moderadamente nocivo ($80\% \geq E < 99\%$) e 4) nocivo ($\geq 99\%$). Os inseticidas dos grupos químicos benzoilureias, diacilhidrazinas, diamidas e os ingredientes ativos espinosade, espinetoram e beta-ciflutrina são seletivos às fases de pupa e adultos de *T. podisi* e podem ser utilizados no MIP sem prejuízos a esse inimigo natural. As misturas de piretroides com neonicotinoides ou com diamidas e os piretroides em geral têm efeitos deletérios em pelo menos uma das fases avaliadas e devem sempre que possível serem substituídos por outros mais seletivos aos inimigos naturais. Sendo assim, ao ressaltar a importância do uso de produtos seletivos, os inseticidas devem ser analisados, e a escolha deve considerar as particularidades não só dos grupos químicos como também dos diferentes ativos, permitindo que o agricultor tenha opções de controle químico compatíveis com o controle biológico.

Palavras-chave: Controle biológico. Controle químico. Inimigo natural. Soja.

3.2 ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the selectivity of insecticides used in soybean for stages of pupa and adult parasitoid *Telenomus podisi*. The tests were conducted in the laboratory (25 ± 2 ° C, $70 \pm 10\%$ RH, and photoperiod of 14 h) as standard IOBC methodology for selectivity test with parasitoid eggs. Different insecticides using the highest commercial dose recorded in soybean were evaluated. The results were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey at 5% significance level. Still, the effect of insecticides in the biological control agents was calculated in relation to the control treatment by the equation $E1\% = (1 - \text{parasitism in the treatment} / \text{parasitism in the control}) \times 100$ for the adult trials and $E2\% = (1 - \text{feasibility of pupae sprayed with treatment} / \text{viability of pupa in control}) \times 100$ (modified HASSAN et al., 1985) for tests with pupae. The insecticides were classified according to the International Organization of Biological Control (IOBC) in: 1) harmless ($E < 30\%$); 2) slightly harmful ($\geq 30\%$ and $< 80\%$); 3) moderately harmful ($\geq 80\%$ and $< 99\%$) and 4) harmful ($\geq 99\%$). The insecticides of the chemical groups benzoylureas, diacylhidrazinas, diamides and the active ingredients spinosad, spinetoran and beta-cyfluthrin, are selective to the pupae and adult phases of *T. podisi* and can be used in MIP without damage to this natural enemy. Mixtures of pyrethroids and neonicotinoids or diamides and pyrethroids usually have deleterious effects on at least one of the evaluated phases and should wherever possible be replaced by others more selective to natural enemies. Thus, to emphasize the importance of using selective products, pesticides should be analyzed, and the choice should not only consider the peculiarities of the chemical groups as well as of the different assets, allowing the farmer to have chemical control options compatible with biological control.

Keywords: Biological control. Chemical control. Natural enemy. Soybean.

3.3 INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem grande importância econômica e social em todo o mundo. Essa importância deverá ser ainda maior, visto que, é estimado que a produção mundial aumente em 2,2% ao ano chegando a 371,3 milhões de toneladas em 2030 (MASUDA; GOLDSMITH, 2009). Esta cultura supre metade da demanda global por óleo e proteína vegetal (OERKE; DEHNE, 2004). Apenas o Brasil na safra de 2013/2014 produziu aproximadamente 87 milhões de toneladas, sendo o segundo maior produtor mundial, logo atrás dos Estados Unidos que no mesmo período produziu em torno de 91 milhões de toneladas (USDA, 2014). No entanto, a produção dessa cultura poderia ser ainda maior, caso não ocorressem os problemas com pragas (OERKE, 2006). Entre as diferentes pragas que atacam esta cultura, o complexo de espécies de percevejos fitófagos está entre os mais importantes no Brasil, sul dos Estados Unidos e outras regiões produtoras (HERBERT; TOEWS, 2011; PANIZZI, 1997). Esses insetos por atacarem diretamente o produto que se quer colher (grãos ou sementes) são capazes de causar grandes prejuízos e constituem o principal desafio do manejo integrado de pragas da cultura (MIP-Soja). A pouca diversidade de inseticidas registrados com diferentes modos de ação, a resistência comprovada de populações de *Euschistus heros* (Fabricius) a alguns inseticidas, as deficiências na tecnologia de aplicação dos inseticidas e o uso errôneo de inseticidas devido ao abandono da amostragem e dos níveis de ação estão entre as principais causas da ocorrência de altas infestações da praga, nas lavouras de soja, nas últimas safras no Brasil (SOSA-GÓMEZ; CORSO; MORALES, 2001; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010).

Sendo assim, um requisito para a sustentabilidade da soja é o aprimoramento de outras táticas de manejo de pragas, como o controle biológico. Dentre os inimigos naturais, com potencial de uso em programas de MIP-Soja, os parasitoides de ovos têm sido constatados em vários países, sendo, em muitos casos, considerados os mais importantes agentes de mortalidade natural desses insetos-praga (JONES JUNIOR, 1979). Entre as diferentes espécies de parasitoides encontrados no ambiente, *Telenomus podisi* (Ashmead) merece destaque (CORRÊA-FERREIRA; PERES, 2003), por ser a principal espécie que parasita ovos de *E. heros* e de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (GODOY; ÁVILA, 2000; PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000), as duas espécies de percevejos mais importantes aos cultivos de soja no Brasil (CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002).

A distribuição geográfica do gênero *Telenomus* abrange tanto áreas tropicais, quanto temperadas, sugerindo adaptação a diferentes condições climáticas

(CORRÊA-FERREIRA; ZAMATARO, 1989; NAKAMA; FOERSTER, 2001). No Brasil, *T. podisi* é encontrado desde o Centro-Oeste (MEDEIROS et al., 1997) até o extremo Sul do País (MOREIRA; BECKER, 1986).

Apesar da importância do controle biológico, o uso do controle químico ainda é necessário não só para o controle de percevejos, mas também de outras pragas que podem ocorrer simultaneamente nas lavouras. Os inseticidas utilizados, entretanto, devem ser eficientes contra as pragas alvo e causar o menor impacto negativo sobre as espécies de parasitoides de ovos. Desta forma, estudos de seletividade de agrotóxicos que visam selecionar aqueles mais seletivos aos insetos benéficos e assim compatibilizarem o uso do controle biológico com o controle químico, são essenciais. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de inseticidas utilizados na cultura da soja ao parasitoide *T. podisi*.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os percevejos e os parasitoides utilizados nos experimentos foram provenientes de criação em laboratório. Os experimentos foram divididos em diferentes bioensaios e todos foram conduzidos em condições controladas ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR, e fotofase de 14 h). O delineamento foi inteiramente casualizado, com diferentes tratamentos (Tabela 3.1) e cinco repetições conforme protocolos propostos pela *International Organisation for Biological Control* (IOBC) (HASSAN et al., 2000; MANZONI et al., 2007) e modificados por Carmo et al. (2010a) para trabalhos com parasitoides do gênero *Telenomus*, conforme brevemente descritos a seguir.

3.4.1 Bioensaio de Seletividade a Adultos dos Parasitoides

Os testes de seletividade foram conduzidos expondo-se os adultos de *T. podisi* a resíduos secos dos compostos. Para isto, tubos de Duran (tubos de emergência), contendo uma gotícula de mel na parede interior, receberam posturas de *E. heros* parasitadas por *T. podisi* (± 200 pupas de *T. podisi*), sendo posteriormente, vedados com filme plástico e armazenados em ambiente controlado, até a emergência dos parasitoides. Até 24 horas após a emergência dos adultos de *T. podisi* nos tubos de emergência, placas de vidro (13 x 13 cm) receberam pulverizações com os tratamentos (Tabela 3.1), com o auxílio de Torre de Potter,

calibrada para depositar $1,75 \pm 0,25$ mg de calda por cm^2 (HASSAN et al., 2000; MANZONI et al., 2007). A deposição da calda foi determinada através de pesagem em balança eletrônica de precisão, antes e após a pulverização dos tratamentos (CARMO et al., 2010).

Após esta aplicação, as placas secaram por um período de duas horas a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa (UR) de $70 \pm 10\%$, sob iluminação constante. Posteriormente, estas foram fixadas em molduras de alumínio, com corrente de ar circulante, exercida por um exaustor (HASSAN, 1992). Após montadas as gaiolas, os tubos de emergência contendo os parasitoides, foram envolvidos com papel alumínio e conectados aos orifícios de emergência, sendo os parasitoides atraídos para o interior da gaiola em busca da luminosidade (CARMO et al., 2010).

Após um, dois e três dias da liberação dos parasitoides foram ofertadas em sobreposição uma cartela com ± 60 ovos, não parasitados de *E. heros* e os parasitoides foram alimentados com filetes de mel. Essas cartelas foram retiradas do interior das gaiolas quatro dias após a liberação dos parasitoides, sendo introduzidas em sacos plásticos transparentes e armazenadas em condições controladas, até a emergência destes para posterior avaliação do parasitismo.

3.4.2 Bioensaio de Seletividade a Pupas dos Parasitoides

Cartelas contendo (± 200) ovos de *E. heros* com pupas do parasitoide [± 13 dias após o parasitismo a 25°C e fotoperíodo 14/10 (claro/escuro)], foram pulverizados com o auxílio de Torre de Potter para os diferentes tratamentos (Tabela 3.1).

Posteriormente, as cartelas tratadas foram inseridas em gaiolas confeccionadas conforme metodologia proposta por Hassan (1992), até a emergência dos adultos, que foram alimentados com filetes de mel. As gaiolas não receberam nenhum tratamento, sendo a contaminação das pupas, proveniente apenas da superfície tratada do ovo do percevejo contendo a pupa no seu interior. Cartelas, contendo posturas de *E. heros* (± 60 ovos de até 24 horas) foram oferecidas um, dois e três dias após a emergência dos adultos. No quarto dia, as cartelas de ovos ofertadas e a cartela de pupa foram armazenadas em sacos plásticos com ar até a avaliação. A viabilidade das pupas pulverizadas, calculada através do número de adultos emergidos dos ovos pulverizados, assim como a porcentagem de parasitismo e viabilidade do parasitismo da geração F_1 foram os parâmetros quantificados.

Tabela 3.1 - Inseticidas avaliados quanto à seletividade a adultos e pupas do parasitoide de ovos *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastridae).

Ingrediente ativo	Nome comercial	Grupo químico	C ¹	g. i.a. ha ⁻¹
Novalurom	Rimon EC 100	Benzoiluréia	100	7,5
Teflubenzurom	Nomolt 150	Benzoiluréia	150	7,5
Lufenurom	Match CE	Benzoiluréia	50	7,5
Triflumurom	Certero	Benzoiluréia	480	14,4
Clorfluazurom	Atabron 50 EC	Benzoiluréia	50	37,5
Metoxifenoizida	Intrepid 240SC	Diacilhidrazina	240	21,6
Tebufenozida	Mimic 240 SC	Diacilhidrazina	240	30
Clorantraniliprole	Premio	Diamida Antranílica	200	10
Flubendiamida	Belt	Diamida do ácido ftálico	480	33,6
Clorantraniliprole + lambda-cialotrina	Ampligo	Diamida Antranílica + piretroide	100 + 50	7,5 + 3,75
Beta-ciflutrina + imadacloprido	Connect	Piretroide + neonicotinoide	12,5 + 100	100 + 12,5
Lambda-cialotrina + tiametoxam	Engeo Pleno	Piretroide + neonicotinoide	106 + 141	21,2 + 28,2
Beta-Ciflutrina	Bulldock 125 SC	Piretroide	125	7,5
Bifentrina	Talstar 100 EC	Piretroide	100	5
Zeta-cipermetrina	Mustang 350 EC	Piretroide	350	35
Deltametrina	Decis 25 EC	Piretroide	25	7,5
Lambda-cialotrina	Karate Zeon 250 CS	Piretroide	250	7,5
Espinosade	Tracer 480 SC	Espinosinas	480	24
Espinetoram	Exalt	Espinosinas	120	3
Clorpirifós	Lorsban 480 CE	Organofosforado	480	480

¹Concentração do ingrediente ativo em g L⁻¹.

3.4.3 Análise Estatística

Os resultados do primeiro e terceiro dia de avaliação foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos (BURR; FOSTER, 1972) e aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa de análises estatísticas SAS (SAS Institute, 2001).

Além disso, o efeito do tratamento em *T. podisi* para cada agrotóxico foi determinado através da comparação com a testemunha negativa (água destilada), calculada por meio da fórmula de Hassan et al. (1985; 2000): $E_1\% = (1 - \text{Parasitismo no tratamento} / \text{Parasitismo na testemunha}) \times 100$ para os ensaios com adultos e $E_2\% = (1 - \text{Viabilidade das pupas pulverizadas com o tratamento} / \text{viabilidade das pupa na testemunha}) \times$

100 (modificado de HASSAN et al., 1985) para os ensaios com pupas. Posteriormente os tratamentos foram classificados como: classe 1 = inócuo ($E < 30\%$), classe 2 = levemente nocivo ($30\% \leq E < 80$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80\% \leq E < 99$), classe 4 = nocivo ($E \geq 99\%$).

