

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

JEFERSON LUIS AQUINO DANIEL

**EFEITO DE AGENTES DE CONTROLE SOBRE *Euschistus heros*
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DA SOJA, EM
DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS E ESTRATOS DO DOSSEL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DOIS VIZINHOS
2019

JEFERSON LUIS AQUINO DANIEL

**EFEITO DE AGENTES DE CONTROLE SOBRE *Euschistus heros*
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DA SOJA, EM
DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS E ESTRATOS DO DOSSEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas.

Orientador: Prof. Dr. Everton Ricardi Lozano da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Fernando Adami

D184e Daniel, Jeferson Luis Aquino.
Efeito de agentes de controle sobre *Euschistus heros* (Hemiptera: pentatomidae) na cultura da soja, em diferentes estádios fenológicos e estratos do dossel. / Jeferson Luis Aquino Daniel – Dois Vizinhos, 2019.
59 f.:il.

Orientador: Profº Dr. Everton Ricardi Lozano da Silva
Co-orientador: Profº Dr. Paulo Fernando Adami.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Dois Vizinhos, 2019.
Bibliografia p.55-59.

1. Pragas agrícolas - Controle biológico. 2. Soja - cultivo.
3. *Metarhizium anisopliae*. I. Silva, Everton Ricardi Lozano da, orient. II. Adami, Paulo Fernando, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. VI. Título

CDD:632.96



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 33

Efeito de agentes de controle sobre *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura da soja, em diferentes estádios fenológicos e estratos do dossel.

Jeferson Luis Aquino Daniel

Dissertação apresentada às treze horas e trinta minutos do dia vinte e seis de fevereiro de dois mil e dezenove, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGROECOSSISTEMAS, Linha de Pesquisa – Manejo e Conservação de Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Banca examinadora:

Dr. Everton R. Lozano Silva
UTFPR - DV

Dr. Gilberto de Andrade
UTFPR-PB

Dra. Elouize Xavier
UNISEP - DV

Coordenador(a) do PPGSIS
Assinatura e carimbo

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

Dedico esse trabalho aos meus pais Ivete Duarte Aquino, pelos ensinamentos, dedicação e educação proporcionada, e Noli da Silva Daniel, embora ausente em muitos momentos importantes seu exemplo embasa grande parte de minhas decisões.

À Adrielly Buratto Machado, companheira incondicional em todos os momentos vividos até então, sua paciência impaciente fortalece-me a cada dia, obrigado pelo seu amor e companheirismo.

À Heloísa Armange Daniel, que a educação seja o alicerce de conduta em sua vida, que tenha a opção e escolha da própria formação.

À Nikolas Machado Daniel, presente que veio para brindar as conquistas e vitórias de um ano difícil.

AGRADECIMENTOS

Estes parágrafos certamente não irão contemplar todas as pessoas que fizeram parte dessa importante conquista, portanto, me desculpo por àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Professor Dr. Everton Ricardi Lozano da Silva pela sua dedicação e pela orientação na elaboração deste trabalho, e também ao meu coorientador Paulo Fernando Adami, pelas contribuições e auxílio no desenvolvimento dos trabalhos de campo, os quais foram a base para o trabalho escrito, a vocês meu muito obrigado.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, e outros que se fizeram presente em minha formação, diretamente e indiretamente.

A minha mãe Ivete, meu pai Noli, minhas irmãs Cristiane e Ritielli, meus sobrinhos Júlia e Matheus, meu cunhado Jacson, agradeço a vocês pelos momentos de reflexão, apesar de distantes, em muitos momentos essa base familiar fortaleceu o meu estudo.

A minha filha Heloísa, motivo de meus esforços e dedicação, agradeço pela compreensão e carinho, foram dias de muita dedicação aos estudos, isso por vezes refletiu em minha ausência como pai, sei que deixo o exemplo de estudo e dedicação.

Aos meus colegas de turma.

A coordenação do curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas por sempre atender as necessidades do curso.

A minha esposa Adrielly pelo carinho, amor e compreensão, agora de dois nos tornamos três, em seu ventre carrega o Nikolas, nos alegra saber de sua vinda, contamos os dias para sua chegada.

Meus agradecimentos aos amigos, compadres, comadres, colegas de mestrado, companheiros de trabalho, que fizeram parte da minha formação e que irão continuar presente em minha vida.

Enfim, a todos que por algum motivo contribuíram para a minha formação e crescimento intelectual.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível. ”

Charles Chaplin

RESUMO

DANIEL, Jeferson Luis Aquino. **EFEITO DE AGENTES DE CONTROLE SOBRE *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DA SOJA, EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS E ESTRATOS DO DOSSEL**. 2019. 59f. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

Diversas espécies de insetos-praga, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja (*Glycine max*) são descritas como de importância econômica, porém, durante os estádios reprodutivos, destaca-se a ocorrência dos percevejos fitófagos, principalmente de *Euschistus heros*. O controle desta espécie é dificultado devido ao uso desordenado de inseticidas, a baixa tecnologia de aplicação dos agentes de controle e a não utilização de estratégias de manejo adequadas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de agentes para o controle de *E. heros*, em diferentes estratos do dossel e diferentes estádios de desenvolvimento fenológico da cultura da soja. Foram conduzidos três bioensaios para avaliação da mortalidade de *E. heros*: por meio da ação do contato direto (bioensaio 1), contato tarsal (bioensaio 2) e por ingestão (bioensaio 3), os quais foram desenvolvidos em duas épocas de semeadura, outubro de 2017 e fevereiro de 2018, em lavoura de soja, em esquema trifatorial 3 x 2 x 7. O fator A consistiu em três estratos do dossel da soja (superior, médio e inferior), o fator B em dois estádios de desenvolvimento fenológico (R3 e R5), e o fator C em sete tratamentos (T1: água destilada; T2: imidacloprido; T3: lambda-cialotrina; T4: *Metarhizium anisopliae*; T5: *Beauveria bassiana*; T6: imidacloprido + *Metarhizium anisopliae*; e T7: imidacloprido + *Beauveria bassiana*). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas sub-subdividas, com quatro repetições. O inseticida químico sintético lambda-cialotrina causou mortalidade de *E. heros* por meio da ação de contato direto e contato tarsal, não causando mortalidade por ingestão. O inseticida químico sintético imidacloprido causou mortalidade de *E. heros* por meio da ação do contato direto e ingestão, aplicado de maneira isolada ou em associação com entomopatógenos, sendo o único a apresentar sistemicidade no sentido acropetal. Os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae* não apresentam efeito inseticida sobre *E. heros* em condições de campo. Nos tratamentos que causaram mortalidade de *E. heros* os percentuais de mortalidade foram maiores no estrato superior do dossel.

Palavras-chave: Controle biológico, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, Imidacloprido, Lambda-cialotrina.

ABSTRACT

DANIEL, Jeferson Luis A. **EFFECT OF CONTROL AGENTS ON *Euschistus heros* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) IN SOYBEAN CULTURE, IN DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES AND OF DOSSEL LAYER.** 2019. 59f. Master dissertation. Paraná Federal Technology University. Dois Vizinhos, 2019.

Several species of pest insects at different stages of soybean development (*Glycine max*) are described as of economic importance, but during the stages of reproductive development, the presence of phytophagous bugs, mainly *Euschistus heros*. The management of this species is made difficult by the disordered use of insecticides, the low technology of the application of control agents, and the failure to use adequate management strategies. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of different agents for the control of *E. heros*, in different layers of the canopy and different stages of phenological development of soybean. Three bioassays were used to evaluate the mortality of *E. heros*: by direct contact (bioassay 1), tarsal contact (bioassay 2) and by ingestion (bioassay 3), were developed in two sowing seasons, October 2017 and February 2018, in soybean crop, in a 3 x 2 x 7 trifactor scheme. Factor A consisted of three layers of the soybean canopy (upper, middle and lower), factor B at two stages of phenological development (R3 and R5), and factor C in seven treatments (T1: distilled water, T2: imidacloprido; T3: lambda-cyhalothrin; T4: *Metarhizium anisopliae*; T5: *Beauveria bassiana*; T6: imidacloprido + *Metarhizium anisopliae*; e T7: imidacloprido + *Beauveria bassiana*). The experimental design was a randomized complete block, with sub-subdivide plots, with four replications. The synthetic chemical insecticide lambda-cyhalothrin caused mortality of *E. heros* through the action of direct contact and tarsal contact, not causing mortality by ingestion. The synthetic chemical insecticide imidacloprid caused mortality of *E. heros* through the action of direct contact and ingestion, applied alone or in association with entomopathogens, being the only one to present systemicity in the acropetal sense. The entomopathogenic fungi *B. bassiana* and *M. anisopliae* have no insecticidal effect of *E. heros* under field conditions. In treatments that caused mortality to *E. heros*, mortality rates were higher in the upper canopy stratum.

Key words: Biological control, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, Imidacloprid, Lambda-cyhalothrin.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Caixas de polipropileno adaptadas para manutenção dos exemplares de *Euschistus heros* coletados em campo para a realização dos bioensaios.....29
- Figura 2 – Câmara úmida com exemplares mortos oriundos dos tratamentos 4, 5, 6 e 7.....31
- Figura 3 – Ilustração da disposição nos estratos do dossel das plantas de soja dos papéis hidrossensíveis para avaliação de deposição de gotas.....31
- Figura 4 – Clip-cage confeccionado a partir de cano de PVC de 40 mm e tecido filó, com adultos de *Euschistus heros*.....33
- Figura 5 – Clip-cage acondicionados no estrato superior, médio e inferior de plantas de soja, para avaliação da mortalidade de *Euschistus heros* por meio da ação do contato direto dos agentes de controle.....34
- Figura 6 – Gaiolas entomológicas acondicionados em sala de criação com condições controladas para as avaliações de mortalidade através do contato direto com agentes de controle em aplicações realizadas em campo. Imagem parcial do bioensaio 1 (A) e de uma gaiola entomológica (B).....35
- Figura 7 – Ilustração do padrão de folha que foi destacada em cada trifólio para realização do bioensaio 2 (contato tarsal), caracterizando o tipo de folha do estrato superior (A), estrato médio (B) e estrato inferior (C).....36
- Figura 8 – Gaiolas entomológicas acondicionados em sala de criação com condições controladas para as avaliações de mortalidade através do contato tarsal com agentes de controle em aplicações realizadas em campo. Imagem parcial do bioensaio 2 (A) e de uma gaiola entomológica (B).....37
- Figura 9 – Planta de soja em unidade experimental, com proteção de vagens para posterior fornecimento em dieta utilizada em laboratório para o bioensaio 3 (ingestão).....38
- Figura 10 – Gaiolas entomológicas acondicionados em sala de criação com condições controladas, para as avaliações de mortalidade por meio da ingestão dos agentes de controle. Imagem parcial do bioensaio 3 (A) e de uma gaiola entomológica (B).....38
- Figura 11 – Resultado observado nos papéis hidrossensíveis para o teste de deposição de gotas.....40

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-------|
| Tabela 1 – Marca comercial, titular do registro, número do registro e ingrediente ativo de inseticidas químico-sintéticos liberados para controle de <i>Euschistus heros</i> na cultura da soja..... | 21-22 |
| Tabela 2 – Marca comercial, titular do registro, número do registro, ingrediente ativo e alvo biológico de agentes de controle biológico liberados para o controle de insetos-praga na cultura da soja..... | 25 |
| Tabela 3 – Descrição dos tratamentos utilizados nos biensaios para avaliação de agentes de controle de <i>Euschistus heros</i> em soja..... | 30 |
| Tabela 4 – Volume de calda de pulverização em dois estádios de aplicação, em três estratos do dossel das plantas de soja, analisados por meio do software Gotas.. | 39 |
| Tabela 5 – Percentual de mortalidade (\pm EP) de <i>Euschistus heros</i> causada pelo agente de controle, por meio de pulverização em contato direto com o inseto, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estádio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2017/18..... | 41 |
| Tabela 6 – Percentual de mortalidade (\pm EP) de <i>Euschistus heros</i> causada pelo agente de controle, por meio de pulverização em contato direto com o inseto, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estádio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2018..... | 42 |
| Tabela 7 – Percentual de mortalidade (\pm EP) de <i>Euschistus heros</i> causada pelo agente de controle, após contato tarsal, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estádio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2017/18..... | 45 |
| Tabela 8 – Percentual de mortalidade (\pm EP) de <i>Euschistus heros</i> causada pelo agente de controle, através do contato tarsal, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estádio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2018..... | 46 |
| Tabela 9 – Percentual de mortalidade (\pm EP) de <i>Euschistus heros</i> causada pelo agente de controle, através da ingestão, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estádio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2017/18..... | 48 |
| Tabela 10 – Percentual de mortalidade (\pm EP) de <i>Euschistus heros</i> causada pelo agente de controle, através da ingestão, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estádio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2018..... | 49 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ANDEF | Associação Nacional de Defesa Vegetal |
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| GBIOMET | Grupo de Estudos e Biometeorologia |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| MAPA | Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento |
| MIP | Manejo Integrado de Pragas |
| SINDIVEG | Sindicato Nacional da Indústria de Produtos Para Defesa Vegetal |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 14 |
| 2.1 A SOJA NO CENÁRIO AGRÍCOLA BRASILEIRO E O COMPLEXO DE INSETOS-PRAGA ASSOCIADO | 14 |
| 2.2 PERCEVEJOS FITÓFAGOS NA CULTURA DA SOJA | 16 |
| 2.2.1 Aspectos biológicos do percevejo-marrom <i>Euschistus heros</i> na cultura da soja | 18 |
| 2.2.2 Percevejo-marrom <i>Euschistus heros</i> e os desafios de controle na cultura da soja | 20 |
| 2.3 CONTROLE BIOLÓGICO EM SOJA E USO NO MANEJO DE <i>Euschistus heros</i> | 24 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 28 |
| 3.1. BIOENSAIO 1: AVALIAÇÃO DA MORTALIDADE DE <i>Euschistus heros</i> POR MEIO DA AÇÃO DO CONTATO DIRETO DOS AGENTES DE CONTROLE | 33 |
| 3.2. BIOENSAIOS 2 E 3: AVALIAÇÃO DA MORTALIDADE DE <i>Euschistus heros</i> POR MEIO DA AÇÃO DO CONTATO TARSAL E INGESTÃO DOS AGENTES DE CONTROLE | 35 |
| 4 RESULTADOS | 39 |
| 5 DISCUSSÃO | 50 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 54 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 55 |

1 INTRODUÇÃO

A soja é a cultura agrícola de maior importância para o agronegócio brasileiro, com área cultivada de 35,1 milhões de hectares e produção de 119,28 milhões de toneladas (CONAB, 2019). A utilização de cultivares de soja transgênicas, o uso de sementes não certificadas por alguns produtores e a implantação da “ponte-verde” (cultivos sucessivos mantendo as áreas sempre com presença de plantas vivas) contribuem para uma significativa mudança na diversidade de espécies vegetais invasoras, assim como na ampliação de agentes patogênicos causadores de doenças, viroses e insetos-praga associados às plantas cultivadas (EMBRAPA, 2007).

Várias espécies de insetos-praga são descritas como de importância econômica, porém, durante os estádios de desenvolvimento reprodutivo, destaca-se a ocorrência dos percevejos fitófagos, tendo como a espécie de maior predominância *Euschistus heros* Fabricius, 1794 (Hemiptera: Pentatomidae), conhecida popularmente como percevejo-marrom (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009). Nas avaliações do manejo integrado de pragas da soja na safra 2017/2018 no estado do Paraná, *E. heros* representou 72,1% das ocorrências de percevejos fitófagos (CONTE et al., 2018).

Para o controle de populações de *E. heros* na cultura da soja, produtores rurais realizam frequentes aplicações de inseticidas químicos sintéticos, principalmente dos grupos químicos carbamato, piretroides e neonicotinoides. Tais aplicações são realizadas desde os estádios de desenvolvimento vegetativo da cultura até estádios finais de maturação fisiológica. De acordo com Conte et al. (2018), o número médio de pulverizações com uso de inseticidas químicos sintéticos, para o complexo de percevejos na safra 2017/2018 foi de 1,51, sendo 1,06 somente para a espécie *E. heros*.

Em um agroecossistema equilibrado, naturalmente ocorre a regulação das populações de insetos-praga por meio de seus inimigos naturais, como predadores, parasitoides e entomopatógenos (MOSCARDI; CORRÊA-FERREIRA; PARRA, 2006). Porém, a cada nova safra evidencia-se o aumento na utilização de inseticidas químicos sintéticos para o controle de populações de *E. heros*, assim como destaca-se, em muitas áreas cultivadas com soja, o aumento do número de pulverizações com inseticidas para o controle desta espécie de inseto praga.

É notável também o crescimento do segmento de agentes biológicos no cenário agrícola brasileiro, com o registro de novos bioinseticidas a base de entomopatógenos para controle das principais espécies de insetos-praga de ocorrência em lavouras cultivadas com soja. Entretanto, para *E. heros*, a utilização desses bioinseticidas ainda não é uma realidade, visto não haver nenhum registro oficial.

Alguns trabalhos avaliando os efeitos de fungos entomopatogênicos sobre *E. heros* são encontrados na literatura, sobretudo em laboratório, com destaque para os fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. Zambiazzi et al. (2011) avaliaram in vitro o efeito de *B. bassiana* sobre *E. heros* e verificaram eficiência de controle, sugerindo estudos de sua aplicação em condições de campo. Em estudo semelhante do efeito inseticida de *M. anisopliae* e *B. bassiana* sobre *E. heros*, Oliveira et al. (2016) verificaram que ambos os fungos são patogênicos para ninfas de *E. heros*, em condições de laboratório.

Os estádios de desenvolvimento da cultura da soja em que a ocorrência de elevadas populações de *E. heros* influenciam na produtividade e qualidade de grãos são os estádios reprodutivos, período em que a cultura expressa todo seu potencial de índice de área foliar, o que dificulta a deposição de gotas de pulverização nos terços inferiores e médio. Sabendo que geralmente não ocorre translocação descendente de inseticidas, principalmente os neonicotinoides, que são considerados sistêmicos, o controle através da exposição direta do inseto ao inseticida torna-se necessário.

O atual cenário do manejo de populações de *E. heros* na cultura da soja utilizado pelos agricultores no Brasil, de maneira geral, consiste em aplicações preventivas de inseticidas químicos sintéticos, assim como a utilização de inseticidas neonicotinoides em estádios de desenvolvimento fenológico que limitam seu potencial de ação sistêmica, ou seja, muito cedo, iniciando em estádios vegetativos onde o alvo alimentar do inseto ainda não está formado, que são os grãos, ou muito tarde, onde a translocação do inseticida nas plantas já não ocorre de maneira efetiva, como é o caso do estágio fenológico R6.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes agentes para o controle de *E. heros*, em diferentes estratos do dossel e diferentes estádios de desenvolvimento fenológico da cultura da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A SOJA NO CENÁRIO AGRÍCOLA BRASILEIRO E O COMPLEXO DE INSETOS-PRAGA ASSOCIADO

A agricultura é uma das principais atividades econômicas do Brasil, ocupando uma área de 62,48 milhões de hectares (IBGE, 2019; CONAB, 2019). De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2019), a atividade agrícola representa cerca de 20% da economia brasileira.

Dentre as culturas em destaque no Brasil, a soja é a cultura agrícola de maior exploração, ocupando na safra 2017/2018 cerca de 35,1 milhões de hectares, o correspondente a 56,34% da área plantada em grãos do país, com produção de 119,28 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

Para o ano agrícola 2018/2019 estima-se um crescimento na área cultivada com a cultura da soja, tendo como previsão de 35,78 milhões de hectares e aumento na produção total nacional em 10,6 milhões de toneladas em comparação à safra anterior, chegando a 238,4 milhões de toneladas desta oleaginosa (CONAB, 2019).

O Brasil ocupa a segunda colocação na produção mundial de soja, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, o qual obteve no ano agrícola 2017/2018, produção de 119,52 milhões de toneladas, com área cultivada de 36,23 milhões de hectares (CONAB, 2019).

Conforme dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos Para Defesa Vegetal – Sindiveg (2017), a venda de defensivos agrícolas no ano de 2017 foi de US\$ 8,9 bilhões, representada pelo segmento de herbicidas com US\$ 3,1 bilhões (35%), fungicidas US\$ 2,4 bilhões (28%), inseticidas US\$ 2,37 bilhões (27%), acaricidas e tratamento de sementes US\$ 1,03 bilhões (10%). Ainda segundo Sindiveg (2017) mais da metade da receita do setor foi para a cultura da soja, US\$ 4,6 bilhões, representando 52% do total faturado.

Para a cultura da soja, novas tecnologias de manejo para o incremento de produção são constantemente pesquisadas e desenvolvidas, em conjunto ao melhoramento genético de cultivares. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2016) os insetos-praga proporcionam perdas

anuais de US\$ 12 bilhões para o setor agrícola brasileiro. Neste cenário destaca-se a busca por tecnologias que minimizem os danos e perdas em produção provocados por espécies de insetos-praga, como exemplo a soja Intacta RR2 PRO®, e recentemente, a soja tolerante a percevejo, a qual, suporta o dobro de percevejos (4 ou mais percevejos $\geq 0,3$ cm por m^2 para produção de grãos, e 2 ou mais percevejos $\geq 0,3$ cm por m^2 para produção de sementes), em comparação a soja não tolerante (2 ou mais percevejos $\geq 0,3$ cm por m^2 para produção de grãos, e 1 ou mais percevejos $\geq 0,3$ cm por m^2 para produção de sementes) (EMBRAPA, 2014).

Apesar dos avanços tecnológicos relacionados ao controle de espécies de insetos-praga em soja, é possível que devido ao uso indiscriminado de inseticidas ou da exposição constante de agentes de controle e consequente da seleção de populações resistentes, ocorra a perda de eficiência da tecnologia de transgenia. Ainda, cabe destacar a possibilidade de introdução de espécies exóticas nos agroecossistemas de produção, como o ocorrido com a *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), na safra 2013/2014, e na safra 2015/2016 a o relato de ocorrência da mosca-da-haste-da-soja, *Melanagromyza* sp. (Diptera: Agromyzidae), originária da Ásia, a qual provoca perdas entre 2 e 17% no rendimento de grãos, e *Helicoverpa punctigera* Wallengren, 1860 (Lepidoptera: Noctuidae), espécie do gênero *Helicoverpa* identificada na região Nordeste do Brasil (GLOBO RURAL, 2015).

A cultura da soja é submetida ao ataque de diversos insetos desde a germinação até a colheita (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). Logo após a germinação e durante os estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo, insetos como o Bicudo-da-soja (*Sternechus subsignatus* Boheman, 1836) (Coleoptera: Curculionidae), Lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), Vaquinhas desfolhadoras (*Diabrotica speciosa* Germar, 1824 e *Cerotoma arcuata tingomariana* Olivier, 1791) (Coleoptera: Chrysomelidae), Corós (Scarabaeoidea) e Percevejos-castanhos-da-raiz (*Scaptocoris castânea* Perty, 1830 e *Atarsocoris brachiariae* Becker, 1996) (Hemiptera: Cydnidae) danificam plântulas, pecíolos, hastes e folhas (MOSCARDI et al., 2000).

Ainda nos estádios de desenvolvimento vegetativo da cultura da soja, observa-se a ocorrência de lagartas desfolhadoras, principalmente a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, lagartas falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* Walker, 1858, *Trichoplusia ni* Hübner, 1802 e *Rachiplusia nu* Guenée, 1852 (Lepidoptera: Noctuidae), e lagarta-enroladeira, *Omiodes indicata* Fabricius, 1775

(Lepidoptera: Crambidae) (HOFFMANN-CAMPO et al.; 2000). Algumas espécies de Lepidopteros podem ser observados durante os estádios reprodutivos da cultura da soja, tal situação dependerá principalmente da pressão de ocorrência e das condições do ambiente (MOSCARDI et al., 2000).

A partir do advento tecnológico INTACTA RR2 PRO[®], o qual confere a soja a resistência ao herbicida Glyphosate e as principais lagartas desfolhadoras, observa-se o início da ocorrência de lagartas do gênero *Spodoptera* durante os estádios de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, não apenas em lavouras que possuem essa tecnologia, mas também em lavouras que possuem apenas a tecnologia RR (resistência ao herbicida Glyphosate) (EMBRAPA, 2018).

Entre as principais lagartas desfolhadoras, destacam-se a lagarta-das-vagens *Etiella zinckenella* Treitschke, 1832 (Lepidoptera: Pyralidae), *Spodoptera eridania* Cramer, 1782 (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae), lagarta-militar, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae), lagarta-cabeça-de-fósforo *Urbanus proteus* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Hesperiiidae), e lagarta-roscas *Agrotis ipsilon* Hufnagel, 1767 (Lepidoptera: Noctuidae) (COSTA-MOREIRA; ARAGÃO, 2009).

A partir da safra 2012/13, as preocupações com Lepidopteros na cultura da soja ficaram voltadas a ocorrência de *H. armigera*, apresentando dificuldades para seu controle e identificação a nível de campo (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSQUI, 2013).

2.2 PERCEVEJOS FITÓFAGOS NA CULTURA DA SOJA

Diversas espécies de insetos-praga, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja, são descritas como de importância econômica, porém, durante os estádios de desenvolvimento reprodutivo, destaca-se a ocorrência dos percevejos fitófagos (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009).

Dentre as principais espécies de percevejos fitófagos que ocasionam danos e perdas produtivas e de qualidade de grãos na cultura da soja destacam-se o percevejo-marrom *Euschistus heros* Fabricius, 1794, percevejo-verde-pequeno *Piezodorus guildinii* Westwood, 1837, percevejo-verde *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), percevejo-barriga-verde *Dichelops furcatus* Fabricius, 1775 e *Dichelops*

melacanthus Dallas, 1851, e percevejo-asa-preta *Edessa meditabunda* Fabricius, 1974 (Hemiptera: Pentatomidae) (COSTA-MOREIRA; ARAGÃO, 2009).