3.5 Resultados

3.5.1 Seletividade a adultos de *T. podisi*

Os adultos de *T. podisi* foram mais sensíveis à ação dos inseticidas em relação à fase de pupas. A porcentagem de parasitismo nos tratamentos clorpirifós, clorantraniliprole + lambda-cialotrina, beta-ciflutrina + imidacloprido, lambda-cialotrina + tiametoxam, lambda-cialotrina, bifentrina, zeta-cipermetrina e deltametrina foram significativamente inferiores ao tratamento testemunha (água) em seus respectivos bioensaios nas avaliações realizadas 1 e 3 dias após a emergência (DAE) (Tabela 3.2). Desses, os tratamentos clorpirifós e deltametrina foram, em geral, classificados como levemente nocivos (classe 2) na maioria das avaliações. Lambda-cialotrina e clorantraniliprole + lambda-cialotrina foram moderadamente nocivos (classe 3). Beta-ciflutrina + imidacloprido, lambda-cialotrina + tiametoxam, bifentrina e zeta-cipermetrina foram nocivos (classe 4) aos adultos do parasitoide avaliado (Tabela 3.2). Os demais tratamentos estudados (lufenurom; teflubenzuron; triflumurom; tebufenozida; clorfluazurom; novalurom e metoxifenoazida) foram seletivos (classe 1) aos adultos de *T. podisi* (Tabela 3.2).

A emergência de adultos não foi, em geral, impactada pelos inseticidas. Apenas os tratamentos clorpirifós, bifentrina e zeta-cipermetrina reduziram este parâmetro que não foi afetado pelos demais tratamentos (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Efeito de inseticidas utilizados na cultura da soja sobre o parasitismo de adultos de *Telenomus podisi*.

Tratamento g. i.a. 200 L H ₂ O ⁻¹	1 DAE ¹			3 DAE ¹				
	Parasitismo (%)	E% ³	C ⁴	Viabilidade (%)	Parasitismo (%)	E% ³	C ⁴	Viabilidade (%)
Bioensaio I								
Água	71,8 ± 3,4 a			59,7 ± 8,0 ^{ns}	74,4 ± 4,3 a			77,2 ± 2,9 a
Lufeniurom 7,5	67,0 ± 2,3 a	6,8	1	62,5 ± 1,9	58,5 ± 8,6 a	21,4	1	68,7 ± 4,5 ab
Teflubenzurom 7,5	77,8 ± 3,2 a	0	1	59,9 ± 3,8	71,4 ± 1,3 a	4,1	1	63,9 ± 3,1 ab
Triflumuro 14,4	58,8 ± 10,7 a	18,1	1	65,8 ± 5,7	62,0 ± 10,7 a	16,7	1	73,3 ± 9,5 ab
Tebufenozida 30	72,5 ± 4,2 a	0	1	60,2 ± 4,8	65,9 ± 4,0 a	11,4	1	75,8 ± 1,1 a
Clorfluazurom 37,5	76,2 ± 3,4 a	0	1	60,4 ± 3,6	64,3 ± 7,3 a	13,5	1	81,6 ± 2,7 a
Novalurom 7,5	79,7 ± 4,3 a	0	1	63,6 ± 3,4	69,9 ± 7,8 a	6,1	1	80,4 ± 4,5 a
Metoxifenoazida 21,6	74,5 ± 4,4 a	0	1	75,8 ± 4,3	75,9 ± 2,5 a	0	1	75,9 ± 3,5 a
Clorpirifós 480	19,5 ± 7,7 b	72,8	2	62,3 ± 7,5	16,9 ± 7,7 b	77,3	2	53,3 ± 6,7 b
CV (%)	18,5	-	-	17,2	21,9	-	-	13,6
Bioensaio II								
Água	56,0 ± 3,1 a			91,8 ± 3,6 ^{ns}	56,4 ± 6,4 a ²			93,0 ± 1,1 ^{ns}
Flubendiamida 33,6	46,1 ± 4,7 a	17,7	1	92,9 ± 1,9	45,5 ± 7,5 a	19,4	1	97,3 ± 1,9
Clorantraniliprole 10	52,8 ± 3,5 a	5,8	1	92,1 ± 2,9	57,9 ± 3,4 a	0	1	94,6 ± 1,1
Clorantraniliprole 7,5+ lambda-cialotrina 3,75	9,3 ± 3,9 c	83,5	3	83,7 ± 6,3	1,17 ± 0,4 b	97,9	3	95,0 ± 5,0
Beta-ciflutrina 12,5 + imidacloprido 100	0,0 ± 0,0 c	100	4	-	1,0 ± 1,0 b	98,2	3	100 ± 0,0
Lambda-cialotrina 21,2 + tiametoxam 28,2	0,0 ± 0,0 c	100	4	-	0,0 ± 0,0 b	100	4	-
Beta-ciflutrina 7,5	51,0 ± 4,0 a	8,9	1	91,1 ± 0,9	59,9 ± 2,2 a	0	1	95,0 ± 2,4
Lambda-cialotrina 7,5	6,3 ± 2,9 c	88,7	3	86,7 ± 7,9	5,1 ± 3,2 b	90,9	3	95,0 ± 5,0
Clorpirifós 480	26,5 ± 1,7 b	52,7	2	89,4 ± 2,7	12,4 ± 5,5 b	78,0	2	91,6 ± 5,3
CV (%)	25,1	-	-	8,1	34,1	-	-	6,2
Bioensaio III								
Água	83,8 ± 1,3 a			70,3 ± 5,4 ^{ns,2}	74,7 ± 1,0 a ²			65,0 ± 1,0 ab
Espinosade 24	61,6 ± 2,8 b	26,5	1	69,8 ± 5,3	53,5 ± 8,9 ab	28,4	1	68,9 ± 3,7 ab
Espinetoram 3	78,1 ± 2,4 a	6,8	1	70,6 ± 3,5	67,4 ± 3,6 a	9,8	1	90,2 ± 2,1 a
Bifentrina 5	0,0 ± 0,0 d	100	4	-	0,4 ± 0,4 d	99,5	4	0,0 ± 0,0 d
Zeta-cipermetrina 35	0,0 ± 0,0 d	100	4	-	1,0 ± 1,0 d	99,0	4	33,3 ± 0,0 c
Deltrametrina 7,5	33,0 ± 3,8 c	60,6	2	87,0 ± 5,6	27,4 ± 10,3bc	63,3	2	65,8 ± 10,1ab
Clorpirifós 480	9,1 ± 3,5 d	89,2	3	76,9 ± 4,0	9,5 ± 4,4 cd	87,2	3	49,9 ± 8,3 bc
CV (%)	12,5	-	-	13,9	30,7	-	-	14,9

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna em cada bioensaio não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ²Análises estatística realizadas nos dados transformados por $\arcseno \sqrt{X / 100}$. ³E%=(1-Parasitismo no tratamento/Parasitismo na testemunha) x 100 (HASSAN, 1985). ⁴Classificação: classe 1 = inócuo (E<30%), classe 2 = levemente nocivo (30%≤E<80), classe 3 = moderadamente nocivo (80%≤E<99), classe 4 = nocivo (E≥99%). ^{ns}ANOVA não significante.

3.5.2 Seletividade a Pupas de *T. Podisi*

Resultados diferentes aos de adulto, foram observados na fase de pupa de *T. podisi*. À exceção do clorpirifós, a viabilidade (%) das pupas pulverizadas (emergência de adultos) com os diferentes inseticidas avaliados não diferiu do tratamento controle (água) sendo, portanto, estes tratamentos classificados como seletivos (classe 1) a essa fase de desenvolvimento do parasitoide (Tabela 3.3). Além disso, o parasitismo e a viabilidade do parasitismo da geração F₁, originados destas, também não diferiram entre si ou em relação à testemunha (água destilada), à exceção do espinosade e de dois piretroides (bifentrina e zeta-cipermetrina), tratamentos em que foi observado menor parasitismo 1DAE da geração F₁, porém não observado em 3DAE (Tabela 3.3). Entretanto, apesar do parasitismo diferir da testemunha nesses tratamentos, a redução observada não foi suficiente para que espinosade e bifentrina não fossem classificadas como seletivo e apenas zeta-cipermetrina foi levemente nocivo (classe 2) nessa avaliação (Tabela 3.3). Diferentemente, o inseticida clorpirifós, reduziu a viabilidade das pupas pulverizadas, mas não afetou a viabilidade da geração F₁, além de, em geral, também reduzir o parasitismo observado 1 e 3 DAE da geração F₁, sendo portanto classificado como levemente nocivo (classe 2) na maioria das avaliações (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Efeito de inseticidas utilizados na cultura da soja sobre a viabilidade de pupas de *Telenomus podisi* e parasitismo da sua geração F₁.

Tratamento g. i.a. 200 L H ₂ O ⁻¹	Pupas ¹			1 DAE ¹			3 DAE ¹				
	Viabilidade (%)	E% ³	C ⁵	Parasitismo (%)	E% ⁴	C ⁵	Viabilidade (%)	Parasitismo (%)	E% ⁴	C ⁵	Viabilidade (%)
Bioensaio I											
Água	83,4 ± 4,8 a			63,9 ± 4,8 a			72,0 ± 6,2 ^{ns}	73,9 ± 2,7 a ²			82,3 ± 3,2 ^{ns}
Lufenurom 7,5	74,6 ± 4,3 a	10,6	1	67,7 ± 3,9 a	0	1	76,8 ± 7,4	78,2 ± 3,1 a	0	1	82,3 ± 5,0
Teflubenzurom 7,5	74,6 ± 6,0 a	10,5	1	69,1 ± 4,4 a	0	1	75,4 ± 4,2	72,1 ± 3,3 a	2,5	1	87,1 ± 3,4
Triflumurom 14,4	78,6 ± 3,8 a	5,8	1	67,0 ± 3,5 a	0	1	68,5 ± 5,0	71,4 ± 2,7 a	3,4	1	76,3 ± 6,6
Tebufenozida 30	71,3 ± 4,8 a	14,5	1	69,7 ± 3,9 a	0	1	75,1 ± 2,7	66,3 ± 5,2 a	10,4	1	77,7 ± 5,5
Clorflazurom 37,5	73,4 ± 4,7 a	11,9	1	74,9 ± 2,0 a	0	1	67,5 ± 5,2	77,4 ± 0,8 a	0	1	85,5 ± 2,2
Novalurom 7,5	83,3 ± 3,9 a	0,1	1	72,7 ± 2,0 a	0	1	73,4 ± 3,8	75,2 ± 4,9 a	0	1	78,6 ± 3,2
Metoxifenoazida 21,6	78,2 ± 3,1 a	6,3	1	70,9 ± 3,2 a	0	1	72,6 ± 9,7	74,8 ± 3,5 a	0	1	72,3 ± 2,4
Clorpirifós 480	43,4 ± 6,9 b	47,9	2	24,2 ± 7,4 b	62,1	2	76,8 ± 6,5	4,9 ± 1,2 b	93,4	3	85,6 ± 8,9
CV (%)	14,1	-	-	14,6	-	-	18,2	9,1	-	-	13,7
Bioensaio II											
Água	88,2 ± 0,9 a			79,0 ± 3,0 ^{ns,2}			78,6 ± 2,0 ^{ns}	71,3 ± 7,4 ab			87,5 ± 2,3 ^{ns}
Flubendiamida 33,6	85,7 ± 3,1 a	2,9	1	77,5 ± 3,1	1,9	1	88,5 ± 5,3	51,5 ± 8,6 bc	27,7	1	80,1 ± 6,9
Clorantraniliprole 10	88,1 ± 3,8 a	0,1	1	79,5 ± 2,6	0	1	74,1 ± 9,7	76,8 ± 2,4 ab	0	1	80,5 ± 1,3
Clorantraniliprole 7,5 + lambda-cialotrina 3,75	80,4 ± 3,6 a	8,9	1	69,3 ± 6,6	12,2	1	83,1 ± 5,5	73,6 ± 11,4 ab	0	1	85,2 ± 1,7
Beta-ciflutrina 12,5 + imidacloprido 100	88,5 ± 1,7 a	0	1	74,6 ± 3,1	5,6	1	81,8 ± 3,3	74,4 ± 3,6 ab	0	1	83,2 ± 3,9
Lambda-cialotrina 21,2 + tiametoxam 28,2	80,9 ± 3,9 a	8,3	1	73,5 ± 4,6	6,9	1	78,7 ± 5,3	83,4 ± 2,4 a	0	1	90,1 ± 4,1
Beta-ciflutrina 7,5	84,7 ± 2,1 a	4,0	1	82,1 ± 3,0	0	1	87,4 ± 4,3	78,5 ± 3,0 ab	0	1	81,4 ± 5,1
Lambda-cialotrina 7,5	85,2 ± 2,2 a	3,5	1	73,2 ± 3,8	7,3	1	85,4 ± 1,6	71,7 ± 5,3 ab	0	1	91,2 ± 2,4
Clorpirifós 480	51,4 ± 2,6 b	41,8	2	72,9 ± 3,5	7,7	1	85,7 ± 2,9	38,7 ± 5,8 c	45,7	2	73,8 ± 6,8
CV (%)	7,4	-	-	9,4	-	-	13,2	18,7	-	-	11,1
Bioensaio III											
Água	47,6 ± 3,2 ab			49,6 ± 1,7 a			53,5 ± 3,2 ab	72,1 ± 3,9 c			78,3 ± 5,1 ^{ns}
Espinosade 24	50,6 ± 3,8 ab	0	1	35,8 ± 3,7 bc	27,7	1	47,9 ± 3,7 b	95,6 ± 2,3 a	0	1	76,3 ± 7,2
Espinetoram	56,2 ± 3,2 a	0	1	36,8 ± 1,7 abc	25,8	1	50,0 ± 4,0 b	82,6 ± 3,4 bc	0	1	65,2 ± 7,2
Bifentrina 5	39,7 ± 3,3 b	16,6	1	34,9 ± 0,7 bc	29,5	1	65,4 ± 5,0 ab	81,8 ± 3,5 bc	0	1	68,6 ± 1,6
Zeta-cipermetrina 35	37,3 ± 2,6 a	21,7	1	24,8 ± 2,6 c	49,9	2	74,8 ± 8,1 a	84,2 ± 1,0 abc	0	1	69,7 ± 5,4
Deltrametrina 7,5	57,3 ± 1,6 a	0	1	37,2 ± 4,6 abc	24,9	1	52,4 ± 10,0 ab	80,9 ± 1,6 bc	0	1	67,4 ± 6,9
Clorpirifós 480	39,5 ± 5,4 a	17,1	1	43,0 ± 3,4 ab	13,3	1	47,1 ± 2,9 b	85,2 ± 1,5 ab	0	1	77,4 ± 6,9
CV (%)	16,5	-	-	16,8	-	-	20,8	7,3	-	-	18,9

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna em cada bioensaio não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ²Análises estatística realizadas nos dados transformados por $\arcseno \sqrt{X/100}$. ³E%=(1-Viabilidade no tratamento/Viabilidade na testemunha) x 100 (modificada de Hassan, 1985). ⁴E%=(1-Parasitismo no tratamento/Parasitismo na testemunha) x 100

(HASSAN, 1985). ⁵classe 1 = inócuo ($E < 30\%$), classe 2 = levemente nocivo ($30\% \leq E < 80$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80\% \leq E < 99$), classe 4 = nocivo ($E \geq 99\%$). ^{ns}ANOVA não significante.

3.6 DISCUSSÃO

Na literatura existe pouca informação sobre o efeito de produtos fitossanitários ao parasitoide de ovos de percevejo *T. podisi*. Os trabalhos de seletividade são mais comuns para os parasitoides de ovos de lepidópteros *T. pretiosum* e *T. remus* (BUENO et al., 2008; CARMO et al., 2009, 2010; STEFANELLO JÚNIOR et al., 2008).

Dentre os tratamentos foram testados inseticidas reguladores de crescimento do grupo das benzoilureias, que inibem a síntese de quitina (REYNOLDS, 1987) e do grupo das diacilhidrazinas, agonista de ecdisteróide, que aceleram o processo da ecdise (DHADIALLA et al., 1998). Esses inseticidas têm sido muito usados para o controle de lepidópteros e geralmente são citados na literatura como seletivos a inimigos naturais (CARMO et al., 2009). Como lagartas e percevejos podem ocorrer simultaneamente no período reprodutivo não seria incomum haver a necessidade de aplicação de um lagarticida próximo a liberação de parasitoides de ovos para o controle de percevejos. Todos os inseticidas reguladores de crescimento, testados tanto na fase de pupa quanto para adultos de *T. podisi*, foram seletivos nesse trabalho, confirmando que esses produtos são favoráveis, para utilização no MIP-Soja (Tabelas 3.2 e 3.3).

Outros grupos químicos e as misturas em formulações comerciais, também foram avaliados, sendo constatado que produtos seletivos como os do grupo das diamidas, quando em mistura com moléculas do grupo dos piretroides diminuem ou perdem sua seletividade, como observado para clorantraniliprole + lambda-cialotrina (Tabelas 3.2 e 3.3). Nesse bioensaio constatou-se que lambda-cialotrina foi tóxico a adultos do parasitoide quando usado separadamente ou em associação com clorantraniliprole que por sua vez quando avaliado isoladamente foi seletivo a pupas e adultos de *T. podisi*, ressaltando que a associação de diferentes modos de ação pode tornar o produto mais eficiente aos insetos-praga, mas também ampliar o raio de ação, tornando-os menos seletivos aos inimigos naturais.

Os piretroides são inseticidas neurotóxicos que agem no sistema nervoso do inseto, paralisando e matando rapidamente os mesmos (BUENO et al., 2008). Agrotóxicos desse grupo químico são geralmente classificados como produtos pouco seletivos aos inimigos naturais (CARVALHO; PARRA; BAPTISTA, 1999). Para *T. podisi* os produtos bifentrina e lambda-cialotrina foram seletivos (classe 1) para a fase de pupa e moderadamente nocivo (classe 3) e nocivo (classe 4) para a fase adulta, respectivamente, nas doses testadas. Beta-ciflutrina foi seletiva para pupas e adultos do parasitoide, enquanto que zeta-cipermetrina e deltametrina foram classificadas como levemente nocivo apenas 1 DAE,

no ensaio de pupas. Bueno et al. (2008) observaram que bifentrina 5 e gama-cialotrina 3,75 g. i.a. ha⁻¹ foram classificados como levemente nocivos (classe 2) a adultos e inócuo a fase de pupa de *T. pretiosum*. No entanto, Carmo et al. (2009, 2010), classificaram bifentrina 5 g. i.a. ha⁻¹, mesma concentração usada nesse trabalho para *T. podisi*, como levemente nocivo (classe 2) a fase de pupa de *T. remus* e nocivo (classe 4) a fase adulta desse mesmo parasitoide. Essas divergências quanto a seletividade de um mesmo composto podem estar relacionadas com as diferenças existentes entre as espécies de parasitoides testados e entre os ovos dos hospedeiros, no caso do teste com pupas. Conforme já proposto por Carmo et al. (2009), a espessura e constituição dos ovos do hospedeiro podem dificultar a penetração e ação dos agrotóxicos, o que pode explicar a seletividade de bifentrina e outros piretroides a pupas de *T. podisi*, visto que essa espécie parasita ovos de *E. heros*, que possuem ovos mais espessos do que os de *S. frugiperda* hospedeiro de *T. remus* e *Anagasta kueiella* hospedeira de *T. pretiosum*.

Os inseticidas do grupo das diamidas atuam nos receptores de rianodina, uma classe distinta de canais que controlam a liberação de cálcio a partir de armazenamentos intracelulares (EBBINGHAUS-KINTSCHER et al., 2007). Por agir principalmente por ingestão e possuir pouca atividade de contato, esses se mostram bastante seletivos, pois atuam mais especificamente em insetos fitófagos, principalmente aqueles da ordem Lepidoptera, sendo considerado seguro para organismos não-alvo, principalmente mamíferos e inimigos naturais que não se alimentam das plantas (LAHM et al., 2009). A seletividade de flubendiamida para estágios imaturos de *Trichogramma* spp. foi confirmada em estudos similares reportados por Carvalho et al. (2005) e Rezende et al. (2005) para os estágios larval e pupal de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia*, respectivamente. A seletividade de inseticidas do grupo das diamidas a pupas e adultos de *T. podisi* é ratificada com os resultados obtidos nesse trabalho, visto que foi uma característica comum a todos os inseticidas testados desse grupo.

Os neonicotinoides são os inseticidas do mais importante grupo químico usado para controle de insetos sugadores (JESCHKE; NAUEN, 2008). Os ingredientes ativos desse grupo agem como uma neurotoxina e interferem na transmissão dos impulsos nervosos se ligando a receptores específicos da acetilcolina (TALEBI-JAHROMI, 2007). Os produtos beta-ciflutrina + imidacloprido e lambda-cialotrina + tiametoxam são associações de um piretroide com um neonicotinoide, e foram seletivos para a fase de pupa de *T. podisi*, porém apresentaram efeito deletério (nocivo) para testes com adultos do parasitoide, semelhantemente aos resultados relatados para testes com adultos e pupas de *T. remus* (CARMO et al., 2009, 2010), adultos de *T. cacoeciae* (SABER, 2011) e *T. chilonis*

(PREETHA et al., 2009). Portanto, o uso de neonicotinoides deve ser avaliado cuidadosamente em programas de MIP, nos quais prevê a liberação inundativa de *T. podisi* associada a aplicações com inseticidas desse grupo químico.

Os inseticidas do grupo das espinosinas são de origem natural, oriundos da fermentação da bactéria *Sacharopolyspora spinosa*, descrito como seletivo a alguns inimigos naturais como predadores, mas comumente mais nocivo para parasitoides da ordem Hymenoptera, contudo são aceito para uso na agricultura orgânica nos Estados Unidos (WILLIAMS et al., 2003). Os ingredientes ativos espinosade e espinetoram foram seletivos para adultos e pupas de *T. podisi*, no entanto, estudos com outras espécies demonstram que espinosade na mesma concentração testada para *T. podisi* foi tóxico para adultos de *T. remus* (CARMO et al., 2010) e *T. pretiosum* (BUENO et al., 2008). Portanto, é importante ressaltar que o modo de ação das espinosinas sob a fisiologia dos parasitoides não está claro na literatura e que outras espécies podem responder de maneira diferente quanto à sensibilidade a um mesmo composto químico (CARMO et al., 2009, 2010).

Embora clorpirifós tenha sido classificado como levemente e moderadamente nocivo (Tabelas 3.2 e 3.3) na maioria das avaliações, esse produto não se confirmou como padrão tóxico para a espécie *T. podisi*, entretanto, é reconhecido como extremamente nocivo para os parasitoides *T. pretiosum* e *T. remus* (CARMO et al., 2009; STEFANELLO JÚNIOR et al., 2008) e para os predadores *Doru lineare* (Dermaptera: Forficulidae) e *Chrysoperla externa* (Neuropetra: Chrysopidae) (FERREIRA et al., 2006; STECCA et al., 2014; ZOTTI et al., 2010). Segundo Croft (1990), a baixa toxicidade de clorpirifós, observada nesse trabalho para *T. podisi*, pode ser atribuída a características intrínsecas ao inseticida, pois a seletividade de um produto pode ser inerente ao próprio composto em relação a um determinado inseto benéfico, quando, por exemplo, há redução na penetração do produto no tegumento ou ocorre aumento na degradação da molécula tóxica pelo sistema enzimático do inseto. Foerster (2002) sugere ainda que as diferenças na toxicidade possam ser atribuídas à retenção das moléculas do composto no tecido adiposo do inseto e da excreção do produto.

3.7 CONCLUSÕES

Os inseticidas lufenurom; teflubenzurom; triflumurom; tebufenozida; clorfluazurom; novalurom; metoxifenoazida; flubendiamida; clorantraniliprole; espinosade; espinetoram; beta-ciflutrina são seletivos às fases de pupa e adultos de *T. podisi* e podem ser utilizados no MIP com mínimos prejuízos a esse inimigo natural.

Os demais inseticidas avaliados têm efeitos deletérios em pelo menos uma das fases avaliadas de *T. podisi*. Assim, a seletividade desses produtos deve ser avaliada em condições de semi-campo e campo, de modo a confirmar sua seletividade a *T. podisi*, para que possam ser utilizados em associação no manejo integrado de pragas da cultura da soja.

4 ARTIGO B: SELETIVIDADE DE INSETICIDAS USADOS NA CULTURA DA SOJA AO PREDADOR *Podisus nigrispinus* Dallas, 1851 (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

4.1 RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de inseticidas a ninfas e adultos de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). Os testes foram conduzidos em laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h), conforme protocolo padrão da IOBC. Foram avaliados diferentes ingrediente ativos inseticidas utilizando-se a maior dose comercial registrada para a cultura da soja. Os tratamentos foram aplicados, através de Torre de Potter, em arenas compostas de placas de vidro (área 169 cm^2), aprisionando o inseto com anéis de PVC. A exposição das ninfas foi por meio do resíduo seco das placas de vidro tratadas e os adultos receberam aplicação tópica dos inseticidas. A sobrevivência dos insetos foi avaliada em intervalos de 24 horas até cinco dias após a exposição dos adultos aos tratamentos. Com os adultos, que sobreviveram de cada tratamento, foram formados casais para avaliar possíveis efeitos na fecundidade e fertilidade. O efeito dos inseticidas nos agentes de controle biológico foi calculado em relação ao tratamento testemunha pela equação $E1 = 100\% - (100\% - M\%) \times R1$ na qual; E= Efeito total (%); M%= Mortalidade corrigida pela testemunha (ABBOTT, 1925) e $R1 = \text{Razão entre a média diária de ovos postos por fêmea tratada e não tratada}$ e $E2 = 100\% - (100\% - M\%)R2$ (modificado de OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde $R2 = \text{Razão entre média diária de ovos viáveis postos por fêmea tratada e não tratada}$. Posteriormente, os inseticidas foram classificados em: classe 1 = inócuo ($E < 30\%$), classe 2 = levemente nocivo ($30\% \leq E < 80$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80\% \leq E < 99$), classe 4 = nocivo ($E \geq 99\%$). Espinosade, espinoteram, flubendiamida, clorantraniliprole e clorfluazurom são menos impactantes a ninfas e adultos de *P. nigrispinus* e podem ser utilizados, como estratégia do MIP, permitindo a sobrevivência do predador na cultura da soja. Clorpirifós, bifentrina, zeta-cipermetrina, clorantraniliprole + lambda-cialotrina, beta-ciflutrina + imidacloprido, lambda-cialotrina + tiametoxam, beta-ciflutrina, lambda-cialotrina e deltametrina são altamente tóxicos a ninfas e adultos de *P. nigrispinus*. Os inseticidas lufenurom, teflubenzurom, triflumurom, tebufenozida, novalurom e metoxifenoazida têm ação letal e sub-letal apenas para ninfas de *P. nigrispinus*. Produtos não seletivos precisam ser também testados em semi-campo e campo para avaliar a sua persistência.