Conforme Panizzi, Bueno e Silva (2000), das 36.096 espécies descritas da subordem Heteroptera, estima-se que 4.123 pertençam a família Pentatomidae. As características principais dos pentatomídeos são antenas com cinco segmentos, escutelo grande e triangular, porém, não maior do que o cório e não atingindo o ápice do abdôme e tibia, com pouco ou nenhum espinho e, normalmente, medem mais de 7 mm. Esse é um grupo bem conhecido e alguns percevejos possuem coloração castanho-acinzentada, mas muitas espécies são coloridas e brilhantes e, embora a maioria das espécies se alimente de plantas, algumas são predadoras.

Os percevejos pentatomídeos geralmente realizam cinco ecdises, até atingir a fase adulta, totalizando cinco estádios de formas jovens (ninfas), sendo as duas primeiras ápteras e as três seguintes providas de tecas alares. Após a quinta ou última ecdise o inseto torna-se adulto e os tarsos, que até então possuíam dois artículos, passam a possuir três, sendo também nesse estágio que desaparecem as glândulas odoríferas abdominais, substituídas pela glândula metatoraxica (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2000).

Os percevejos são capazes de sugar diversas estruturas da planta, entretanto, concentram-se nas vagens (GALLO et al., 2002). Segundo Degrande e Vivan (2011), o ataque dos percevejos às vagens pode ocasionar perdas iguais ou superiores a 30%, tornando as sementes atacadas chochas, enrugadas, secas e escurecidas. Em ataques intensos, as sementes podem perder acima de 50% de seu poder germinativo, com redução no vigor e alterações nos teores de óleo e proteínas, comprometendo a qualidade, e conseqüentemente, o valor final dos grãos e sementes (CONTE et al., 2014).

Além dos danos diretos, o hábito alimentar dos percevejos fitófagos alimentando-se de vagens podem ocasionar a inoculação de patógenos, como o fungo *Nematospora corylii*, causador da mancha-de-levedura, ou mancha-fermento (GAZZONI et al., 1981). Além disso, durante o processo alimentar ocorre a injeção de toxinas que ocasionam distúrbios fisiológicos conhecidos como a soja-louca, caracterizado pela retenção anormal de folhas e maturação irregular de vagens ao final de seu ciclo, dificultando a colheita da soja (GALLO et al., 2002; DEGRANDE; VIVAN, 2011). Conforme Miner (1966), a inserção do estilete do percevejo fitófago nas sementes de soja ocasiona o surgimento de manchas escuras e áreas

esbranquiçadas, correspondente a espaços de ar produzidos quando os conteúdos celulares são retirados. A intensidade da injúria ocasionada pelos percevejos fitófagos dependerá, fundamentalmente, da espécie de percevejo que estará atacando a planta, de seu estágio de desenvolvimento, do estágio fenológico da soja, do tempo de permanência e do nível populacional presente na cultura (BOWLING, 1980).

2.2.1 Aspectos biológicos do percevejo-marrom *Euschistus heros* na cultura da soja

Apesar da diversidade de espécies de percevejos fitófagos que ocorrem na cultura da soja, *E. heros*, o percevejo-marrom, destaca-se como a principal espécie do complexo de percevejos. Nativo da região Neotropical (América Tropical), teve seu primeiro registro de ocorrência no Brasil realizado por Williams et al. (1973), em cultivo de soja no estado de São Paulo. Apresenta preferência alimentar pela soja, porém, alimenta-se de várias plantas, incluindo leguminosas, solanáceas, brassicas e compostas (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

Na cultura da soja, normalmente *E. heros* completa três gerações, iniciando seu registro de ocorrência no início do verão, estendendo-se até início do outono, a qual, dependendo da região e do cultivo pode proporcionar o desenvolvimento de uma quarta geração. No outono *E. heros* inicia a procura por abrigos sob a palhada, paralisa sua alimentação e permanece em estado de hibernação parcial até o próximo verão, graças ao acúmulo de lipídios, podendo permanecer nesse estado por um período de sete meses (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

As fêmeas de *E. heros* ovipositam nas folhas e vagens, uma massa de cinco a sete ovos amarelados. As ninfas recém eclodidas permanecem sobre os ovos até atingir o segundo ínstar, momento em que iniciam o processo alimentar, porém, somente a partir do terceiro instar é que as ninfas causam danos às sementes, quando atingem tamanho médio de 3,63 mm (GRAZIA, et al., 1980). O tempo de desenvolvimento ovo-adulto é em média de 32 dias, com longevidade média de adultos de 116 dias, podendo viver por mais de 300 dias (SMANIOTTO; PANIZZI, 2015).

Euschistus heros apresenta menor tempo de duração da alimentação (69,8 dias), quando comparado a *N. viridula* (133,3 dias), *P. guildini* (102,7 dias) e *D. melacantus* (71,4 dias), bem como o seu estilete perfura o grão na menor profundidade durante o processo de alimentação (0,8 mm), comparado a *P. guildini* (2 mm) e *N. viridula* (1,2 mm) (DEPIERE, 2010).

Quando comparada as perdas na produção, *E. heros* registra 0,08 g/planta dia⁻¹, enquanto *P. guildini* registra 0,21 g/planta dia⁻¹, e *N. viridula* 0,16 g/planta dia⁻¹ (SILVA; SOBRINHO, 2017). Apesar de apresentar baixo potencial de dano por indivíduo, quando comparado a outros pentatomídeos de ocorrência na cultura da soja, *E. heros* é o percevejo mais abundante nas principais commodities brasileira, motivo esse que o classifica como principal espécie de percevejo fitófago da cultura da soja (PANIZZI et al., 2013).

Apesar de colonizar a cultura da soja no final do desenvolvimento vegetativo (V6 a V8), o período crítico para ocorrência de *E. heros* está entre os estádios reprodutivos R3 (início da formação da vagem) a R6 (final do enchimento de grãos), estádios fenológicos em que os percevejos fitófagos causam danos fisiológicos e comprometem a qualidade das sementes de soja (CORRÊA-FERREIRA, 2012). As formas jovens, ninfas de 3º, 4º e 5º ínstars, compõem a maioria da população de percevejo-marrom causadora de danos (72%) durante o período reprodutivo da cultura da soja, os quais assemelham-se aos danos ocasionados pelos adultos (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009).

A movimentação de adultos de *E. heros* nas plantas de soja é maior, comparada às ninfas e, está relacionada com a temperatura ambiente, ou seja, observa-se maior ocorrência de adultos no terço superior do dossel da planta em períodos de temperatura mais amena do dia, entre 20º C e 25º C (SILVA et al., 2008). Já as ninfas concentram-se no terço médio das plantas e apresentam comportamento gregário, movimentando-se pouco (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009).

2.2.2 Percevejo-marrom *Euschistus heros* e os desafios de controle na cultura da soja

A principal estratégia de manejo de *E. heros* em soja é o controle químico, utilizando-se pulverização de inseticidas químicos sintéticos, o que torna a escolha do produto e da tecnologia a ser utilizada bases fundamentais para o sucesso no controle, uma vez que a eficiência biológica do produto depende não somente da ação comprovada deste, mas também da tecnologia empregada na sua aplicação (VIANA et al., 2008).

Nesse cenário, destaca-se o papel do Manejo Integrado de Pragas da Soja (MIP-Soja), que segundo Prokopy e Kogan (2003) é um programa que auxilia na tomada de decisão de controle, baseada em coleta de dados regulares da ocorrência de insetos-praga e inimigos naturais, relacionando o número e o estágio de desenvolvimento dos insetos-praga ao estágio de desenvolvimento da cultura. Em uma abordagem mais conceitual e abrangente, Conte et al. (2018) definem MIP como uma tecnologia que utiliza um conjunto de técnicas econômicas e ambientalmente sustentáveis para o manejo eficiente de pragas que atacam as lavouras de soja.

O sucesso do MIP depende de avaliações confiáveis, precisas e rápidas da densidade populacional de insetos-praga e de seus inimigos naturais presentes na cultura da soja (CORRÊA-FERREIRA, 2012). Com o rápido crescimento do mercado agrícola muitas práticas conservacionistas foram deixadas de lado, acarretando alterações na dinâmica dos insetos-praga e intensificado o uso de inseticidas pelos agricultores (BUENO; CORRÊA-FERREIRA; BUENO, 2010).

Segundo Conte et al. (2018) os princípios do MIP não têm sido adotados com frequência e estão atribuídos ao abandono do monitoramento, pulverizações calendarizadas, culturas hospedeiras nas entressafras, cultivo contínuo da soja sem rotação de culturas, aplicações desordenadas de fungicidas e enfraquecimento da extensão rural pública. Para o manejo de *E. heros* na cultura da soja verifica-se o registro de 47 marcas comerciais de inseticidas químicos sintéticos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Tabela 1) e nenhum agente de controle biológico.

Tabela 1. Marca comercial, titular do registro, número do registro e ingrediente ativo de inseticidas químico-sintéticos liberados para controle de *Euschistus heros* na cultura da soja

(continua)

| Marca Comercial | Titular de Registro | Nr. Registro | Ingrediente Ativo (Grupo Químico) |
|-----------------------|---|--------------|--|
| Acefato Fersol 750 SP | Ameribrás Indústria e Comércio Ltda. | 458294 | acefato (organofosforado) |
| Acefato Nortox | Nortox S.A. – Araçatuba | 16907 | acefato (organofosforado) |
| Acrux 750 SP | Sharda do Brasil Comércio de Produtos Químicos e Agroquímicos LTDA | 12317 | acefato (organofosforado) |
| Adante XTRA | Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo | 28817 | azoxistrobina (estrobilurina) + ciproconazol (triazol) + tiametoxam (neonicotinóide) |
| Alika | Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo | 4106 | cipermetrina (piretróide) + tiametoxam (neonicotinóide) |
| Ametista | FMC Química do Brasil Ltda. - Campinas | 5314 | bifentrina (piretróide) + cipermetrina (piretróide) |
| Arrivo 200 EC | FMC Química do Brasil Ltda. - Campinas | 1188699 | cipermetrina (piretróide) |
| Avant 750 SP | Ameribrás Indústria e Comércio Ltda. | 4193 | acefato (organofosforado) |
| Bold | Iharabras S.A. Indústria Químicas - Sorocaba | 8017 | acetamiprido (neonicotinóide) + fenpropatrina (piretróide) |
| Captus 750 SP | UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A. - Matriz Ituverava | 6312 | acefato (organofosforado) |
| Cefanol | Sipcam Nichino Brasil S.A. - Uberaba/MG | 1378704 | acefato (organofosforado) |
| Centauro | Arysta Lifescience do Brasil Indústria Química e Agropecuária S.A. – São Paulo | 2312 | acefato (organofosforado) |
| Commanche 200 EC | FMC Química do Brasil Ltda. - Campinas | 10698 | cipermetrina (piretróide) |
| Connect | Bayer S.A. - São Paulo/ SP | 4804 | beta-ciflutrina (piretróide) + imidacloprido (neonicotinóide) |
| Eforia | Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo | 5210 | lambda-cialotrina (piretróide) + tiametoxam (neonicotinóide) |
| Engeo | Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo | 2402 | cipermetrina (piretróide) + tiametoxam (neonicotinóide) |
| Engeo Pleno S | Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo | 6105 | lambda-cialotrina (piretróide) + tiametoxam (neonicotinóide) |
| Faith | AllierBrasil Agro Ltda. | 18818 | acefato (organofosforado) |
| Faith SD 750 SP | AllierBrasil Agro Ltda. | 22218 | acefato (organofosforado) |
| Faith SP | AllierBrasil Agro Ltda. | 18918 | acefato (organofosforado) |
| Fastac Duo | Basf S.A. – São Paulo | 10913 | acetamiprido (neonicotinóide) + alfa-cipermetrina (piretróide) |
| Fate 750 SP | Sharda do Brasil Comércio de Produtos Químicos e Agroquímicos LTDA | 20917 | acefato (organofosforado) |
| Galil SC | Adama Brasil S.A. - Londrina | 10012 | bifentrina (piretróide) + imidacloprido (neonicotinóide) |
| Hero | FMC Química do Brasil Ltda. - Campinas | 16812 | bifentrina (piretróide) + zeta-cipermetrina (piretróide) |
| Imidacloprid Nortox | Nortox S.A. - Araçatuba | 11012 | imidacloprido (neonicotinóide) |
| Incrível | Iharabras S.A. Indústria Químicas - Sorocaba | 10813 | acetamiprido (neonicotinóide) + alfa-cipermetrina (piretróide) |
| Kaiso Sorbie | Nufarm Indústria Química e Farmacêutica S.A. - Maracanaú | 18917 | lambda-cialotrina (piretróide) |
| Magnum | Adama Brasil S.A. - Londrina | 34318 | acefato (organofosforado) |
| Malathion 1000 EC | FMC Química do Brasil Ltda. - Campinas | 418705 | malationa (organofosforado) |
| Cheminova | | | |
| Mustang 350 EC | FMC Química do Brasil Ltda. - Campinas | 6107 | zeta-cipermetrina (piretróide) |
| Natera | Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo | 8113 | ciproconazol (triazol) + tiametoxam (neonicotinóide) |
| Orthene 750 BR | Arysta Lifescience do Brasil Indústria Química e Agropecuária S.A. – São Paulo | 2788394 | acefato (organofosforado) |
| Perito 970 SG | UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A. - Matriz Ituverava | 7912 | acefato (organofosforado) |
| Pirephos EC | Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda. | 10598 | Esfenvalerato (piretróide) + fenitrotiona (organofosforado) |
| Platinum Neo | Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo | 5110 | lambda-cialotrina (piretróide) + tiametoxam (neonicotinóide) |
| Prez | UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A. - Matriz Ituverava | 18617 | acetamiprido (neonicotinóide) + bifentrina (piretróide) |
| Pyrinex 480 EC | Adama Brasil S.A. - Londrina | 9298 | clorpirifós (organofosforado) |
| Rapel | Sinon do Brasil Ltda. - Porto Alegre /RS. | 6106 | acefato (organofosforado) |
| Sperto | UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A. - Matriz Ituverava | 14617 | acetamiprido (neonicotinóide) + bifentrina (piretróide) |

Tabela 1. Marca comercial, titular do registro, número do registro e ingrediente ativo de inseticidas químico-sintéticos liberados para controle de *Euschistus heros* na cultura da soja

(conclusão)

| Marca Comercial | Titular de Registro | Nr. Registro | Ingrediente Ativo (Grupo Químico) |
|------------------|--|--------------|--|
| Sumithion 500 EC | Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda. | 518309 | fenitrotiona (organofosforado) |
| Take 750 SP | Sharda do Brasil Comércio de Produtos Químicos e Agroquímicos LTDA | 20717 | acefato (organofosforado) |
| Talisman | FMC Química do Brasil Ltda. - Campinas | 18107 | bifentrina (piretróide) + carbosulfano (metilcarbamato de benzofuranila) |
| Topstar | Arysta Lifescience do Brasil Indústria Química e Agropecuária S.A. – São Paulo | 11807 | acefato (organofosforado) |
| Trishul 750 SP | Sharda do Brasil Comércio de Produtos Químicos e Agroquímicos LTDA | 20817 | acefato (organofosforado) |
| Urge 750 SP | Albaugh Agro Brasil Ltda.- São Paulo | 11611 | acefato (organofosforado) |
| Verdadero 600 WG | Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. – São Paulo | 5003 | ciproconazol (triazol) + tiametoxam (neonicotinóide) |
| Wild | Albaugh Agro Brasil Ltda.- São Paulo | 18618 | clorpirifós (organofosforado) |

Fonte: MAPA (2019)

De acordo com os resultados obtidos por Conte et al. (2018), a média de pulverizações de inseticidas químicos sintéticos realizadas nas propriedades que adotaram o uso de MIP no estado do Paraná foram de 1,51, sendo que destas, 1,06 foram destinadas ao controle de *E. heros*. Já nas áreas não assistidas com MIP, a média de pulverizações realizadas nas intervenções com uso de inseticidas foram de 3,4, sendo duas destas destinadas ao controle de *E. heros*. De maneira geral os resultados demonstram uma redução média de 1,89 pulverizações em áreas que adotam estratégias de MIP, sendo 0,94 somente destinadas ao controle de *E. heros*, quando comparadas as áreas sem adoção de estratégias de MIP.

É importante destacar que a ocorrência de populações de *E. heros* durante os estádios de desenvolvimento vegetativo e início do florescimento da cultura da soja não comprometem a produtividade e a qualidade final dos grãos de soja, não justificando dessa forma a utilização de medidas de controle durante esses períodos de desenvolvimento da cultura (CORRÊA-FERREIRA, 2012). Contudo, o manejo contemporâneo com inseticidas químicos sintéticos está baseado em pulverizações durante os estádios vegetativos e de florescimento. É prática comum entre os produtores a utilização de inseticidas químicos sintéticos de amplo espectro para o controle de *E. heros* durante o desenvolvimento vegetativo, como forma “preventiva” ou para redução de populações, muitas vezes associado a aplicação de herbicidas ou fungicidas, ocasionando a eliminação de inimigos naturais e o desequilíbrio do agroecossistema (CONTE et al.,2018).

As dificuldades para o controle de *E. heros* em lavouras de soja, entre outros aspectos, relacionam-se a capacidade de ressurgência do inseto, favorecida pelas medidas de controle utilizada de maneira indiscriminada; maior resistência dos insetos aos inseticidas, sendo em alguns casos até dezesseis vezes maior quando comparada à populações suscetíveis; a tecnologia de aplicação empregada, que envolve temperatura ambiente, umidade do ar e estágio fenológico da cultura, inseticida adequado à forma de controle (contato ou ingestão) e cobertura e penetração da calda de pulverização nos diferentes estratos do dossel da planta (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009).

Na perspectiva dos agricultores, as dificuldades para o controle de populações de *E. heros* em lavouras de soja se deve, na maioria das vezes, a resistência das populações do inseto-praga aos inseticidas, acarretando em aumento

na utilização de inseticidas neonicotinoides, considerados sistêmicos (KUSS et al., 2015).

A sistemicidade de um inseticida é explicada como sendo a translocação da concentração letal aos insetos, do tecido em que recebeu o ingrediente ativo para outros tecidos da planta que não tenham recebido o produto de forma direta, ou, em concentrações não letais aos insetos (ANTUNIASSI, 2005). Estudos de Huth et al. (2012) evidenciaram que o inseticida tiametoxan (neonicotinoide) + lambda-cialotrina (piretroide), nos estádios R4 (vagens completamente desenvolvidas) e R5.3 (enchimento de grãos), não apresentaram efeito sistêmico descendente (do estrato superior para o estrato inferior das plantas). Além disso, os autores verificaram que a maior mortalidade dos insetos ocorreu pela exposição direta, ou seja, pulverização do inseticida e infestação dos insetos no mesmo local da planta.

Sabe-se que a partir dos estádios reprodutivos da cultura da soja, ocorre o fechamento das entrelinhas, impedindo a deposição do agente de controle nos terços inferiores das plantas, assim como a não ocorrência de sistemicidade de inseticidas, uma vez que ela ocorre de forma acropetal.

Sendo assim, as dificuldades para o controle de populações de percevejos fitófagos podem estar diretamente relacionadas ao contato do inseto com o agente de controle, uma vez que o período crítico de dano ocorre durante os estádios de desenvolvimento reprodutivo da cultura da soja.

2.3 CONTROLE BIOLÓGICO EM SOJA E USO NO MANEJO DE *Euschistus heros*

A necessidade de manutenção da qualidade ambiental e segurança da saúde humana tornam os métodos de supressão de insetos-praga fonte de preocupação da sociedade (SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2014). O MIP-Soja é uma importante estratégia de racionalizar o controle dos insetos-praga na cultura, utilizando processos naturais e uso racional de defensivos agrícolas. Porém, ainda, as táticas de manejo utilizadas para o controle de insetos-praga são essencialmente os inseticidas químicos sintéticos, e de maneira emergente, os agentes de controle biológico (CONTE et al., 2018), sendo estes últimos com poucos produtos comerciais registrados para uso (Tabela 2).

Tabela 2. Marca comercial, titular do registro, número do registro, ingrediente ativo e alvo biológico de agentes de controle biológico liberados para o controle de insetos-praga na cultura da soja

| Marca Comercial | Titular de Registro | Nr. Registro | Ingrediente Ativo (Grupo Químico) | Alvo biológico |
|---------------------|--|--------------|--|---|
| Able | Sipcam Nichino Brasil S.A. - Uberaba/MG | 2798 | <i>Bacillus thuringiensis</i> (Produto Microbiológico) | <i>Anticarsia gemmatalis</i> , <i>Helicoverpa</i> sp. |
| Armigen | Agbitech Controles Biológicos Ltda | 7815 | VPN-HzSNPV (biológico) | <i>Helicoverpa armigera</i> |
| Bac-Control WP | Vectorcontrol Industria e Comercio de Produtos Agropecuários Ltda. | 458791 | <i>Bacillus thuringiensis</i> (Produto Microbiológico) | <i>Anticarsia gemmatalis</i> , <i>Helicoverpa</i> sp., <i>Trichoplusia ni</i> |
| Baculo-Soja | Novozymes BioAg Produtos para Agricultura Ltda | 6897 | <i>Baculovirus Anticarsia</i> (biológico) | <i>Anticarsia gemmatalis</i> |
| Baculovirus AEE | Associação dos Empregados da EMBRAPA - AEE/CNPSoja | 11608 | <i>Baculovirus Anticarsia</i> (biológico) | <i>Anticarsia gemmatalis</i> |
| Baculovirus Soja WP | Bosquirole e Santos Ltda. | 6813 | <i>Baculovirus Anticarsia</i> (biológico) | <i>Anticarsia gemmatalis</i> |
| Ballvéria | Ballagro Agro Tecnologia Ltda. | 7312 | <i>Beauveria bassiana</i> (biológico) | <i>Bemisia tabaci</i> raça B, <i>Tetranychus urticae</i> |
| Beauveria JCO | JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda. | 9615 | <i>Beauveria bassiana</i> (biológico) | <i>Bemisia tabaci</i> raça B, <i>Tetranychus urticae</i> |
| Bouveriz WP | Biocontrol Sistema de Controle Biológico Ltda (Matriz) | 7615 | <i>Beauveria bassiana</i> (biológico) | <i>Bemisia tabaci</i> raça B |
| Bovebio | Biofungi Ind. e Com. de Def. Biológicos e Inoculantes Ltda. | 10814 | <i>Beauveria bassiana</i> (biológico) | <i>Bemisia tabaci</i> raça B |
| Costar | Iharabras S.A. Indústria Químicas - Sorocaba | 22316 | <i>Bacillus thuringiensis</i> (Produto Microbiológico) | <i>Helicoverpa armigera</i> |
| Dipel | Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda. | 291 | <i>Bacillus thuringiensis</i> (Produto Microbiológico) | <i>Anticarsia gemmatalis</i> , <i>Helicoverpa</i> sp., <i>Trichoplusia ni</i> , <i>Pseudoplusia includens</i> , <i>Diatraea saccharalis</i> |
| Dipel WP | Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda. | 858901 | <i>Bacillus thuringiensis</i> (Produto Microbiológico) | <i>Anticarsia gemmatalis</i> , <i>Helicoverpa</i> sp., <i>Pseudoplusia includens</i> |
| ECOBASS | Toyobo do Brasil Ltda. - Filial Salto | 18316 | <i>Beauveria bassiana</i> (biológico) | <i>Bemisia tabaci</i> raça B, <i>Tetranychus urticae</i> |
| Gemstar-Max | Mitsui & Co (Brasil) S.A. | 7115 | VPN-HzSNPV (biológico) | <i>Helicoverpa armigera</i> |
| Granada | Laboratorio de Bio Controle Farroupilha Ltda | 9815 | <i>Beauveria bassiana</i> (biológico) | <i>Bemisia tabaci</i> raça B |
| Grap Baculovirus | Agrocete Indústria de Fertilizantes Ltda | 9513 | <i>Baculovirus Anticarsia</i> (biológico) | <i>Anticarsia gemmatalis</i> |
| Helicovex | FMC Química do Brasil Ltda. - Campinas | 916 | <i>Helicoverpa zea</i> nucleopolyhedrovirus - HzSNPV (biológico) | <i>Helicoverpa armigera</i> |
| Hz-NPV CCAB | CCAB Agro S.A. – São Paulo | 7315 | VPN-HzSNPV (biológico) | <i>Helicoverpa armigera</i> |
| Thuricide | Bio Controle - Métodos de Controle de Pragas Ltda. | 1608491 | <i>Bacillus thuringiensis</i> (Produto Microbiológico) | <i>Anticarsia gemmatalis</i> , <i>Pseudoplusia includens</i> , <i>Rachiplusia nu</i> |
| Xentari | Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda. | 599 | <i>Bacillus thuringiensis</i> (Produto Microbiológico) | <i>Spodoptera frugiperda</i> |

Fonte: MAPA (2019)

O controle biológico baseia-se na regulação populacional, planta ou animal, por meio da ação de inimigos naturais, os quais são os agentes bióticos de mortalidade, envolvendo o mecanismo da densidade recíproca, ou seja, uma população é regulada por outra população (PARRA et al., 2002).

Três tipos de controle biológico são classificados conforme a estratégia de utilização, sendo estes: o controle biológico natural ou conservativo, que refere-se às populações de inimigos naturais já existentes no ecossistema; o controle biológico clássico, que consiste na importação de agentes de controle biológico de um país para outro; e o controle biológico aplicado ou aumentativo, que é definido pela liberação de grande número de inimigos naturais em determinada cultura após criação massal em laboratório (SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2014).

Como agentes de controle biológico na cultura da soja cita-se três grupos distintos: os parasitoides, que são geralmente de tamanho diminuto, menores ou do mesmo tamanho de seu hospedeiro, e se desenvolvem em um único hospedeiro; os predadores, que são de vida livre durante todo ciclo de vida, normalmente maiores que suas presas, e necessitam mais de uma presa para completar seu ciclo de vida e os microorganismos entomopatogênicos, como fungos, bactérias e vírus, que causam a morte de seu hospedeiro em média de seis dias após sua infecção, mantendo as populações de pragas abaixo do nível de controle (PARRA et al., 2002).