Palavras-chave: Controle biológico. Controle químico. Inimigo natural. IOBC.

4.2 ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the selectivity of insecticides to nymphs and adults of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). The tests were conducted in the laboratory (25 ± 2 ° C, $70 \pm 10\%$ RH and photoperiod of 14 h) as standard IOBC protocol. Different active ingredient insecticides using the highest commercial dose recorded for the soybean crop were evaluated. Treatments were applied through Potter Tower, in composite areas of glass plates (area 169 cm^2), trapping the insect with PVC rings. Exposure of nymphs was through dry treated glass plates and the adults received topical application of insecticides. The survival of the insects was evaluated in 24-hour intervals up to five days after exposure of adults to treatment. With the adults, who survived each treatment, couples were formed to evaluate possible effects on fecundity and fertility. The effect of insecticides on biological control agents was calculated in relation to the control treatment by the equation $E1 = 100\% - (100\% - M\%) \times R1$ in which; E = Total effect (%); M %= mortality corrected by control (ABBOTT, 1925) and R1 = ratio of the average daily eggs laid by female treated and untreated and $E2 = 100\% - (100\% - M\%) \times R2$ (modified OVERMEER; VAN ZON, 1985) where R2 = ratio between average daily viable eggs laid by female treated and untreated. Later, the insecticides were classified in: class 1 = harmless ($E < 30\%$), class 2 = slightly harmful ($30\% \leq E < 80$), class 3 = moderately harmful ($80\% \leq E < 99$), class 4 = harmful ($E \geq 99\%$). Spinosad, spinoteran, flubendiamide, cloranthraniliprole and clorfluazuron are less impactful to nymphs and adults of *P. nigrispinus* and can be used as IPM strategy, allowing the predator survival in soybeans crop. Chlorpyrifos, bifenthrin, zeta-cypermethrin, cloranthraniliprole + lambda-cyhalothrin, cyfluthrin + beta-imidacloprid, thiamethoxam + lambda-cyhalothrin, beta-cyfluthrin, lambda-cyhalothrin and deltamethrin are highly toxic to nymphs and adults of *P. nigrispinus*. The insecticides lufenuron, teflubenzuron, triflumuron, tebufenozide, methoxyfenozide and novaluron have lethal and sub-lethal actions only to *P. nigrispinus* nymphs. Nonselective products must also be tested in semi-field and field to assess its persistence.

Keywords: Biological control. Chemical control. Natural enemy. IOBC.

4.3 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] está entre as atividades econômicas que, nas últimas décadas, apresentaram crescimentos expressivos. Esta cultura ganha cada vez mais importância e destaque devido ao avanço da demanda global por alimentos e a diversidade de utilização desta oleaginosa (FREITAS, 2011; LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010). O Brasil, na safra de 2013/2014, produziu aproximadamente 87 milhões de toneladas, sendo o segundo maior produtor mundial (USDA, 2014).

Aliado ao aumento de produção está o maior uso de produtos fitossanitários. Commodities como a soja, que são produzidas em larga escala, são dependentes destes componentes que podem causar sérias preocupações não só do potencial de efeitos sobre a saúde humana, mas também sobre os impactos sobre a vida selvagem e os ecossistemas sensíveis (POWER, 2010; STOATE et al., 2001).

Dentre os insetos-praga que prejudicam o potencial produtivo da soja e demandam intervenções no manejo, para manter as populações abaixo do nível de dano, as lagartas têm causado grande preocupação, tanto pela introdução de espécies como *Helicoverpa armigera* (Hubner) na agricultura brasileira, como pela ocorrência de altas populações de espécies que antes não eram importantes como *Spodoptera frugiperda* (Smith), *Spodoptera eridania* (Cramer) e *Chrysodeixis includens* (Walker) e que são de difícil controle (BUENO et al., 2007, 2011; CORRÊA-FERREIRA et al., 2010; CZEPAK et al., 2013). Essas espécies, com destaque para *H. armigera*, têm gerado grandes perdas pelas dificuldades de manejo, e mesmo com o uso intensivo de produtos químicos não se tem alcançado bons resultados de controle (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013; EMBRAPA, 2014; GUEDES et al., 2013). Exemplificando o relatado por Borges et al. (2011) sobre a importância de diferentes métodos de manejo serem utilizados para garantir o equilíbrio no agroecossistema produtivo.

Uma maneira para se promover o MIP-Soja para o controle das lagartas é a conservação, no ecossistema da soja, do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas), que possui importante papel no controle biológico natural dessas espécies de lepidópteros. *Podisus nigrispinus* é um predador generalista, considerado um importante inimigo natural e com promissor potencial para uso em programas de controle biológico em diversos agroecossistemas (FERNANDES et al., 1996; MEDEIROS; LEMOS; RAMALHO, 1998; OLIVEIRA et al., 2004; SANTOS; SILVA; RAMALHO, 1995; ZANUNCIO et al., 1994). A ocorrência de *P. nigrispinus* tem sido registrada em diferentes culturas como soja (CORRÊA

FERREIRA; MOSCARDI, 1995), algodão (MEDEIROS et al., 2000), eucalipto (ZANUNCIO et al., 1993) e tomate (VIVAN et al., 2002), sendo associado principalmente a lepidópteros-praga (MCPHERSON, 1980).

Uma parcela significativa do desequilíbrio que ocorre em sistemas agrícolas deve-se ao uso inadequado de produtos químicos. Nesse sentido, aplicações de produtos fitossanitários de alta toxicidade e de largo espectro de ação, são a principal causa de desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas, provocando problemas como ressurgência de pragas, surtos de pragas secundárias e seleção de populações de insetos resistentes (DEGRANDE et al., 2002; DIEZ-RODRÍGUEZ; OMOTO, 2001). Assim, um requisito para a sustentabilidade da soja é o aprimoramento de outras táticas de manejo de pragas, que visem à preservação dos inimigos naturais, tais como o predador *P. nigrispinus*.

Nessa perspectiva, o uso do controle químico deve ser compatível com o controle biológico, incluindo efeitos sinérgicos ao inimigo natural. Dessa forma, os produtos mais adequados para serem utilizados no MIP são aqueles que combinam controle eficiente da praga com menor impacto aos predadores (BUENO; FREITAS, 2004).

O impacto dos agrotóxicos sobre insetos benéficos incluem efeito letal e sub-letal (DESNEUX; DECOURTYE; DELPUECH, 2007; STARK; BANKS, 2003). Portanto, a avaliação da seletividade de agrotóxicos deve envolver não somente efeitos sobre a viabilidade dos agentes de controle biológico, mas também, possíveis efeitos colaterais na fecundidade (CARMO; BUENO; BUENO, 2010). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de inseticidas utilizados na cultura da soja ao predador *P. nigrispinus* em condições controladas de laboratório.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os hospedeiros e o inimigo natural utilizado nos experimentos foram provenientes de criação de laboratório. A criação do predador *P. nigrispinus* foi mantida com lagartas do gênero *Spodoptera* e da espécie *Anticarsia gemmatalis* (Hubner).

Os testes de seletividade foram conduzidos em diferentes bioensaios para ninfas de quarto ínstar e adultos (< 24 horas de idade) do predador, em laboratório sob condições controladas ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR, e fotofase de 14 horas), expondo-se os insetos aos tratamentos (Tabela 4.1), de acordo com protocolos padronizados pela *International Organisation of Biological Control* (IOBC).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com diferentes tratamentos (Tabelas 4.1) com 50 repetições, sendo cada repetição constituída por um inseto de acordo com a fase estudada. Os tratamentos consistiram em inseticidas utilizados para a cultura da soja e uma testemunha negativa (água destilada) e uma positiva (clorpirifós) como padrões de comparação.

Os bioensaios de seletividade para ninfas foram realizados em placas de vidro plana quadrada (13 x 13 cm), em cuja superfície foram aplicados os produtos, com o auxílio da Torre de Potter, calibrada para depositar $1,75 \pm 0,25$ mg de calda por cm^2 (HASSAN et al., 2000; MANZONI et al., 2007). A deposição da calda foi determinada através de pesagem em balança eletrônica de precisão, antes e após a pulverização dos tratamentos (CARMO et al., 2010).

Após esta aplicação, permitiu-se um período de duas horas para secagem das placas, a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$ sob iluminação constante. Posteriormente, as ninfas foram liberadas sob as placas. Em cada placa foi delimitada uma superfície circular, com auxílio de anel de PVC, com 3 cm de altura e 7,5 cm de diâmetro. A superfície interna do anel foi tratada com vaselina, substância não tóxica, para evitar a fixação e locomoção das ninfas dos insetos na sua parede, a fim de garantir que as ninfas permanecessem em contato com a placa tratada. A extremidade superior do anel foi protegida com um tecido fino (voil), para isolar o inseto.

Os adultos de *P. nigrispinus* também seguiram os mesmos padrões de aplicação dos tratamentos sobre as placas de vidro com a Torre de Potter, porém receberam pulverização direta. A aplicação foi realizada prendendo o predador a placa de vidro com o auxílio do anel de PVC, onde a proteção da extremidade superior do anel foi substituída por tecido (tule) de malha de $1,5 \text{ mm}^2$, para propiciar a aplicação.

As avaliações, para ninfas e adultos, foram realizadas em intervalos de 24 horas até cinco dias após a exposição dos insetos aos respectivos tratamentos, verificando-se a taxa de sobrevivência. Durante esse período, os mesmos foram alimentados diariamente com lagarta de terceiro ínstar de *A. gemmatalis*. Com os adultos, que sobreviveram de cada tratamento, foram formados casais e estes foram mantidos em gaiolas por um período de 10 dias, para avaliar possíveis efeitos na fecundidade e fertilidade, de acordo com protocolos padronizados pela IOBC, descrito por Viñuela et al. (2000).

Os resultados foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos (BURR; FOSTER, 1972) e aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa de análises estatísticas SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

O percentual de mortalidade do predador *P. nigrispinus* em cada tratamento foi avaliado através da fórmula de Abbott (1925). O efeito total do produto sobre diferentes fases foi calculado através da fórmula de Overmeer; Van Zon (1985), conforme proposto por Bigler (1988), sendo que: $E = 100\% - (100\% - M\%) \times R1$ na qual; E= Efeito total (%); M%= Mortalidade corrigida pela testemunha (ABBOTT, 1925) e R1= Razão entre a média diária de ovos postos por fêmea tratada e não tratada e $E2 = 100\% - (100\% - M\%)R2$ (modificado de OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde R2= Razão entre média diária de ovos viáveis postos por fêmea tratada e não tratada. Posteriormente os tratamentos foram classificados como: classe 1 = inócuo ($E < 30\%$), classe 2 = levemente nocivo ($30\% \leq E < 80$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80\% \leq E < 99$), classe 4 = nocivo ($E \geq 99\%$), conforme proposto por Hassan (1992).

Tabela 4.1 - Inseticidas avaliados quanto à seletividade a ninfa e adultos do predador *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae).

Ingrediente ativo	Nome comercial	Grupo químico	C ¹	g. i.a. ha ⁻¹
Novalurom	Rimon EC 100	Benzoiluréia	100	7,5
Teflubenzurom	Nomolt 150	Benzoiluréia	150	7,5
Lufenurom	Match CE	Benzoiluréia	50	7,5
Triflumurom	Certero	Benzoiluréia	480	14,4
Clorfluazurom	Atabron 50 EC	Benzoiluréia	50	37,5
Metoxifenoazida	Intrepid 240SC	Diacilhidrazina	240	21,6
Tebufenozida	Mimic 240 SC	Diacilhidrazina	240	30
Clorantraniliprole	Premio	Diamida Antranílica	200	10
Flubendiamida	Belt	Diamida do ácido ftálico	480	33,6
Clorantraniliprole + lambda-cialotrina	Ampligo	Diamida Antranílica + piretroide	100 + 50	7,5 + 3,75
Beta-ciflutrina + imadacloprido	Connect	Piretroide + neonicotinoide	12,5 + 100	100 + 12,5
Lambda-cialotrina + tiametoxam	Engeo Pleno	Piretroide + neonicotinoide	106 + 141	21,2 + 28,2
Beta-Ciflutrina	Bulldock 125 SC	Piretroide	125	7,5
Bifentrina	Talstar 100 EC	Piretroide	100	5
Zeta-cipermetrina	Mustang 350 EC	Piretroide	350	35
Deltametrina	Decis 25 EC	Piretroide	25	7,5
Lambda-cialotrina	Karate Zeon 250 CS	Piretroide	250	7,5
Espinosade	Tracer 480 SC	Espinosinas	480	24
Espinetoram	Exalt	Espinosinas	120	3
Clorpirifós	Lorsban 480 CE	Organofosforado	480	480

¹Concentração do ingrediente ativo em g L⁻¹.

4.5 RESULTADOS

Clorpirifós foi classificado como nocivo (classe 4), a ninfas e adultos de *P. nigrispinus* por matar 100% dos predadores em todos os ensaios, sendo utilizado como testemunha positiva (Tabelas 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5). Os produtos formulados contendo os ingredientes ativos bifentrina, zeta-cipermetrina, clorantraniliprole + lambda-cialotrina, beta-ciflutrina + imidacloprido, lambda-cialotrina + tiametoxam, beta-ciflutrina, lambda-cialotrina e deltametrina também foram classificados como nocivos (classe 4) para ninfas e adultos de *P. nigrispinus*, com efeito letal e sub-letal, visto que a alta mortalidade não permitiu a reprodução da população em teste.

Os inseticidas reguladores de crescimento lufenurom, teflubenzurom, triflumurom, tebufenozida e novalurom (Tabela 4.3), pertencentes ao grupo das benzoiluréias e diacilhidrazinas, foram nocivos (classe 4) a ninfas de *P. nigrispinus*. A maior seletividade para ninfas do predador foi verificada nos tratamentos com espinosade (Tabela 4.2), clorfluazurom, metoxifenoazida (Tabela 4.3), flubendiamida e clorantraniliprole (Tabela 4.4), classificados como levemente nocivo (classe 2). O parâmetro fecundidade respondeu diferentemente aos tratamentos, sendo espinosade e flubendiamida os mais seletivos (classe 1), seguidos de clorfluazurom e clorantraniliprole que foram levemente nocivos (classe 2) e metoxifenoazida foi o ativo com efeito mais negativo na viabilidade da geração F1, sendo moderadamente nocivo (classe 3). O tratamento mais seletivo para ninfas foi o produto formulado com o ingrediente ativo espinetoram, que foi inócuo (classe 1) não interferindo na fertilidade das fêmeas e viabilidade dos ovos destas.

Os adultos do predador não sofreram efeitos negativos na fertilidade e fecundidade, pela aplicação de triflumurom, clorfluazurom, novalurom e metoxifenoazida (Tabela 4.3) sendo classificados como totalmente inócuos (classe 1). Os tratamentos espinosade (Tabela 4.2), lufenurom, tebufenozida (Tabela 4.3) e flubendiamida (Tabela 4.5) foram classificados como levemente nocivos (classe 2) e espinetoram (Tabela 4.2) foi levemente nocivo apenas para o parâmetro fertilidade, visto que não foi detectado efeito na fecundidade.

Tabela 4.2 - Efeito de inseticidas registrados para a cultura da soja sobre *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) e sua classificação segundo as normas da *International Organisation for Biological Control* (IOBC).

Estádio	Tratamento g. i.a. 200 L ha ⁻¹	Insetos vivos em diferentes dias após aplicação (DAA)					E1% ²	C1 ³	E2% ⁴	C2 ³
		(Média±EPM) ¹								
		1 DAA	2 DAA	3 DAA	4 DAA	5 DAA				
Ninfa de 4 ^o instar	Água	10±0,0 a	10±0,0 a	9,4±0,2 a	8,6±0,5 a	8,0±0,7 a ⁵	0	-	-	-
	Espinosade 24	9,6±0,4 a	8,8±0,4 a	7,7±0,4 a	3,8±0,6 b	2,4±0,5 b	78	2	20	1
	Espinectoram 3	9,4±0,4 a	9,4±0,4 a	8,4±0,6 a	7,2±0,8 a	4,6±1,3 b	10	1	0	1
	Bifentrina 5	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	0,0±0,0 b	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	100	4	100	4
	Zeta-cipermetrina 35	6,6±0,6 b	3,2±0,9 b	1,8±0,5 b	0,8±0,3 c	0,0±0,0 c	100	4	100	4
	Clorpirifós 480	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	0,0±0,0 b	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	100	4	100	4
	CV	13,5	19,4	20,9	32,1	35,3	-	-	-	-
Adulto	Água	9,4±0,4 a	9,4±0,4 a	8,6±0,4 a	8,0±0,5 a	7,6±0,4 a ⁶	-	-	-	-
	Espinosade 24	7,6±0,8 ab	7,2±0,5 ab	5,4±0,8 b	4,2±0,9 ab	2,8±0,8 ab	53	2	50	2
	Espinectoram 3	9,0±0,5 a	8,4±0,7 a	7,0±1,1 ab	5,2±1,3 a	4,8±1,2 b	38	2	0	1
	Bifentrina 5	5,0±1,3 b	4,4±1,4 b	2,0±0,5 c	0,2±0,2 c	0,2±0,2 c	100	4	100	4
	Zeta-cipermetrina 35	7,0±0,3 ab	3,6±0,9 bc	2,2±0,8 c	0,6±0,4 c	0,0±0,0 c	100	4	100	4
	Clorpirifós 480	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	0,0±0,0 c	100	4	100	4
	CV	25,4	33,5	38,6	24,1	19,4	-	-	-	-

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna do mesmo estágio de desenvolvimento do inseto não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade). ²E1=100% - (100%-M%)R1 (OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde E1=Efeito total (%); M%= Mortalidade corrigida pela testemunha (Abbott, 1925); R1 = Razão entre média diária de ovos postos por fêmea tratada e não tratada. ³Classificação: classe 1 = inócuo (E<30%), classe 2 = levemente nocivo (30%≤E<80), classe 3 = moderadamente nocivo (80%≤E<99), classe 4 = nocivo (E≥99%). ⁴E2=100% - (100%-M%)R2 (modificado de OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde R2= Razão entre média diária de ovos viáveis postos por fêmea tratada e não tratada. ⁵Resultados originais seguidos da análise estatística realizados nos dados transformados em log (x+1). ⁶Resultados originais seguidos da análise estatística realizados nos dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$.

Tabela 4.3 - Efeito de inseticidas registrados para a cultura da soja sobre *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) e sua classificação segundo as normas da *International Organisation for Biological Control* (IOBC).

Estádio	Tratamento g. i.a. 200 L ha ⁻¹	Insetos vivos em diferentes dias após aplicação (DAA)					E1% ²	C1 ³	E2% ⁴	C2 ³
		(Média±EPM) ¹								
		1 DAA	2 DAA	3 DAA	4 DAA	5 DAA				
Ninfa de 4 ^o instar	Água	9,2 ± 0,5 a	8,8 ± 0,5 a	8,4 ± 0,4 a ⁵	8,0 ± 0,6 a ⁵	7,2 ± 0,5 a ⁶	-	-	-	-
	Lufenurum 7,5	9,6 ± 0,2 a	7,8 ± 0,6 a	4,2 ± 0,6 b	3,2 ± 0,6 b	1,4 ± 0,4 bc	100	4	100	4
	Teflubenzurum 7,5	9,6 ± 0,2 a	8,4 ± 0,7 a	6,2 ± 0,6 ab	5,4 ± 0,5 ab	4,0 ± 0,3 ab	100	4	100	4
	Triflumurum 14,4	8,6 ± 0,9 a	6,2 ± 1,2 a	4,8 ± 1,2 ab	3,8 ± 1,1 b	2,8 ± 1,4 abc	100	4	100	4
	Tebufenozida 30	8,8 ± 0,8 a	6,6 ± 1,2 a	5,6 ± 1,4 ab	5,2 ± 1,2 ab	4,0 ± 1,4 ab	100	4	100	4
	Clorfluazurom 37,5	9,8 ± 0,2 a	9,6 ± 0,3 a	8,8 ± 0,4 a	5,8 ± 1,3ab	4,6 ± 0,6 ab	47	2	68	2
	Novalurum 7,5	9,6 ± 0,2 a	8,4 ± 0,8 a	7,2 ± 0,7 ab	4,8 ± 0,9 ab	2,8 ± 0,9 abc	100	4	100	4
	Metoxifenoazida 21,6	9,4 ± 0,2 a	9,0 ± 0,5 a	6,8 ± 0,8 ab	6,4 ± 0,7 ab	5,0 ± 1,4 ab	66	2	95	3
	Clorpirifós 480	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 c	0,0 ± 0,0 c	0,0 ± 0,0 c	100	4	100	4
	CV	13,73	24,84	19,32	20,88	30,33	-	-	-	-
Adulto	Água	9,8 ± 0,2 a	8,4 ± 0,5 a	8,0 ± 0,6 a	7,0 ± 0,7 a	6,4 ± 0,7 ab	-	-	-	-
	Lufenurum 7,5	9,4 ± 0,4 a	8,2 ± 0,7 a	7,6 ± 0,8 a	6,2 ± 0,9 a	3,0 ± 0,6 c	41,53	2	39,15	2
	Teflubenzurum 7,5	8,4 ± 0,5 a	8,0 ± 0,6 a	7,2 ± 0,5 a	6,2 ± 0,5 a	6,2 ± 0,5 b	13,38	1	32,56	2
	Triflumurum 14,4	8,6 ± 0,5 a	7,8 ± 0,5 a	7,4 ± 0,5 a	6,4 ± 0,8 a	6,8 ± 0,8 ab	29,76	1	22,01	1
	Tebufenozida 30	8,8 ± 0,4 a	7,8 ± 0,4 a	7,4 ± 0,2 a	7,2 ± 0,4 a	6,2 ± 0,2 b	56,07	2	46,84	2
	Clorfluazurom 37,5	9,6 ± 0,3 a	9,2 ± 0,4 a	8,2 ± 0,5 a	7,2 ± 0,2 a	6,6 ± 0,2 ab	0	1	0	1
	Novalurum 7,5	9,0 ± 0,5 a	8,2 ± 0,5 a	7,8 ± 0,4 a	7,8 ± 0,4 a	7,4 ± 0,4 ab	0	1	0	1
	Metoxifenoazida 21,6	9,6 ± 0,4 a	9,2 ± 0,6 a	9,0 ± 0,8 a	8,2 ± 0,9 a	8,5 ± 0,7 a	0	1	0	1
	Clorpirifós 480	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 d	100	4	100	4
	CV	10,37	14,55	16,94	21,35	17,78	-	-	-	-

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna do mesmo estágio de desenvolvimento do inseto não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade). ²E1=100% - (100%-M%)R1 (OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde E1=Efeito total (%); M%= Mortalidade corrigida pela testemunha (Abbott, 1925); R1= Razão entre média diária de ovos postos por fêmea tratada e não tratada. ³Classificação: classe 1 = inócuo (E<30%), classe 2 = levemente nocivo (30%≤E<80), classe 3 = moderadamente nocivo (80%≤E<99), classe 4 = nocivo (E≥99%). ⁴E2=100% - (100%-M%)R2 (modificado de OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde R2= Razão entre média diária de ovos viáveis postos por fêmea tratada e não tratada. ⁵Resultados originais seguidos da análise estatística realizados nos dados transformados em \sqrt{X} . ⁶Resultados originais seguidos da análise estatística realizados nos dados transformados por $\sqrt{X + 0,5}$.

Tabela 4.4 - Efeito de inseticidas registrados para a cultura da soja sobre ninfas de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) e sua classificação segundo as normas da *International Organisation for Biological Control* (IOBC).

Estádio	Tratamento g. i.a. 200 L ha ⁻¹	Insetos vivos em diferentes dias após aplicação (DAA) (Média±EPM) ¹					E1% ²	C1 ³	E2% ⁴	C2 ³	
		1 DAA	2 DAA	3 DAA	4 DAA	5 DAA					
Ninfa de 4 ^o instar	Água	10,0 ± 0,0 a	9,6 ± 0,2 a	9,6 ± 0,2 a	9,4 ± 0,2 a	9,4 ± 0,2 a ⁵	-	-	-	-	
	Flubendiamida 33,6	9,8 ± 0,2 a	8,8 ± 0,4 a	7,0 ± 0,6 ab	6,2 ± 0,9 b	4,6 ± 0,2 b	35	2	28	1	
	Clorantianiliprole 10	9,0 ± 0,6 a	8,0 ± 1,1 a	6,8 ± 0,9 b	6,2 ± 0,7 b	6,0 ± 0,9 b	58	2	62	2	
	Clorantianiliprole lambda-cialotrina 3,75	7,5+ 8,8 ± 0,6 a	7,2 ± 0,9 a	5,4 ± 0,6 b	0,8 ± 0,6 cd	0,0 ± 0,0 c	100	4	100	4	
	Beta-ciflutrina 12,5 imidacloprido 100	12,5 + 5,6 ± 0,9 b	3,6 ± 0,8 b	1,4 ± 0,5 c	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 c	100	4	100	4	
	Lambda-cialotrina 21,2 tiametoxam 28,2	21,2 + 5,0 ± 0,5 b	1,6 ± 0,7 bc	0,8 ± 0,6 c	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 c	100	4	100	4	
	Beta-ciflutrina 7,5	8,6 ± 0,4 a	7,0 ± 0,3 a	4,6 ± 0,9 b	0,6 ± 0,4 cd	0,0 ± 0,0 c	100	4	100	4	
	Lambda-cialotrina 7,5	9,0 ± 0,0 a	9,0 ± 0,0 a	6,6 ± 0,5 b	3,0 ± 0,9 c	0,0 ± 0,0 c	100	4	100	4	
	Deltrametrina 7,5	8,6 ± 0,5 a	7,8 ± 0,2 a	5,4 ± 0,6 b	1,0 ± 0,0 cd	0,6 ± 0,4 c	100	4	100	4	
	Clorpirifós 480	0,0 ± 0,0 c	0,0 ± 0,0 c	0,0 ± 0,0 c	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 c	100	4	100	4	
	CV		14,05	21,76	27,9	41,6	11,0	-	-	-	-

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna do mesmo estágio de desenvolvimento do inseto não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade). ²E1=100% - (100%-M%)R1 (OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde E1=Efeito total (%); M%= Mortalidade corrigida pela testemunha (Abbott, 1925); R1= Razão entre média diária de ovos postos por fêmea tratada e não tratada. ³Classificação: classe 1 = inócuo (E<30%), classe 2 =levemente nocivo (30%≤E<80), classe 3 = moderadamente nocivo (80%≤E<99), classe 4 = nocivo (E≥99%). ⁴E2=100% - (100%-M%)R2 (modificado de OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde R2= Razão entre média diária de ovos viáveis postos por fêmea tratada e não tratada. ⁵Resultados originais seguidos da análise estatística realizados nos dados transformados por $\sqrt{X + 0,5}$.