No Brasil vários casos de sucesso da utilização do controle biológico em diferentes culturas são amplamente conhecidos, dentre eles cita-se o controle da broca-da-cana, *Diatraea sacralis* através do parasitoide larval *Cotesia flavipes* e do parasitoide de ovos *Trichogramma galloi*, assim como a utilização de *Bacillus thuringiensis* no controle de lagartas desfolhadoras em diferentes culturas (SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2014).

A utilização do *Baculovirus anticarsia* para o controle da lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis*, na safra 1997/1998, com mais de dois milhões de hectares tratados, caracterizou um dos maiores programas de controle biológico do mundo naquela ocasião (MOSCARDI et al., 2006). Recentemente, com a ocorrência da lagarta *Helicoverpa armigera*, praga com elevado potencial de dano à cultura, tem-se relatado a utilização do controle biológico como ferramenta promissora para o manejo desta praga (AVILA et al., 2013).

Para o controle dos percevejos fitófagos em soja destacam-se os parasitoides de ovos *Trissolcus basalus* Wollaston e *Telenomus podisi* Asmead (Hymenoptera:

Scelionidae) e o parasitoide de adultos *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) (GODOY; ÁVILA; MARQUES-ARCE, 2007). Já entre os agentes microbianos, estudos em bioensaios de laboratório tem demonstrado o potencial patogênico dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* sobre *E. heros*, apresentando resultados com percentuais chegando a 100% de mortalidade em tempo médio entre 6 a 10 dias (ZAMBIAZZI et al., 2011; GROTH et al., 2017).

Embora a cultura da soja no Brasil tenha se destacado no cenário mundial com a utilização do controle biológico, a realidade atual é limitada a agentes de controle biológico registrados para uso na cultura e seus alvos de ação, ou seja, insetos-praga de registro. Verifica-se que não há o registro de nenhum agente entomopatogênico para o controle de *E. heros* (Tabela 2), demonstrando a necessidade de estudos da patogenicidade de fungos, bactérias e vírus sobre essa espécie de inseto-praga, assim como a realização de bioensaios de campo utilizando-se isolados de agentes microbianos com patogenicidade comprovada em bioensaios de laboratório.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados bioensaios de campo e laboratório, avaliando-se diferentes agentes para o controle de *E. heros*, por meio de diferentes formas de contato com o inseto, contato direto (bioensaio 1) e contato tarsal (bioensaio 2), e através da ingestão (bioensaio 3).

Os bioensaios de campo foram conduzidos na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), em solo classificado como Latossolo Roxo de textura argilosa (EMBRAPA, 2014). O clima, conforme classificação de Köppen é do tipo Cfa, subtropical úmido (ALVARES et al., 2013), nas coordenadas de latitude e longitude 25°41'33"S, 53°05'43"O e altitude de 529 metros. Os experimentos foram conduzidos em duas épocas de semeadura da cultura da soja, sendo a primeira safra com semeadura em outubro de 2017 e a segunda safra com semeadura em fevereiro de 2018. Os bioensaios de laboratório foram realizados no Laboratório de Controle Biológico I da UTFPR-DV.

A cultivar de soja utilizada foi a 95R51RR, da obtentora DuPont Pioneer, que apresenta ciclo total entre 115 a 120 dias, hábito de crescimento indeterminado, tolerante ao herbicida glifosato (PIONEER, 2019). As sementes desta cultivar receberam tratamento de sementes industrial (TSI) com o inseticida Standak TOP® (Piraclostrobina 25 g L⁻¹ + Tiofanato-Metílico 225 g L⁻¹ + Fipronil 250 g L⁻¹), na dosagem de 200 mL 100 Kg⁻¹ e realizou-se a inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* em meio líquido, na dosagem de 4,0 mL Kg⁻¹ de semente, no momento do plantio.

A semeadura da soja no campo experimental foi realizado com espaçamento de 0,45 m entre linhas e população de 15 sementes m linear⁻¹, apresentando stand final médio de 13 plantas viáveis m linear⁻¹. A adubação química foi feita utilizando-se a formulação comercial de NPK 00.20.18, na dosagem de 200 kg ha⁻¹, conforme os resultados obtidos pela análise de solo da área.

Os tratamentos fitossanitários das plantas de soja para controle de doenças e insetos-praga seguiram recomendação agrônômica das indicações técnicas para a cultura da soja (EMBRAPA, 2014). Para controle de fungos fitopatogênicos utilizou-se o fungicida a base de trifloxistrobina 150 g L⁻¹ + protioconazol 775 g L⁻¹, na dosagem de 400 mL ha⁻¹, em uma única aplicação no estágio fenológico da cultura da soja R1, para o bioensaio com implantação em outubro de 2017, e duas aplicações de mesma

dosagem nos estádios V8 e R1 para o bioensaio com implantação em fevereiro de 2018. Para as aplicações de fungicida utilizou-se juntamente a calda de pulverização óleo metilado de soja na dose de 0,25% do volume de calda, conforme recomendação do fabricante. Não foi necessária a aplicação de inseticida para controle de pragas.

Os percevejos *E. heros* adultos utilizados nos experimentos foram obtidos em lavouras comerciais de soja no município de Dois Vizinhos/PR e mantidos por 10 dias em laboratório, no interior de caixas de polipropileno (30 x 24 x 6 cm), adaptadas com abertura nas laterais e na tampa, recobertas com tecido voil para permitir aeração (Figura 1). O chão das caixas foi forrado com papel-filtro, e os insetos alimentados com uma dieta natural, composta de vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja e grãos de amendoim cru (*Arachis hypogaea* L.). As caixas foram mantidas em sala climatizada com temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14 h, conforme metodologia descrita por Costa, Borges e Vilela (1998) e Panizzi e Mourão (1999). Os alimentos oferecidos aos insetos nas caixas foram trocados duas vezes por semana (Silva et al., 2008).



Figura 1. Caixas de polipropileno adaptadas para manutenção dos exemplares de *Euschistus heros* coletados em campo para a realização dos bioensaios

Fonte: Do autor (2018)

Os tratamentos avaliados estão descritos na tabela 3 e foram aplicados nos estádios fenológicos R3 (início da formação da vagem) e R5 (início da formação dos grãos), pulverizados diretamente nas plantas de soja nas parcelas em campo, utilizando-se pulverizador costal pressurizado de CO_2 , com barra acoplada contendo

quatro pontas de jato duplo leque tipo TJ60-8002, espaçamento entre pontas de 0,50 m⁻¹, pressão regulada em manômetro acoplado a barra para 256 kPa e volume de calda de 186 L ha⁻¹ (VIANA et al., 2008). As aplicações foram realizadas durante o período da manhã, com temperatura de 25 ± 5°C, umidade relativa do ar de 60 ± 10%, velocidade do vento de 5 ± 2 Km h⁻¹, conforme informações obtidas na estação meteorológica da UTFPR Campus Dois Vizinhos, pelo Grupo de Estudos em Biometeorologia – GEBIOMET. O caminhamento para a realização da aplicação foi feito pela lateral externa de cada parcela, com o objetivo de simular uma aplicação mecanizada sem a interferência do contato do corpo com as plantas pulverizadas.

Tabela 3 – Descrição dos tratamentos utilizados nos biensaio para avaliação de agentes de controle de *Euschistus heros* em soja.

| Tratamento | Ingrediente ativo | Concentração | Dosagem produto comercial (L/Kg ha ⁻¹) |
|--------------|---|--|--|
| Tratamento 1 | Água destilada | - | 186,00 |
| Tratamento 2 | Imidacloprido | 480 g L ⁻¹ | 0,20 |
| Tratamento 3 | Lambda-Cialotrina | 50 g L ⁻¹ | 0,20 |
| Tratamento 4 | <i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB425 (8 x 10 ⁹ UFC g ⁻¹ produto comercial) | 300 g Kg ⁻¹ | 0,075 |
| Tratamento 5 | <i>Beauveria bassiana</i> IBCB66 (1 x 10 ⁹ UFC g ⁻¹ produto comercial) | 300 g Kg ⁻¹ | 0,25 |
| Tratamento 6 | Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB425 (8 x 10 ⁹ UFC g ⁻¹ produto comercial) | 480 g L ⁻¹ + 300 g Kg ⁻¹ | 0,20 + 0,075 |
| Tratamento 7 | Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i> IBCB66 (1 x 10 ⁹ UFC g ⁻¹ produto comercial) | 480 g L ⁻¹ + 300 g Kg ⁻¹ | 0,20 + 0,25 |

Fonte: Do autor (2018).

As avaliações foram realizadas diariamente, por 10 dias, quantificando-se o número de insetos mortos, e para os tratamentos 4, 5, 6 e 7 (Tabela 3), submeteu-se

os insetos mortos a câmara úmida para verificação da mortalidade causada por fungos entomopatogênicos provenientes dos tratamentos (Figura 2).

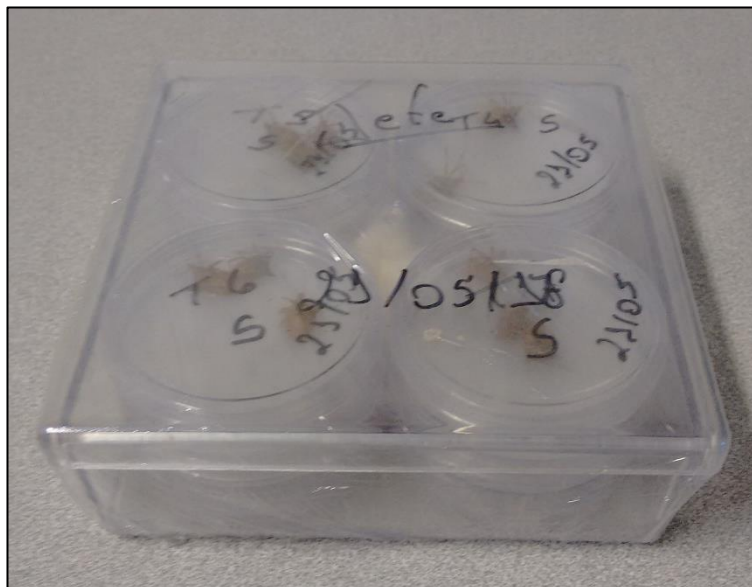


Figura 2. Câmara úmida com exemplares de *Euschistus heros* mortos oriundos dos tratamentos 4, 5, 6 e 7

Fonte: Do autor (2018)

Objetivando avaliar a deposição de gotas nos diferentes estratos do dossel das plantas de soja, foram dispostos, em cada estrato do dossel, na posição horizontal, cartões hidrossensíveis medindo 10 x 5 cm (Figura 3). As avaliações dos cartões hidrossensíveis foi realizada 14 horas após as pulverizações dos tratamentos, com umidade relativa abaixo dos 40%, a fim de reduzir a interferência da umidade ambiente sobre os cartões. Após as aplicações os cartões foram digitalizados, utilizando scanner na resolução de 600dpi, salvos em arquivos no formato BMP (Windows Bitmap), analisados com auxílio do software Gotas (EMBRAPA, 2017).

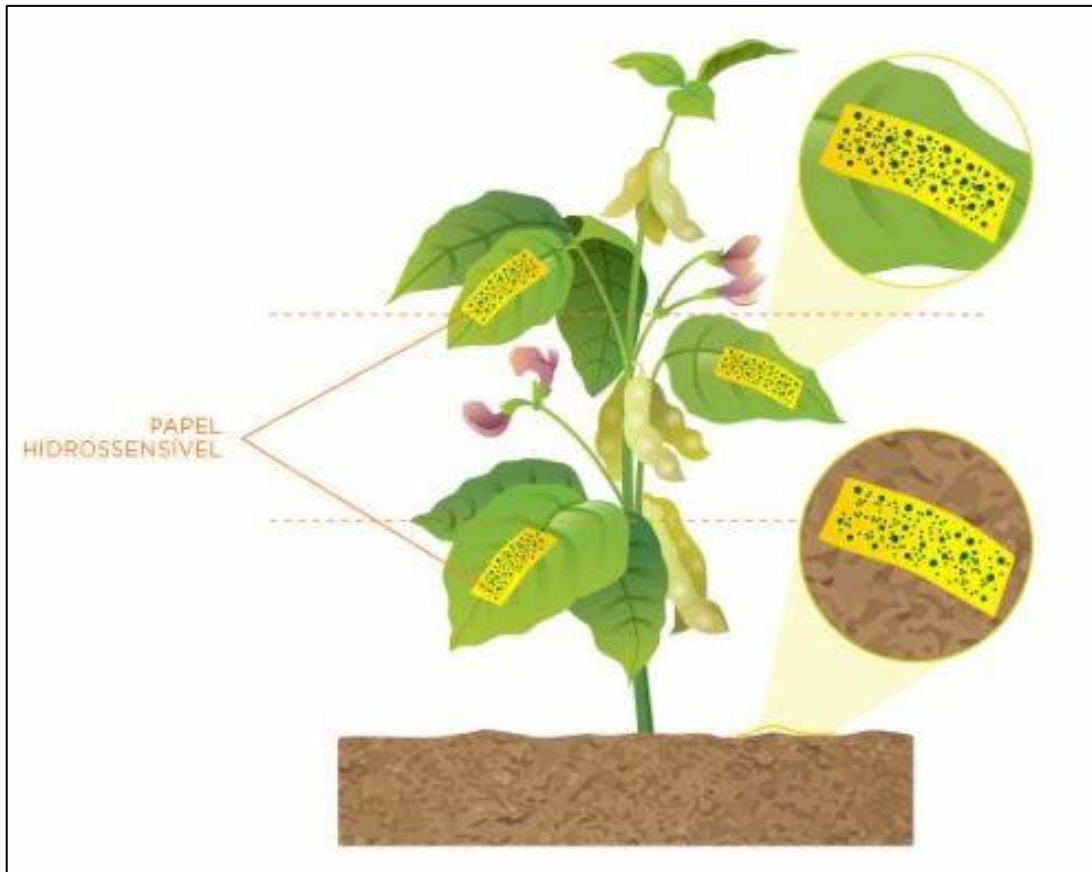


Figura 3. Ilustração da disposição dos papéis hidrossensíveis nos estratos do dossel das plantas de soja para avaliação de deposição de gotas

Fonte: Agrolink (2019)

Os bioensaios compreenderam um tri-fatorial $3 \times 2 \times 7$, onde o fator A corresponde aos estratos do dossel da planta de soja (superior, médio e inferior), o fator B aos estádios fenológicos de desenvolvimento da cultura da soja (R3 e R5) e o fator C aos tratamentos, descritos, em delineamento experimental de blocos ao acaso, em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições, utilizando para cada repetição cinco (5) exemplares adultos de *E. heros*.

Os dados foram submetidos a análise de normalidade e homogeneidade, e quando significativos, submeteu-se à análise de variância comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico RBio (BHERING, 2017).

3.1. BIOENSAIO 1: AVALIAÇÃO DA MORTALIDADE DE *Euschistus heros* POR MEIO DA AÇÃO DO CONTATO DIRETO DOS AGENTES DE CONTROLE

Foram confeccionadas gaiolas entomológicas do tipo “clip-cage”, a partir de tubo de PVC de 40 mm, cortados a uma espessura de 1 cm, com tampa de tecido do tipo “filó”, com orifícios de 3 mm de diâmetro. Após o acondicionamento dos exemplares de *E. heros*, duas estruturas de igual formato foram unidas, a fim de obter uma estrutura única, com parte superior e inferior possuindo a tela filó, a fim de proporcionar a passagem da gota de pulverização. Em cada gaiola foram alocados cinco exemplares adultos *E. heros* (Figura 4).



Figura 4. Clip-cage confeccionado a partir de cano de PVC de 40 mm e tecido filó, com adultos de *Euschistus heros*.

Fonte: Do autor (2018)

A gaiolas entomológicas contendo os exemplares de *E. heros* foram presas com fita crepe a uma barra de ferro de 5 mm fixadas ao solo, dispostas na linha de plantio entre plantas de soja, acondicionadas em três diferentes estratos do dossel (Figura 5).

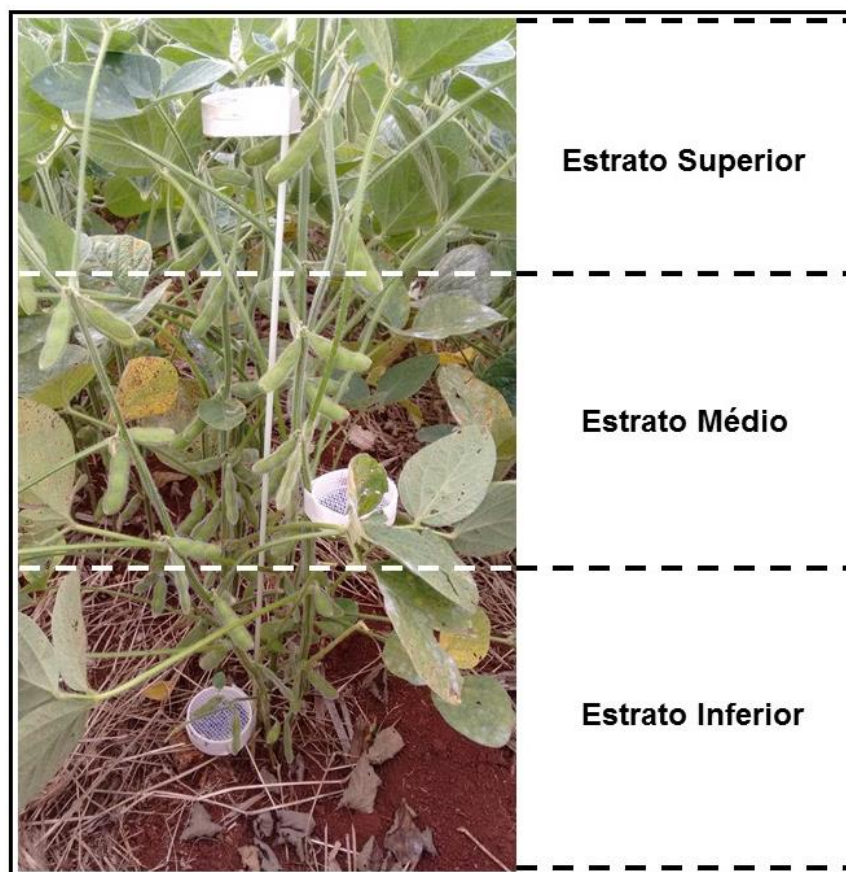


Figura 5. Clip-cage acondicionados no estrato superior, médio e inferior de plantas de soja, para avaliação da mortalidade de *Euschistus heros* por meio da ação do contato direto dos agentes de controle

Fonte: Do autor (2018)

Após a realização das aplicações, os exemplares de *E. heros* foram retirados dos clip-cages e acomodados em gaiolas entomológicas também confeccionadas a partir de cano de PVC de 40 mm, cortados a uma espessura de 2 cm, com tampa de tecido do tipo “filó”, com orifícios de 3 mm de diâmetro. As gaiolas entomológicas contendo os exemplares de *E. heros* foram levadas e mantidas em sala de criação no Laboratório de Controle Biológico I, com temperatura de $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14 h (Figura 6), e avaliada a mortalidade diariamente, durante um período de 10 dias. Os insetos foram alimentados com uma dieta natural, composta de vagens de soja, livres de aplicação de agrotóxicos.

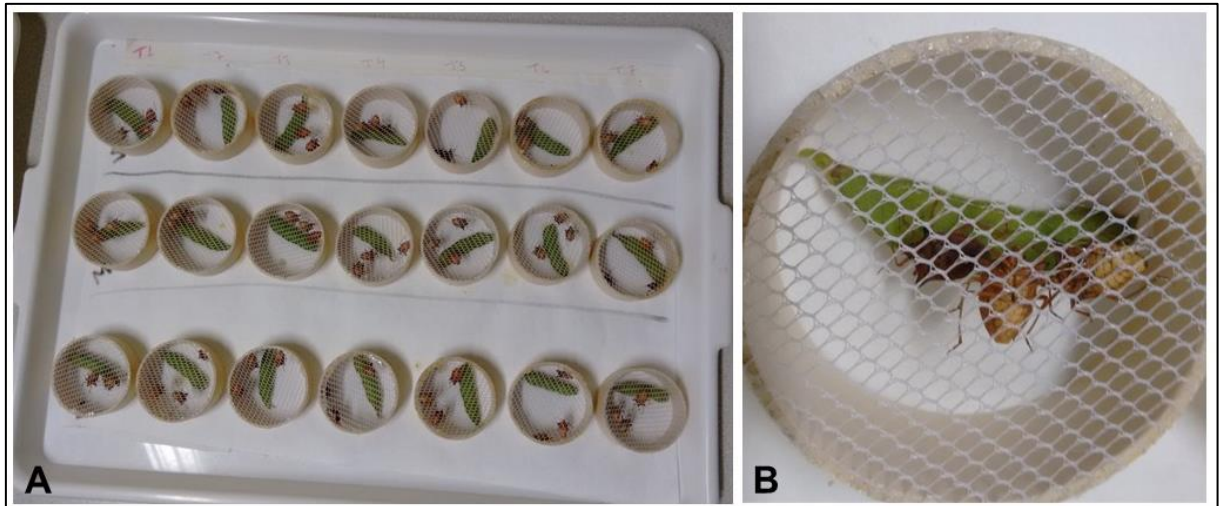


Figura 6. Gaiolas entomológicas acondicionados em sala de criação com condições controladas para as avaliações de mortalidade através do contato direto com agentes de controle em aplicações realizadas em campo. Imagem parcial do bioensaio 1 (A) e de uma gaiola entomológica (B)

Fonte: Do autor (2018)

3.2. BIOENSAIOS 2 E 3: AVALIAÇÃO DA MORTALIDADE DE *Euschistus heros* POR MEIO DA AÇÃO DO CONTATO TARSAL E INGESTÃO DOS AGENTES DE CONTROLE

Para a realização do bioensaio 2 (contato tarsal), destacou-se diariamente, durante o período de 10 dias, de maneira aleatória, em cada estrato do dossel, folhas de um trifólio de soja (folha central do trifólio) provenientes das parcelas pulverizadas com os tratamentos em campo (Figura 7). Foram destacadas uma folha para cada repetição, de cada estágio de desenvolvimento (R3 e R5) e cada estrato avaliado (superior, médio e inferior).

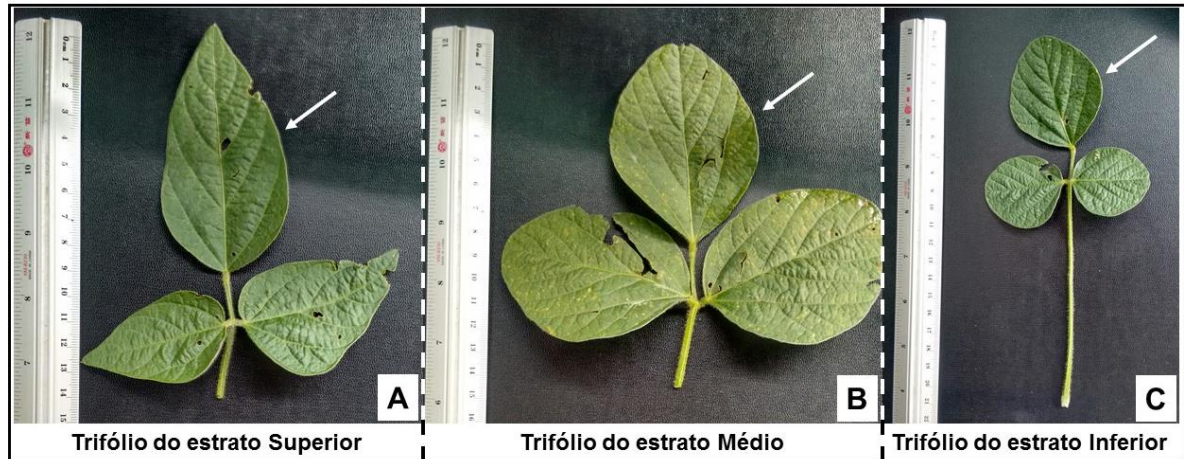


Figura 7. Ilustração do padrão de folha que foi destacada em cada trifólio para realização do bioensaio 2 (contato tarsal), caracterizando o tipo de folha do estrato superior (A), estrato médio (B) e estrato inferior (C)

Fonte: Do autor (2018)

Após a coleta das folhas, em laboratório, acondicionou-se uma gaiola entomológica com exemplares adultos de *E. heros*, sobre uma folha destacada, submetendo os insetos ao contato com a região adaxial da folha de soja. As gaiolas entomológicas contendo os exemplares de *E. heros* foram mantidas em sala de criação com temperatura de $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14 h e os insetos receberam dieta a base de vagens de soja livres de utilização de agroquímicos (Figura 8).