Tabela 4.5 - Efeito de inseticidas registrados para a cultura da soja sobre adultos de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) e sua classificação segundo as normas da *International Organisation for Biological Control* (IOBC).

Estádio	Tratamento g. i.a. 200 L ha ⁻¹	Insetos vivos em diferentes dias após aplicação (DAA) (Média±EPM) ¹					E1% ²	C1 ³	E2% ⁴	C2 ³
		1 DAA	2 DAA	3 DAA	4 DAA	5 DAA				
Adulto	Água	9,4 ± 0,3 a ⁵	7,6 ± 0,2 abc	6,8 ± 0,2 abc ⁵	5,8 ± 0,2 b	5,6 ± 0,2 b	-	-	-	-
	Flubendiamida 33,6	9,6 ± 0,4 a	8,2 ± 0,4 abc	7,8 ± 0,7 ab	8,0 ± 0,4 a	7,8 ± 0,5 a	30	2	43	2
	Clorantropilprole 10	10,0 ± 0,0 a	9,4 ± 0,4 a	9,0 ± 0,6 a	9,3 ± 0,3 a	8,8 ± 0,6 a	4	1	0	1
	Clorantropilprole 7,5 + lambda-cialotrina 3,75	8,8 ± 0,5 ab	7,2 ± 0,6 bc	4,0 ± 0,7 c	1,6 ± 0,6 cd	0,6 ± 0,4 de	100	4	100	4
	Beta-ciflutrina 12,5 + imidacloprido 100	0,2 ± 0,2 c	0,2 ± 0,2 d	0,2 ± 0,2 d	0,2 ± 0,2 d	0,0 ± 0,0 e	100	4	100	4
	Lambda-cialotrina 21,2 + tiametoxam 28,2	0,4 ± 0,2 c	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 e	100	4	100	4
	Beta-ciflutrina 7,5	7,2 ± 0,5 b	6,4 ± 0,8 c	4,0 ± 0,9 c	2,4 ± 0,3 c	0,4 ± 0,2 de	100	4	100	4
	Lambda-cialotrina 7,5	10,0 ± 0,0 a	8,8 ± 0,4 ab	6,6 ± 0,8 abc	6,0 ± 0,6 b	3,4 ± 0,4 c	100	4	100	4
	Deltrametrina 7,5	9,0 ± 0,5 ab	7,2 ± 0,4 bc	4,8 ± 0,9 bc	2,8 ± 0,6 c	1,8 ± 0,2 d	100	4	100	4
	Clorpirifós 480	0,0 ± 0,0 c	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 d	0,0 ± 0,0 e	100	4	100	4
	CV	6,72	16,16	15,08	25,07	25,76	-	-	-	-

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna do mesmo estágio de desenvolvimento do inseto não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade). ²E1=100% - (100%-M%)R1 (OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde E1=Efeito total (%); M%= Mortalidade corrigida pela testemunha (Abbott, 1925); R1= Razão entre média diária de ovos postos por fêmea tratada e não tratada. ³Classificação: classe 1 = inócuo (E<30%), classe 2 = levemente nocivo (30%≤E<80), classe 3 = moderadamente nocivo (80%≤E<99), classe 4 = nocivo (E≥99%). ⁴E2=100% - (100%-M%)R2 (modificado de OVERMEER; VAN ZON, 1985) onde R2= Razão entre média diária de ovos viáveis postos por fêmea tratada e não tratada. ⁵Resultados originais seguidos da análise estatística realizados nos dados transformados por $\sqrt{X + 0,5}$.

4.6 DISCUSSÃO

Como pode-se observar, é importante considerar as diferenças entre a seletividade dos agrotóxicos dentro de um mesmo grupo químico e também nos diferentes estágios de desenvolvimento do inimigo natural. Essa constatação fica evidente quando se analisa vários ativos do grupo das benzoiluréias e das diacilhidrazinas (Tabela 4.2). Observou-se que enquanto a maioria dos tratamentos foi altamente tóxica para o estágio de ninfas, clorfluazurom e metoxifenoazida destacaram-se como mais seletivos que os demais ingredientes ativos desses dois grupos químicos. Os inseticidas reguladores de crescimento, como as benzoiluréias e diacilhidrazinas são normalmente destacados pela seletividade aos inimigos naturais, visto que interferem em hormônios específicos que desencadeiam o processo fisiológico responsável pela ecdise dos insetos (CARMO et al., 2010; CARVALHO et al., 1994). Contudo estes inseticidas podem, algumas vezes, ser classificados como nocivos, dependendo do produto e da dose em avaliação, assim como a fase de desenvolvimento do inseto (BUENO et al., 2008). Diferenças entre adjuvantes inertes é outro fator capaz de influenciar na seletividade de um agrotóxico aos inimigos naturais (NÖRNBERG et al., 2008).

O lufenurom, que nesse trabalho foi nocivo para a viabilidade e fertilidade das fêmeas, oriundas de ninfas tratadas de *P. nigrispinus*, é um exemplo de regulador de crescimento que mesmo não interferindo na viabilidade, demonstrou ter atividade trans-ovariana em alguns insetos, como já relatado por Pratisoli et al. (2004) e Ávila e Nakano (1999) para *S. frugiperda* e *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae), respectivamente. Efeito na fertilidade também foi observado para *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) e *P. nigrispinus*, quando após ingestão do inseticida. A viabilidade dos adultos não foi afetada, no entanto, lufenurom reduziu significativamente a viabilidade dos ovos desses predadores (BUENO; FREITAS, 2004; EVANGELISTA JÚNIOR; SILVA-TORRES; TORRES, 2002).

Ao considerar os efeitos em adultos, os reguladores de crescimento confirmam ser bastante seletivos, pois mesmo os tratamentos que foram nocivos a fase ninfal demonstram pouco ou nenhum efeito para o parâmetro viabilidade e fertilidade na fase adulta do predador. A alta seletividade observada provavelmente está relacionada ao modo de ação dos reguladores de crescimento, os quais atuam nos mecanismos de controle da metamorfose e ecdise dos insetos. Dessa maneira, o potencial de ação destes inseticidas é específico para a fase imatura do inseto (BUENO et al., 2008; PFEIFFER, 2014; WRIGHT, 1976). A

seletividade para o parâmetro fertilidade pode estar relacionada com a capacidade de degradação da molécula pelo adulto de *P. nigrispinus* e, assim, evitar contaminação direta ou efeitos deletérios em gerações posteriores (PEREIRA et al., 2005). De acordo com Foerster (2002), as diferenças na toxicidade podem ser atribuídas à retenção das moléculas do composto no tecido adiposo do inseto e na capacidade de degradação pelo sistema enzimático. Assim como diferenças nas concentrações de ativo ou dos inertes utilizados podem ser fatores determinantes para a toxicidade de uma formulação.

Os piretroides têm ação neurotóxica e, portanto, apresentam largo espectro de ação. Agrotóxicos desse grupo químico são geralmente classificados como produtos pouco seletivos aos inimigos naturais (CARVALHO; PARRA; BAPTISTA, 1999). O efeito nocivo desse grupo de inseticidas é comprovado nesse trabalho, sendo que todos os ingredientes ativos testados foram altamente tóxicos, independente da fase de vida do predador. Assim como os piretroides, os neonicotinoides também têm ação neurotóxica e apesar de atuarem de forma diferenciada no sistema nervoso, são considerados nocivos a vários inimigos naturais (CASIDA et al., 1983; TALEBI-JAHROMI, 2007; TOMIZAWA; CASIDA, 2005). A grande diferença entre esses dois grupos químicos se deve ao fato que os piretroides têm ação de contato o que os torna ainda mais nocivo aos diferentes organismos presentes no ambiente. Já os neonicotinoides são produtos sistêmicos com pouca ação de contato. Esses inseticidas precisam ser ingeridos pelos insetos e, portanto, são mais específicos para insetos fitófagos sugadores, que devido ao seu hábito alimentar entram em contato com o produto ao se alimentarem da seiva das plantas. Contudo, nesse estudo não foi possível detectar diferenças na seletividade entre piretroides e neonicotinoides para *P. nigrispinus*, visto que as duas formulações testadas com neonicotinoides continham mistura com piretroides, não sendo possível isolar o efeito tóxico. No entanto, Torres et al. (2002) apresentam resultados altamente tóxicos para esse predador ao serem expostos aos compostos lambdacialotrina (piretroide) e tiametoxam (neonicotinoide), separadamente. Possivelmente, pelo fato de que o tiametoxam é indicado para o controle de pentatomídeos-praga e que lambdacialotrina possui amplo espectro de ação.

A aplicação de inseticidas de amplo espectro de ação (como os piretroides) no início do ciclo da soja, muitas vezes com populações reduzidas de lagartas, além de gastos desnecessários, diminuem o potencial de agentes de controle natural, ocasionando, posteriormente, ressurgência e ocorrência de pragas em níveis populacionais mais elevados (CORRÊA-FERREIRA et al., 2010). Esses efeitos negativos são relatados pelos mesmos autores, em estudo comparando três formas de manejo, verificando que no manejo com

aplicação de inseticidas a ocorrência dos insetos predadores (*Callida* sp., *Geocoris* sp., *Podisus* sp., *Lebia concinna* (Brullé), *Nabis* sp.) foi reduzida ao longo do ciclo de desenvolvimento da soja, constatando-se uma população 2,6 e 2 vezes maior na área de controle biológico em relação à área de manejo integrado e a do produtor, respectivamente. O efeito nocivo dos inseticidas de amplo espectro também é verificado por De Cock et al. (1996) nos estudos por meio da exposição tópica e ingestão de imidacloprido em ninfas de quinto instar e adultos de *Podisus maculiventris* (Say) e por Torres e Ruberson (2004) para ninfas de *P. nigrispinus*, os quais foram altamente sensíveis a tiametoxam e imidacloprido, assim como em Torres et al. (2002) para tiametoxam e outros ativos de ação neurotóxica.

Os inseticidas do grupo das espinosinas e das diamidas se destacaram como mais seletivos e até mesmo inócuos ao predador, com pequenas variações para os parâmetros fecundidade e fertilidade, de acordo com o ativo e a fase em estudo. Mas, ainda assim, de maneira geral, pode ser considerado seletivo a *P. nigrispinus*. A seletividade das espinosinas também foi mencionada por Torres et al. (2002), em que o ingrediente ativo espinosade não causou mortalidade aos adultos de *P. nigrispinus*, ou a mortalidade foi próxima de zero. Os inseticidas do grupo das espinosinas são descritos como seletivos a alguns predadores e são usados na agricultura orgânica nos Estados Unidos (WILLIAMS et al. 2003). Já as diamidas são citadas como seletivas para vários inimigos naturais, desde coleópteros até ácaros predadores (FONSECA et al., 2012; REIS; FRANCO; SILVA, 2011; TOHNISHI et al. 2005). Por agir principalmente por ingestão e possuir pouca atividade de contato, os inseticidas deste grupo se mostram bastante seletivos, pois irão atuar mais especificamente em insetos da ordem Lepidoptera, sendo considerados seguros para organismos não-alvo, principalmente mamíferos e inimigos naturais (LAHM et al., 2009).

O grande avanço verificado no desenvolvimento desses inseticidas biorracionais ampliou os limites para a exploração da seletividade fisiológica, aumentando as possibilidades de sobrevivência de predadores e parasitoides em agroecossistemas (FOERSTER, 2002). Contudo, os produtos que não foram seletivos em laboratório precisam ser testados em condições de semi-campo, para se avaliar a persistência residual e também no campo para levar em consideração a degradação pela luz solar, abrigos e outros fatores que podem afetar o efeito dos agrotóxicos, visto que, produtos nocivos, mas com pouca persistência no ambiente, também podem ser usados com sucesso em programas de MIP (DEGRANDE et al., 2002). Assim, estudos com os agrotóxicos que não comprovaram seletividade sob condições de laboratório devem ser realizados em condições de campo para

se avaliar a sua persistência e para compreender qualquer impacto negativo no controle biológico.