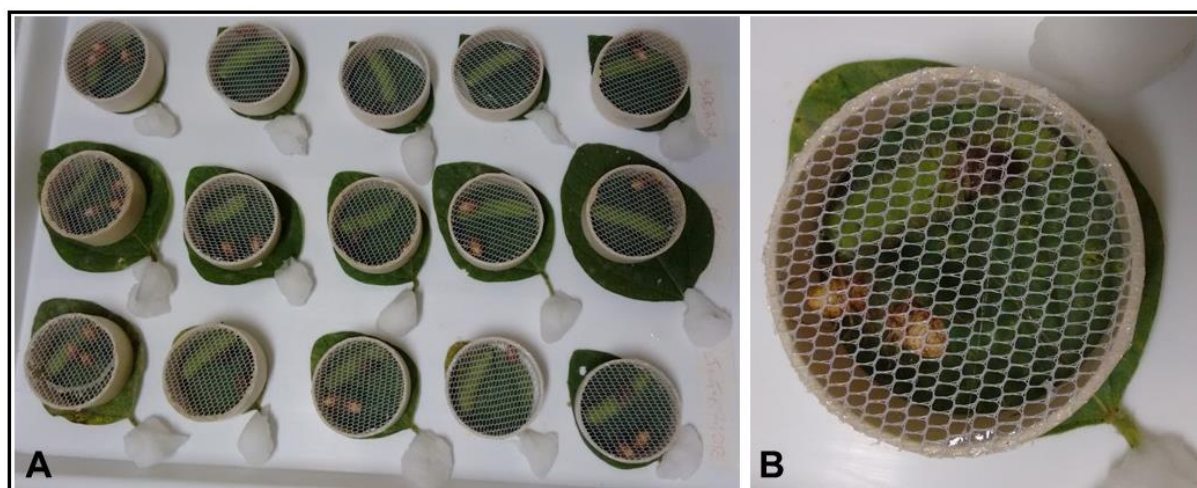


Figura 8. Gaiolas entomológicas acondicionadas em sala de criação com condições controladas para as avaliações de mortalidade através do contato tarsal com agentes de controle em aplicações realizadas em campo. Imagem parcial do bioensaio 2 (A) e de uma gaiola entomológica (B)

Fonte: Do autor (2018)

Já para o bioensaio 3 (ingestão) destacou-se diariamente, de maneira aleatória em cada estrato do dossel, durante o período de 10 dias de avaliação, vagens de soja provenientes das parcelas pulverizadas com os tratamentos em campo nas plantas de soja em que foram realizadas as aplicações, as quais foram previamente identificadas com bandeirinhas de polipropileno, com largura de 9 centímetros, acondicionada em haste de fibra de vidro de 4 mm de espessura, com comprimento de 1,20, marca Agrohaste, e protegidas com a utilização de luva cirúrgica a base de látex (Figura 9). Foram destacadas uma vagem para cada repetição, de cada estágio de desenvolvimento (R3 e R5) e cada estrato (superior, médio e inferior).



Figura 9. Planta de soja em unidade experimental, com proteção de vagens para posterior fornecimento em dieta utilizada em laboratório para o bioensaio 3 (ingestão)

Fonte: Do autor (2018)

Em laboratório acondicionou-se uma gaiola entomológica com exemplares adultos de *E. heros* sobre uma folha de papel esterilizado, juntamente com as vagens destacadas, as quais foram a dieta alimentar oferecida aos insetos, e mantidas em sala de criação com temperatura de $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14 h (Figura 10).

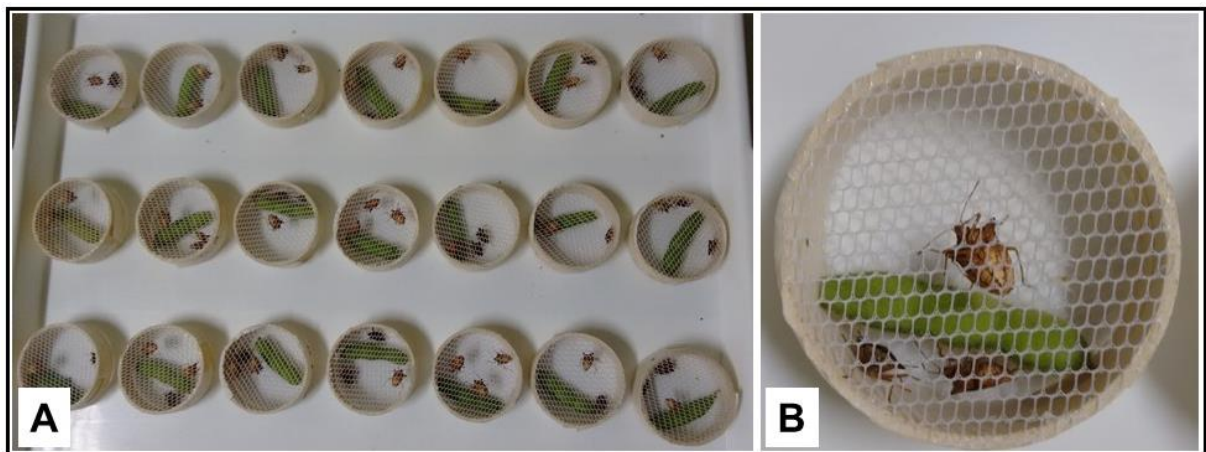


Figura 10. Gaiolas entomológicas acondicionados em sala de criação com condições controladas, para as avaliações de mortalidade por meio da ingestão dos agentes de controle. Imagem parcial do bioensaio 3 (A) e de uma gaiola entomológica (B)

Fonte: Do autor (2018)

4 RESULTADOS

O presente estudo demonstra similaridade na mortalidade de *E. heros* entre as duas safras avaliadas. Os resultados acompanham uma tendência, sendo que os inseticidas químicos sintéticos, tanto para as aplicações em estágio R3, quanto em estágio R5, causaram mortalidade significativa de *E. heros* nas primeiras 72h nos estratos superior e médio. Já para os tratamentos com entomopatógenos não foi observada mortalidade significativa de *E. heros* em nenhum estágio avaliado (R3 e R5), assim como para nenhum dos estratos do dossel.

Verifica-se que no estrato superior a mortalidade de *E. heros* foi maior, quando comparada a mortalidade observada nos estratos médio e inferior (Tabelas 5 e 6), seguindo uma tendência dos resultados obtidos através da análise dos cartões hidrossensíveis, onde verifica-se maior deposição de gotas no estrato superior (171,12 L ha⁻¹), seguido do estrato médio (123,21 L ha⁻¹) e estrato inferior (37,65 L ha⁻¹) (Tabela 4, Figura 11).

Tabela 4. Volume de calda de pulverização em dois estádios de aplicação, em três estratos do dossel das plantas de soja, analisados por meio do software Gotas

| Estrato do dossel | Volume (L ha ⁻¹) | |
|-------------------|------------------------------|-------------|
| | Estádio R3 | Estádio R5 |
| Superior | 182,48 a ns | 171,12 a ns |
| Médio | 125,36 b ns | 123,21 b ns |
| Inferior | 39,73 c ns | 37,65 c ns |
| CV (%) | 21,17 | 18,75 |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns = não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (linhas).

Fonte: Do autor (2018)

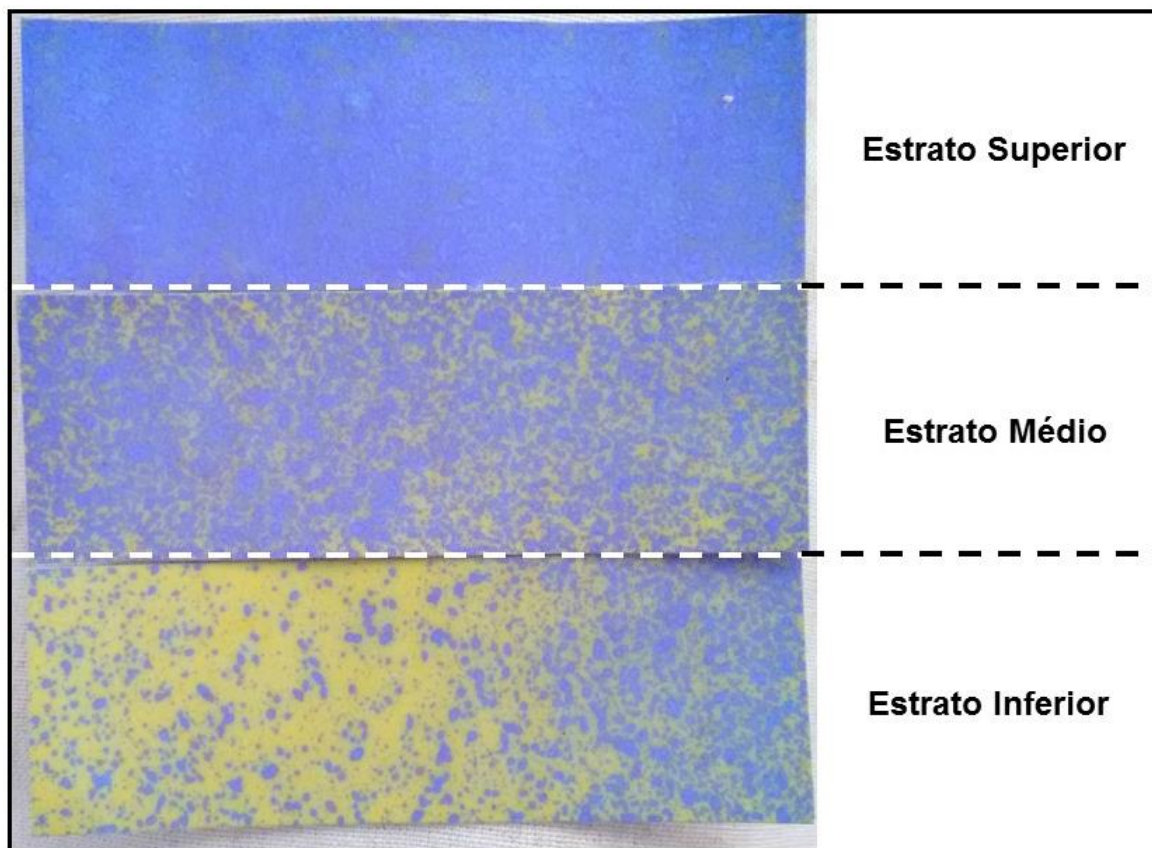


Figura 11. Resultado observado nos papéis hidrossensíveis para o teste de deposição de gotas. A coloração azul indica a deposição de gotas.

Fonte: Do autor (2019).

Para o bioensaio 1 (contato direto), observa-se que os tratamentos contendo lambda-cialotrina e imidacloprido, este último, tanto em aplicação isolada quanto associado a agentes entomopatógenos, causaram mortalidade de *E. heros* superiores a testemunha e aos agentes entomopatógenos aplicados isoladamente em ambos estádios fenológicos (R3 e R5) (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Percentual de mortalidade (\pm EP) de *Euschistus heros* causada pelo agente de controle, por meio de pulverização em contato direto com o inseto, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estágio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2017/18.

| Tratamento | 0 a 72 horas | | | 73 a 240 horas | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | Estrato do dossel | | | Estrato do dossel | | |
| | Superior | Médio | Inferior | Superior | Médio | Inferior |
| R3 | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,11 b ns | 5,00 \pm 0,11 bc ns |
| T2 (Imidacloprido) | 100,00 \pm 0,00 a A | 100,00 \pm 0,00 a A | 35,00 \pm 0,11 a B | 0,00 \pm 0,00 b B | 0,00 \pm 0,00 b B | 20,00 \pm 0,00 a A |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 100,00 \pm 0,00 a A | 95,00 \pm 0,11 a A | 40,00 \pm 0,00 a B | 0,00 \pm 0,00 b B | 5,00 \pm 0,00 b AB | 15,00 \pm 0,11 ab A |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 c ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 c ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 70,00 \pm 0,13 b A | 35,00 \pm 0,11 b B | 20,00 \pm 0,18 b C | 30,00 \pm 0,13 a B | 55,00 \pm 0,13 a A | 30,00 \pm 0,22 a B |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 90,00 \pm 0,13 ab A | 35,00 \pm 0,11 b B | 30,00 \pm 0,13 ab B | 10,00 \pm 0,13 b B | 55,00 \pm 0,13 a A | 20,00 \pm 0,00 a B |
| CV (%) | | 6,9 | | | 11,4 | |
| R5 | | | | | | |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 10,00 \pm 0,22 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 55,00 \pm 0,11 b A | 0,00 \pm 0,00 c B | 5,00 \pm 0,11 ns B | 45,00 \pm 0,11 a B | 95,00 \pm 0,11 a A | 0,00 \pm 0,00 ns C |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 100,00 \pm 0,00 a A | 85,00 \pm 0,21 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 b ns | 15,00 \pm 0,00 b ns | 10,00 \pm 0,22 ns ns |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b B | 0,00 \pm 0,00 b B | 25,00 \pm 0,34 ns A |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,00 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 75,00 \pm 0,34 ab A | 40,00 \pm 0,18 b B | 0,00 \pm 0,00 ns C | 20,00 \pm 0,26 ab B | 55,00 \pm 0,26 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 85,00 \pm 0,21 a A | 10,00 \pm 0,13 c B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 15,00 \pm 0,21 b B | 80,00 \pm 0,21 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| CV (%) | | 10,28 | | | 18,27 | |

Os dados originais foram transformados por raiz de x+1.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparações não significativas seguem com as letras ns.

Fonte: Do autor (2018).