4.7 CONCLUSÕES

Os inseticidas comerciais espinosade, espinoteram, flubendiamida, clorantraniliprole e clorfluazurom podem ser utilizados, como estratégia do Manejo Integrado de Pragas (MIP) da Soja, pois permitem a sobrevivência das populações de *P. nigrispinus* na cultura da soja.

Clorpirifós, bifentrina, zeta-cipermetrina, clorantraniliprole + lambda-cialotrina, beta-ciflutrina + imidacloprido, lambda-cialotrina + tiametoxam, beta-ciflutrina, lambda-cialotrina e deltametrina são altamente tóxicos a ninfas e adultos de *P. nigrispinus* em condições de laboratório.

Os inseticidas lufenurom, teflubenzurom, triflumurom, tebufenozida, novalurom e metoxifenoazida têm ação letal e sub-letal apenas para ninfas de *P. nigrispinus*. Assim, os produtos que não foram seletivos em laboratório, devem ser avaliados em condições de semi-campo e campo, de modo a confirmar a seletividade a *P. nigrispinus*, para que possam ser recomendados em associação no MIP da cultura da soja.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos avanços na busca pela sustentabilidade dos agroecossistemas, a realidade da maioria dos sistemas produtivos ainda é a dependência do uso de agrotóxicos. No entanto, os mesmos, quando utilizados de forma criteriosa, podem ser compatíveis com o Manejo Integrado de Pragas (MIP), preservando a fauna benéfica e controlando adequadamente a população de insetos-praga.

Neste estudo, comprovou-se que existem produtos disponíveis para o controle de lepidópteros-praga da cultura da soja, que não afetam a população do predador *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) e do parasitoide *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae), tais como espinosade, espinoteram, flubendiamida, clorantraniliprole e clorfluazurom. Destaca-se que tais inseticidas foram testados em laboratório, onde os inimigos naturais são diretamente expostos aos tratamentos. De modo que esta estratégia se constitui no “pior cenário”, ou seja, uma exposição extrema, que não ocorre em condições de campo. Supõe-se, então, que outros testes complementares poderão aumentar a lista dos produtos recomendados e até mesmo indicar produtos para o controle de pentatomídeos-praga que sejam seletivos, especialmente pela ação de fatores como radiação solar, chuvas, proteção exercida pelo dossel das plantas, comportamento dos inimigos naturais (horário preferencial de atividade) etc.

Considerando-se a dinâmica do manejo das culturas e, conseqüentemente dos inimigos naturais, o MIP deve ser sempre priorizado, especialmente intensificando-se estudos que correlacionem os impactos negativos dos agrotóxicos à fauna benéfica. Esta estratégia permite a harmonia entre o controle químico e o biológico, a fim de manter os insetos praga em níveis populacionais aceitáveis, sem causar perdas de produtividade na cultura da soja, mantendo-se as áreas agrícolas em condições de serem exploradas adequadamente a longo prazo.

REFERENCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.18, p. 265-267, 1925.
- ÁVILA, C.J.; NAKANO, O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.28, n.2, p.293-299, 1999.
- ÁVILA, C.J.; VIVAN, L.M.; TOMQUELSKI, G.V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 23).
- BATISTA FILHO, A.; RAMIRO Z.A.; ALMEIDA, J.E.M.; LEITE, L.G.; CINTRA, E.R.R.; LAMAS, C. **Manejo integrado de pragas em soja: impacto de inseticidas sobre inimigos naturais**. Arquivo do Instituto Biológico, São Paulo, v.70, n.1, p.61-67, 2003.
- BORGES, M.; MORAES, C.B.; LAUMANN, R.A.; PAREJA, M.; SILVA, C.C.; MICHEREFF, M.F.; PAULA, D.P. Chemical Ecology Studies in Soybean Crop in Brazil and Their Application to Pest Management. In: TZI-BUN, Ng (Ed.). **Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology**. 2011. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/soybean-biochemistry-chemistry-and-physiology/chemical-ecology-studies-in-soybean-crop-in-brazil-and-their-application-to-pest-management>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- BOYD, M.L.; BOETHEL, D.J. Susceptibility of predaceous hemipteran species to selected insecticides on soybean in Louisiana. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.91, p.401-409, 1998.
- BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreira. **Cultivar: grandes culturas**, Pelotas, n. 93, p. 12-15, fev-mar. 2007.
- BUENO A.F.; BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; VIEIRA, S.S. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 1495-1503, 2008.
- BUENO, A.F.; BATISTELA, M.J.; BUENO, R.C.O.F.; FRANÇA-NETO, J.B.; NISHIKAWA, M.A.N.; FILHO, A.L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**. v.30, n.7, p. 937-945, 2011.
- BUENO, A.F.; FREITAS, S. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. **BioControl**, Dordrecht, v.39, p.277-283, 2004.
- BURR, I.W.; FOSTER L.A. **A test for equality of variances**. Mimeo series n^o 282. University of Purdue, West Lafayette, 1972.

- CARMO, E.L., BUENO, A.F., BUENO, R.C.O.F., VIEIRA, S.S., GOBBI, A.L.; VASCO, F.R. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 2293-2300, 2009.
- CARMO, E.L.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; VIEIRA, S.S.; GOULART, M.M.P.; CARNEIRO, T.R. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 283-290, 2010.
- CARMO, E.L., BUENO, A.F. ; BUENO, R.C.O.F. Pesticide selectivity for the insect egg parasitoid *Telenomus remus*. **BioControl**, Dordrecht, v. 55, p. 455-464, 2010.
- CARVALHO, G.A.; REZENDE, D.T.; MOURA, A.P.; MOSCARDINI, V.F.; LASMAR, O.; SOUZA, J.R. Selectivity of flubendiamide, a new insecticide used to control tomato pests in Brazil to *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae). **Egg Parasit News**, IOBC, v.17, 2005.
- CARVALHO, G.A.; PARRA, J.R.P.; BAPTISTA, G.C. ação residual de alguns inseticidas pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 770-775, 1999.
- CARVALHO, G.A.; TIRONI, P.; RIGITANO, R.L.O.; SALGADO, L.O. Seletividade de inseticidas reguladores de crescimento de insetos à *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 431-434, 1994.
- CASIDA, J.E.; GAMMON, D.W.; GLICKMAN, A.H.; LAWRENCE, L.J. Mechanisms of Selective Action of Pyrethroid Insecticides. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**, v. 23, p. 413-438, 1983.
- CASTRO, A.A., LACERDA, M.C., ZANUNCIO, T.V., RAMALHO, F.S., POLANCZYK, R.A., SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C. Effect of the insect growth regulator diflubenzuron on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Ecotoxicology**, London, v. 21, p. 96-103, 2012.
- CONTE, O.; OLIVEIRA, F.T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. **Resultados do Manejo Integrado de Pragas da Soja na Safra 2013/14 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. (Embrapa soja, Documentos, 356).
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Trissolcus basal* para o Controle de Percevejos da Soja. In: PARRA, José Roberto P. et al. **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. v.1. p. 449-471.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.11, p.1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ALEXANDRE, T.M.; PELLIZZARO, E.C.; MOSCARDI, F.; BUENO, A.F. **Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2010. (Embrapa soja, Circular técnica, 78).

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agriculture and Forest Entomology**, v.4, p. 45-150, 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PERES, W.A.A. Uso dos parasitóides no manejo dos percevejos-pragas da soja. In: CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Soja Orgânica: Alternativas para o manejo dos insetos-pragas**. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2003. p. 33-44.

CORRÊA-FERREIRA B.S.; CASTRO, L.C.; ROGGIA, S.; CESCO NETTO, 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. (Embrapa soja, Documentos, 341).

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. **Biological Control**, Orlando, v. 5, p. 196-202, 1995.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ZAMATARO, C.E.O. Capacidade reprodutiva e longevidade dos parasitóides de ovos *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Trissolcus mitsukurii* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.49, p. 621-626, 1989.

COSTA NETO, P.R.; ROSSI, L.F.S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, São Paulo, v.23, p. 4, 2000.

CROCOMO, W.B. Manejo integrado de pragas: Botucatu, S.P.: Editora Universidade Estadual Paulista, 1990. CETESB, 358p.

CROFT, B.A. **Arthropod biological control agents and pesticides**. 2nd ed., New York: John Wiley & Sons, 1990.

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**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

DE COCK, A.; DE CLERCQ, P.; TIRRY L.; DEGHEELE, D. Toxicity of diflubenzuron and imidacloprid to the predatory bug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Environmental Entomology**, v.25, p. 476-480, 1996.

DEGRANDE, P.E.; REIS, P.R.; CARVALHO, G.A.; BELARMINO, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.71-93.

DEGRANDE, P.E.; GOMEZ, D.R.S. Seletividade de produtos químicos no controle de pragas. **Agrotécnica**, São Paulo, v.7, p.8-13, 1990.

DESNEUX, N., DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 52, p. 81-106, 2007.

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

DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.2, p.311-316, 2001.

EBBINGHAUS-KINTSCHER, U.; RAMING, K.; MASAKI, T.; YASOKAWA, N. Flubendiamide, the first insecticide with a novel mode of action on insect ryanodine receptors. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, v. 60 n.2, p. 117-140, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/alerta-helicoverpa/Manejo-Helicoverpa.pdf>> Acesso em: 21 nov. 2014.

EVANGELISTA JÚNIOR, W.S.; SILVA-TORRES, C.S.A.; TORRES, J.B. Toxicidade de lufenuron para *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, p. 319-325, 2002.

FERNANDES, L.G.; CARVALHO, C.F.; BUENO, V.H.P.; DINIZ, L. C. Aspectos biológicos de *Brontocoris tabidus* Signoret, 1852 e *Podisus nigrispinus* Dallas, 1851 (Hemiptera: Pentatomidae). **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 1-10, 1996.

FERREIRA, A.J.; CARVALHO, G.C.; BOTTON, M.; LASMAR, O. Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a duas populações de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 378-384, 2006.

FINARDI, C.E.; SOUZA, G.L. de. **Ação da extensão rural no manejo integrado de pragas da soja**. Curitiba: ACARPA/Emater-PR. 1980, 13p.

FOERSTER, L.A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Manole, p. 95-114, 2002.

FONSECA, P.R.B.; MOTA, T.A.; KASSAB, S.O.; FERNANDES, M.G. Seletividade de inseticidas utilizados no controle da *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) nos inimigos naturais epigéicos na cultura do milho. **Revista Caatinga**, v.25, p. 14-19, 2012.

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia: Centro Científico Conhecer, v.7, 2011.

GAZZONI, D.L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p.1229-1237, 1998.

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; PROCÓPIO, S.O.; MANZONI, C.G.; LIMA, C.A.B.; NÖRNBERG, S.D. Seletividade de formulações de glyphosate a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v.23, n., p.457-462, 2005.

GODOY, K.B.; ÁVILA, C.J. Parasitismo natural em ovos de dois percevejos da soja, na região de Dourados, MS. **Revista de Agricultura**, v.75, p. 271-279, 2000.

GUEDES, J.V.C.; STECCA, C.S.; RODRIGUES, R.B.; BIGOLIN, M. Nova dinâmica. **Cultivar: Grandes Culturas**, Pelotas, n. 139, p.24-26, 2011.

GUEDES, J.V.C.; ARNEMANN, J.A.; PERINI, C.R.; MELO, A.A.; RÖHRIG, A.; STACKE, R.F.; MACHADO, M.R.R.. *Helicoverpa armigera*: da invasão ao manejo na soja. **Revista Plantio Direto**, v. 137/138, p. 24-35, 2013.

GUEDES, R.N.C.; LIMA, J.O.G.; ZANUNCIO, J.C. Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitrotiom para *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.21, p.339-346, 1992.

HASSAN, S.A., BIGLER, F., BLAISINGER, P., BOGENSCHÜTZ, H., BRUN, J., CHIVERTON, P., DICKLER, E., EASTERBROOK, M.A., EDWARDS, P.J., ENGLERT, W.D., FIRTH, S.L., HUANG, P., INGLESFIELD, C., KLINGAUF, F., KÜHNER, C., LEDIEU, M.S., NATON, E., OOMEN, P.A., OVERMEER, W.P.J., PLEVOETS, P., REBOULET, J.N., RIECKMANN, W., SAMSOE-PETERSEN, L., SHIRES, S.W., STAUBLI, A., STEVENSON, J., TUSET, J.J., VANWETSWINKEL, G., VAN ZON, A.Q. Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS working group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. **EPPO Bulletin** 15. p. 214–255, 1985.

HASSAN, S.A.; HALSALL, N.; GRAY, A.P.; KUEHNER, C.; MOLL, M.; BAKKER, F.M.; ROEMBKE, J.; YOUSEF, A.; NASR, F.; ABDELGADER, H.A. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M. P. et al. (Ed.) **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. Reinheim: IOBC/ WPRS, 2000.

HASSAN, S.A. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*. In: HASSAN, S.A. Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, Montfavet, v.15, n.3, p.18- 39, 1992.

HERBERT, J.J.; TOEWS, M.D. Seasonal Abundance and Population Structure of Brown Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) in Farmscapes Containing Corn, Cotton, Peanut, and Soybean. **Annals of the Entomological Society of America**, v.104, n. 5, p. 909-918, 2011.

JESCHKE, P.; NAUEN, R. Neonicotinoids-from zero to hero in insecticide chemistry. **Pest Management Science**, v.64, p.1084-1098, 2008.

JONES JUNIOR, W.A. **The distribution and ecology of pentatomid pests of soybeans in South Carolina.** Clemson University, 1979.

KLEFFMANN Group – Agricultural Marketing Information System (Soybean 13/14). Valinhos: Kleffmann & Partner Comércio e Assessoria Mercadológica e Representação.

LAHM, G.P.; CORDOVA, D.; BARRY, J.D. New and selective ryanodine receptor activators for insect control. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v.17, p.4127-4133, 2009.

LAZZAROTTO, J.J.; HIRAKURI, M.H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

LIMA, V.A.B., MENEZES, C.W.G., FERNANDES, A.F., SANTOS, J.B., ASSIS JÚNIOR; S.L., TAVARES. Seletividade de herbicidas em ninfas e adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2010. p. 3406-3409.

MANZONI, C.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; GIOLO, F.P.; LIMA, C.A.B.; NORNBORG, S.D.; HARTEK, W.R.; MÜLLER, C. Seletividade de agrotóxicos recomendados na produção integrada da maçã a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hym.: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz Das Almas, v.28, n.2, p. 254-257, 2006.

MANZONI, C.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; GIOLO, F.P.; HÄRTER, W.R.; CASTILHOS, R.V.; PASCHOAL, M.D.F. Seletividade de agroquímicos utilizados na produção integrada de maçã aos parasitóides *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatan & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioassay**, v.2, p.1-11, 2007.

MASUDA, T.; GOLDSMITH, P.D. World Soybean Production: Area Harvested, Yield, and Long-Term Projections. **International Food and Agribusiness Management Review**, v.12, n.4, 2009

MCPHERSON, J.E. A list of the prey species of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Great Lakes Entomologist**, v. 13, p. 17-24, 1980.

MEDEIROS, M.A.; SCHIMIDT, F.V.G.; LOIÁCONO, M.S.; CARVALHO, V.F.; BORGES, M. Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, p. 397-401, 1997.

MEDEIROS, R.S.; LEMOS, W.P.; RAMALHO, F.S. Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 42, n. 3/4, p. 121-130, 1998.

MEDEIROS, R.S.; RAMALHO, F.S.; LEMOS, W.P.; ZANUNCIO, J.C. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 124, n. 7/8, p. 319-324, 2000.

MESTDAGH, I.; DE CLERCQ, P.; DEGHEELE, D. Susceptibility of the predatory bug *Podisus maculiventris* (Say)(Heteroptera: Pentatomidae) to pyriproxyfen residues on sweet pepper plants. **Parasítica**, Bruxelles, v.52, p.153-161, 1996.

MOHAGHEGH, J.; DE CLERCQ, P.; TIRRY, L. Toxicity of selected insecticides to the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Biocontrol**, Dordrecht, v.10, p.33-40, 2000.

MOREIRA, G.R.P.; BECKER, M. Mortalidade de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae) no estágio de ovo na cultura da soja: II. Parasitóides. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 15, p. 291-308, 1986.

MOSCARDI, F.; BUENO, A.F.; SOSA-GOMEZ, D.R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.F.; CORSO, I.C.; YANO, S.A.C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Embrapa, Brasília, 2012. p. 211-334.

NAKAMA, P.A.; FOERSTER, L.A. Efeito da alternância de temperaturas no desenvolvimento e emergência de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, v.30, n. 2, p.269-275, 2001.

NÖRNBERG, S.D.; GRÜTZMACHER, A.D.; GIOLO, F.P.; JUNIOR, G.J.E.; LIMA, C.A.B.; GRÜTZMACHER, D.D. Seletividade de formulações de glyphosate aplicado nos estádios imaturos de *Trichogramma pretiosum*. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 611-617, 2008.

OERKE. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science**, v. 144, p. 31–43, 2006.

OERKE, E.C.; DEHNE, H.W. Safeguarding production – losses in major crops and the role of crop protection. **Crop Protection**, v.23, p.275-285, 2004.

OLIVEIRA, H.N.; ESPINDULA, M.C.; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E.P. Ganho de peso e comportamento de oviposição de *Podisus nigrispinus* utilizando lagartas de *Spodoptera frugiperda* e larvas de *Tenebrio molitor* como presas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1945-1948, 2004.

OVERMEER, W.P.J.; VAN ZON, A.Q. *Amblyseius potentillae* (Garman) (Acarina: Phytoseiidae). In: Standard methods to test the side effects of pesticides on natural enemies of insects and mites. **Bulletin OEPP**, 15 p.214-255, 1985.

PACHECO, D.J.P.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 295-302, 2000.

PANIZZI, A.R. Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 42, p. 99-122, 1997.

PARRA, J.R.P. A passos lentos. **Revista Cultivar**, Pelotas, v.54, n. 92, p.10-12, abr. 2007.

PFEIFFER, M. **Insect growth regulators.** Disponível em: <<http://www.ptrpest.com/pdf/igr.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2014.

PEREIRA, J.L.; SILVA, A.A.; PICANÇO, M.C.; BARROS, E.C.; JAKELAITIS, A. Effects of herbicide and insecticide interaction on soil entomofauna under maize crop. **Journal Environment Science and Health**, v.40, n.1, p.45-54, 2005.

PEREIRA, A.I.A.; RAMALHO, F.S.; ZANUNCIO, J.C. Susceptibility of *Podisus nigrispinus* (Dallas)(Heteroptera: Pentatomidae) to gamma-cyhalothrin under laboratory conditions. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, p. 478-482, 2005.

PICANÇO, M.; RIBEIRO, L.J.; LEITE, G.L.D.; ZANUNCIO, L.C. Seletividade de inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monuste* orseis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.369-372, 1997.

PINSTRUP-ANDERSEN, P. **The future world food situation and the role of plant diseases.** 2001. Disponível em: http://www.ifpri.org/sites/default/files/pubs/pubs/articles/2001/pinstrup01_01.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2013.

POWER, A.G. Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B**, London, v. 365, n. 1559, p. 2959-2971, 2010.

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

PREETHA, G.; STANLEY, J.; SURESH, S.; KUTTALAM, S.; SAMIYAPPAN, R. Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma hilonis*: Assessing their safety in the rice ecosystem. **Phytoparasitica**, v. 37, n.3, p.209-215, 2009.

QUINTELA, E.D.; TEIXEIRA, S.M.; FERREIRA, S.B.; GUIMARÃES, W.F.F.; OLIVEIRA, L.F.C. de; CZEPAK, C. **Desafios do manejo integrado de pragas da soja no Brasil Central.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2007. 6p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 149).

REIS, P.R.; FRANCO, R.A.; SILVA, F.M.A. Selectivity of rynaxypyr for three species of phytoseiid mites relevant to coffee in Brazil. **Coffee Science**, v.6, p.212-216, 2011.

REYNOLDS, S.E. The cuticle, growth regulators and moulting in insects: the essential background to the action of acylurea insecticides. **Pesticide Science**, v.20, p.131-146, 1987.

REZENDE, D.T.; CARVALHO, G.A.; MOURA, A.P.; MOSCARDINI, V.F.; SOUZA, J.R.; LASMAR, O. Side effects of some pesticides used in maize crops in Brazil to the egg parasitoid *Trichogramma atopovirilia* (Oatman & Platner) (Hym., Trichogrammatidae). **Egg Parasitoid News**, v.17, 2005.

RUBERSON, J.R.; NEMOTO, H.; HIROSE, Y. Pesticides and conservation of natural enemies, p.207-220. In P. Barbosa (Ed.). **Conservation of biological control**. San Diego: Academic Press, 1998.

SABER, M. Acute and population level toxicity of imidacloprid and fenpyroximate on an important egg parasitoid, *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecotoxicology**, v.20, p.1476-1484, 2011.

SANTOS, T.M.; SILVA, E.N.; RAMALHO, F.S. Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 163-167, 1995.

SAS Institute. **SAS user's guide**: statistics: version 8.2. 6. ed. Cary, 2001.

SHAPIRO, S.S; WILK, M.P. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika**, v.52, n.3/4, p. 591-611, 1965.

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

SOSA-GÓMEZ, D.R.; MOSCARDI, F. Retenção foliar diferencial em soja provocada por percevejos (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.24, n.2, p.401-404, 1995.

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

SPADOTTO, C.A.; GOMES, M.A.F.; LUCHIN, L.C.; ANDRÉA, M. de. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. 2004. (Embrapa Meio Ambiente Documentos, 42).

STARK, J.D.; BANKS, J. E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 48, p. 505-519, 2003.

STECCA, C.S; PASINI, A.; BUENO, A.F.; DENEZ, M.D.; SILVA, D.M.; MANTOVANI, M.A.M. Insecticide selectivity for *Doru lineare* (Dermaptera: Forficulidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 107-115, 2014.

STEFANELLO JÚNIOR, G.J.; GRÜTZMACHER, A.D.; GRÜTZMACHER, D.D.; DALMAZO, G.O.; PASCHOAL, M.D.F.; HÄRTER, W.R. Efeito de inseticidas usados na cultura do milho sobre a capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.75, n.2, p.187-194, 2008.

STOATE, C.; BOATMAN N.D.; BORRALHO, R.J.; RIO CARVALHO C.; DE SNOO, G.R.; EDEN, P. Ecological impacts of arable intensification in Europe. **Journal of Environmental Management**, London, v. 63, n. 4, p. 337-365, 2001.

TALEBI-JAHROMI, K. **Pesticide toxicology**. University of Tehran Publication, Tehran, 2007.

TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

THOMAZONI, D.; SORIA, M.F.; PEREIRA, E.G.; DEGRANDE, P.E. *Helicoverpa armigera*: **perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do Estado de Mato Grosso**. 2013 (Circular Técnica IMA MT, Número 5).

TILMAN, D. Global environmental impacts of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 96, p. 5995–6000, 1999.

TOHNISHI, M.; NAKAO, H.; FURUYA, T.; SEO, A.; KODAMA, H.; TSUBATA, K.; FUJIOKA, S.; KODAMA, H.; HIROOKA, T.; NISHIMATSU, T. Flubendiamide, a novel insecticide highly active against lepidopterous insect pests. **Journal of Pest Science**, v.30, p. 354-360, 2005.

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, J.B.; RUBERSON, J.R. Toxicity of thiamethoxam and imidacloprid to *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs associated to aphid and whitefly control in cotton. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 99-106, 2004.

TORRES, J. B., SILVA-TORRES, C.S.A., SILVA, M. R.; FERREIRA, J. F. Compatibilidade de Inseticidas e Acaricidas com o Percevejo Predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em Algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 311-317, 2002.

UNITED NATIONS. **World population prospects: the 1996 revisions**. New York, 1996.

USDA. United States Department of Agriculture. **Soybean area, yield and production** Disponível em:<<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx>>. Acesso em: 17 dez. 2014.

VENCATO, A.Z.; VENCATO, A.Z.; KIST, B.B.; CARVALHO, C.; BELING, R.R. **Anuário Brasileiro da Soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2010.

VENZON, M.; VIRÍSSIMO, J.H. Parasitismo natural em ovos de percevejos da soja no Triângulo Mineiro. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 17., 1995, Goiânia. **Ata de resumos...** Goiânia: EMGOPA, 1995. p. 143.

VIÑUELA, E.; ADÁN, A.; SMAGGHE, G.; GONZÁLEZ, M.; MEDINA, M.P.; BUDIA, F.; VOGT, H.; ESTAL, P. Laboratory effects of ingestion of azadirachtin by two pests (*Ceratitis capitata* and *Spodoptera exigua*) and tree natural enemies (*Chrysoperla carnea*, *Opius concolor* and *Podisus maculiventris*). **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v.10, n. 2, p. 165-177, 2000.

VIVAN, L.M.; TORRES, J.B.; VEIGA, A.F.S.L.; ZANUNCIO, J.C. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasileira, v. 37, n. 5, p. 581-587, 2002.

WILLIAMS, T.; VALLE, J.; VIÑUELA, E. Is the naturally derived insecticide spinosad compatible with insect natural enemies? **Biocontrol Science and Technology**, v.13, p. 459-475, 2003.

WRIGHT, J.E. Environmental and toxicological aspects of insect growth regulator. **Environmental Health Perspectives**, v.14, p.127-132, 1976.

ZHANG, W.; HASSAN, S.A. Rationalising the standard method to test the side-effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae*, reducing the number of parasitoids tested. IOBC/WPRS Bulletin, Montfavet, v.23, n.9, p.49-53, 2000.

ZANUNCIO, J.C.; ALVES, J.B.; SARTÓRIO, R.C.; GARCIA, J.F. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 65, p. 65-73, 1994.

ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, Z.C. ; BATALHA, V.C. ; SANTOS, G.P. Efeito da alimentação com lagartas de *Bombyx mori* e larvas de *Musca domestica* no desenvolvimento de *Podisus nigrolimbatus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 273-277, 1993.

ZOTTI, M.J.; GRÜTZMACHER, A.D.; GRÜTZMACHER, D.D.; CASTILHOS, R.V.; MARTINS, J.F.S. Seletividade de inseticidas utilizados na cultura do milho para ovos e ninfas do predador *Doru lineare* (Eschscholts, 1822) (Dermaptera: Forficulidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.1, p.111-118, 2010.