Tabela 6. Percentual de mortalidade (\pm EP) de *Euschistus heros* causada pelo agente de controle, por meio de pulverização em contato direto com o inseto, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estágio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2018.

| Tratamento | 0 a 72 horas | | | 73 a 240 horas | | |
|---|-----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | Estrato do dossel | | | Estrato do dossel | | |
| | Superior | Médio | Inferior | Superior | Médio | Inferior |
| R3 | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 5,00 \pm 0,11 bc ns | 5,00 \pm 0,11 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,11 ab ns |
| T2 (Imidacloprido) | 85,00 \pm 0,21 a A | 45,00 \pm 0,11 b B | 35,00 \pm 0,11 a B | 15,00 \pm 0,21 b AB | 20,00 \pm 0,21 a A | 0,00 \pm 0,00 b B |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 100,00 \pm 0,00 a A | 85,00 \pm 0,11 a A | 35,00 \pm 0,11 a B | 0,00 \pm 0,00 b B | 15,00 \pm 0,00 ab AB | 20,00 \pm 0,00 a A |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 5,00 \pm 0,11 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 10,00 \pm 0,00 bc ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 45,00 \pm 0,11 b A | 45,00 \pm 0,11 b A | 15,00 \pm 0,21 abc B | 55,00 \pm 0,11 a A | 25,00 \pm 0,11 a B | 20,00 \pm 0,18 ab B |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 45,00 \pm 0,11 b A | 40,00 \pm 0,18 b A | 20,00 \pm 0,18 ab B | 55,00 \pm 0,11 a A | 30,00 \pm 0,11 a B | 20,00 \pm 0,18 ab B |
| CV (%) | | 12,03 | | | 15,12 | |
| R5 | | | | | | |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 d ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 70,00 \pm 0,13 b A | 15,00 \pm 0,11 c B | 15,00 \pm 0,11 ab B | 30,00 \pm 0,13 a A | 20,00 \pm 0,13 a A | 5,00 \pm 0,11 ns B |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 100,00 \pm 0,00 a A | 65,00 \pm 0,11 a B | 25,00 \pm 0,11 a C | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 d ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 d ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,00 bc ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 70,00 \pm 0,13 b A | 30,00 \pm 0,13 b B | 5,00 \pm 0,11 bc C | 30,00 \pm 0,13 a A | 15,00 \pm 0,13 ab B | 0,00 \pm 0,00 ns C |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 55,00 \pm 0,11 b A | 35,00 \pm 0,11 b B | 0,00 \pm 0,00 c C | 45,00 \pm 0,11 a A | 5,00 \pm 0,11 bc B | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| CV (%) | | 8,47 | | | 9,92 | |

Os dados originais foram transformados por raiz de $x+1$.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparações não significativas seguem com as letras ns.

Fonte: Do autor (2018).

Nas avaliações em estágio R3 verifica-se que imidacloprido (T2), assim como o lambda-cialotrina (T3) causaram mortalidade de *E. heros* já nas primeiras 72 horas após sua aplicação, para todos os estratos avaliados, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Já para a associação entre agentes entomopatógenos e imidacloprido, T6 e T7, apesar de causarem mortalidade de *E. heros* superior às testemunhas e aos agentes entomopatógenos de maneira isolada, nos três estratos avaliados, os resultados demonstram menores percentuais em mortalidade de *E. heros* nas primeiras 72 horas, diferindo significativamente dos tratamentos T2 e T3 (Tabelas 5 e 6).

Em consequência ao menor efeito de mortalidade de *E. heros* nas primeiras 72 horas, os tratamentos T6 e T7 apresentaram-se superiores aos demais tratamentos para as avaliações entre 73 a 240 horas, para os três estratos avaliados (Tabelas 5 e 6). Esse resultado é explicado em consequência de que os tratamentos T2 e T3 já não apresentavam nenhum exemplar de *E. heros* para computar percentuais de mortalidade entre 73 a 240 horas, pois 100% da mortalidade para estes tratamentos ocorreu nas primeiras 72 horas.

Nas avaliações em estágio R5, o tratamento com lambda-cialotrina (T2) causou mortalidade de *E. heros* superior aos demais tratamentos, tanto no estrato superior em ambas as safras, 100% (Tabelas 5 e 6), quanto no estrato médio, na safra 2017/2018, 85% (Tabela 5), e na safra 2018, 65% (Tabela 6). Apenas no estrato inferior não observa-se diferença significativa entre os tratamentos testados. Com relação ao tratamento imidacloprido em aplicação isolada (T2), este causou baixa mortalidade de *E. heros* nas primeiras 72 horas, nas avaliações do estrato superior na safra 2017/2018, 55% (Tabela 5) e na safra 2018, 70% (Tabela 6) e estrato médio na safra 2018, 15% (Tabela 6). Já nas avaliações entre 73 a 240 horas, imidacloprido (T2) causou 45% de mortalidade de *E. heros* no estrato superior e 95% no estrato médio na safra 2017/2018 (Tabela 5), e 30% de mortalidade de *E. heros* no estrato superior e 20% no estrato médio na safra 2018 (Tabela 6).

Para o bioensaio de avaliação do contato tarsal, (bioensaio 2), observa-se que o tratamento contendo lambda-cialotrina (T3), tanto para o estágio R3 quanto para o estágio R5, foi o único que causou mortalidade de *E. heros* (30% e 50% em R3, e 65% em R5), diferindo significativamente dos percentuais de mortalidade observados nos demais tratamentos avaliados (Tabelas 7 e 8).

Verifica-se que os percentuais de mortalidade de *E. heros* registrados no bioensaio 2 (contato tarsal) em ambas as safras (Tabelas 7 e 8), em comparação aos percentuais observados no bioensaio 1 (contato direto) (Tabelas 5 e 6), foram menores. Para o bioensaio 2 somente registrou-se mortalidade de *E. heros* no estrato superior, onde, em estágio R3, nas primeiras 72 horas, a mortalidade de *E. heros* foi de 30% na safra 2017/2018 (Tabela 7) e de 50% na safra 2018 (Tabela 8) e no tempo de 73 a 240 horas a mortalidade registrada foi de 70% e 50 %, respectivamente nas safras 2017/2018 e 2018 (Tabelas 7 e 8).

Nas avaliações em estágio R5 os percentuais de mortalidade de *E. heros* causados por lambda-cialotrina (T3) foram maiores nas primeiras 72 horas, onde 65% de mortalidade de exemplares de *E. heros* foram registrados nas primeiras 72 horas, e 35% de mortalidade de *E. heros* ocorreram entre 73 a 240 horas (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7. Percentual de mortalidade (\pm EP) de *Euschistus heros* causada pelo agente de controle, após contato tarsal, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estádio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2017/18.

| Tratamento | 0 a 72 horas | | | 73 a 240 horas | | |
|---|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| | Estrato do dossel | | | Estrato do dossel | | |
| | Superior | Médio | Inferior | Superior | Médio | Inferior |
| | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP |
| R3 | | | | | | |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 10,00 \pm 0,22 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 10,00 \pm 0,22 ns ns |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 30,00 \pm 0,13 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 70,00 \pm 0,13 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 10,00 \pm 0,22 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 10,00 \pm 0,22 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 5,00 \pm 0,11 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| CV (%) | | 8,17 | | | 15,16 | |
| R5 | | | | | | |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 65,00 \pm 0,21 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 35,00 \pm 0,21 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 b B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 10,00 \pm 0,00 ns A | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| CV (%) | | 9,62 | | | 7,36 | |

Os dados originais foram transformados por raiz de $x+1$.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparações não significativas seguem com as letras ns.

Fonte: Do autor (2018).

Tabela 8. Percentual de mortalidade (\pm EP) de *Euschistus heros* causada pelo agente de controle, após contato tarsal, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estádio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2018.

| Tratamento | 0 a 72 horas | | | 73 a 240 horas | | |
|---|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Estrato do dossel | | | Estrato do dossel | | |
| | Superior | Médio | Inferior | Superior | Médio | Inferior |
| R3 | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 5,00 \pm 0,11 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 50,00 \pm 0,13 a A | 5,00 \pm 0,11 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 50,00 \pm 0,13 a A | 25,00 \pm 0,21 a B | 0,00 \pm 0,00 ns C |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,11 b ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 5,00 \pm 0,11 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| CV (%) | | 8,08 | | | 11,36 | |
| R5 | | | | | | |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 65,00 \pm 0,21 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 35,00 \pm 0,21 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| CV (%) | | 5,05 | | | 7,49 | |

Os dados originais foram transformados por raiz de $x+1$.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparações não significativas seguem com as letras ns.

Fonte: Do autor (2018).

Com relação ao bioensaio 3 (ingestão), observa-se que os tratamentos contendo imidacloprido, tanto de forma isolada (T2), quanto associado a agentes entomopatógenos (T6 e T7), foram os únicos que causaram mortalidade de *E. heros*, diferindo significativamente dos resultados observados nos demais tratamentos, no estrato superior, em ambos estádios de avaliação e safras (Tabelas 9 e 10).

Nas avaliações em estádio R3, imidacloprido de forma isolada (T2), causou 35% de mortalidade a *E. heros* nas primeiras 72 horas na safra 2017/2018 (Tabela 9), e 45% de mortalidade na safra 2018 (Tabela 10), enquanto que na associação com agentes entomopatógenos (T6 e T7) a mortalidade causada foi de 55% e 60%, respectivamente na safra 2017/2018 (Tabela 9) e 25% e 30% respectivamente na safra 2018 (Tabela 10). Já nas avaliações entre 73 a 240 horas, imidacloprido isolado (T2) causou 60% de mortalidade a *E. heros* na safra 2017/2018 (Tabela 9) e 25% na safra 2018 (Tabela 10), enquanto a associação com agentes entomopatógenos (T6 e T7) causaram, respectivamente 30% e 35% de mortalidade na safra 2017/2018 (Tabela 9) e 45% e 40% respectivamente na safra 2018 (Tabela 10). A ação isolada de imidacloprido (T2) apresenta diferença significativa da ação entre a associação de imidacloprido com entomopatógenos, T6 e T7, sendo T2 significativamente inferior quando comparado aos tratamentos T6 e T7 nas primeiras 72 horas na safra 2017/2018 (Tabela 9) enquanto que na safra 2018 apresentou resultado significativamente superior (Tabela 10), e nas avaliações entre 73 a 240 horas, o tratamento T2 apresentou resultado significativamente superior aos tratamentos T6 e T7 na safra 2017/2018 (Tabelas 9) e inferior na safra 2018 (Tabela 10).

Nas avaliações em estádio R5, os resultados de mortalidade, nas primeiras 72 horas, foram semelhantes aos observados na avaliação em R3, uma vez que imidacloprido (T2) causou 45% de mortalidade de *E. heros* em ambas as safras (Tabelas 9 e 10) diferindo significativamente dos tratamentos de associação de imidacloprido com entomopatógenos (T6 e T7), nos quais os percentuais de mortalidade observados foram de 60% e 55% respectivamente na safra 2017 /2018 (Tabela 9) e 50% e 40% respectivamente na safra 2018 (Tabela 10).

Nas avaliações entre 73 a 240 horas, os resultados demonstram haver igualdade entre os tratamentos T2, T6 e T7, resultando em 45%, 40% e 45% de mortalidade de *E. heros* respectivamente na safra 2017/2018 (Tabela 9) e não apresentaram diferença significativa na safra 2018 (Tabela 10).

Tabela 9. Percentual de mortalidade (\pm EP) de *Euschistus heros* causada pelo agente de controle, através da ingestão, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estádio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2017/18.

| Tratamento | 0 a 72 horas | | | 73 a 240 horas | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Estrato do dossel | | | Estrato do dossel | | |
| | Superior | Médio | Inferior | Superior | Médio | Inferior |
| R3 | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 35,00 \pm 0,11 b A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 60,00 \pm 0,00 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 55,00 \pm 0,11 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 30,00 \pm 0,13 b A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 5,00 \pm 0,11 ns B |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 60,00 \pm 0,18 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 35,00 \pm 0,11 b A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| CV (%) | | 6,77 | | | 7,35 | |
| R5 | | | | | | |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 5,00 \pm 0,11 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 45,00 \pm 0,21 b A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 45,00 \pm 0,34 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 5,00 \pm 0,11 b ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 60,00 \pm 0,18 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 40,00 \pm 0,18 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 55,00 \pm 0,11 ab A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 45,00 \pm 0,11 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| CV (%) | | 8,27 | | | 11,69 | |

Os dados originais foram transformados por raiz de x+1.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparações não significativas seguem com as letras ns.

Fonte: Do autor (2018).

Tabela 10. Percentual de mortalidade (\pm EP) de *Euschistus heros* causada pelo agente de controle, através da ingestão, ao longo de 10 dias, em três estratos diferentes, em estágio R3 e R5 da cultura da soja, safra 2018.

| Tratamento | 0 a 72 horas | | | 73 a 240 horas | | |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | Estrato do dossel | | | Estrato do dossel | | |
| | Superior | Médio | Inferior | Superior | Médio | Inferior |
| R3 | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP | M.% \pm EP |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 45,00 \pm 0,11 a A | 20,00 \pm 0,18 a B | 0,00 \pm 0,00 ns C | 25,00 \pm 0,21 b A | 15,00 \pm 0,21 ab A | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 0,00 \pm 0,00 c A | 0,00 \pm 0,00 b B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 c ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 25,00 \pm 0,11 b A | 15,00 \pm 0,11 a B | 0,00 \pm 0,00 ns C | 45,00 \pm 0,11 a A | 15,00 \pm 0,21 ab B | 0,00 \pm 0,00 ns C |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 30,00 \pm 0,13 b A | 15,00 \pm 0,11 a B | 0,00 \pm 0,00 ns C | 40,00 \pm 0,18 ab A | 25,00 \pm 0,11 a A | 0,00 \pm 0,00 ns B |
| CV (%) | | 9,11 | | | 12,3 | |
| R5 | | | | | | |
| T1 (Água destilada) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 10,00 \pm 0,22 ns ns |
| T2 (Imidacloprido) | 45,00 \pm 0,11 a A | 20,00 \pm 0,00 a B | 0,00 \pm 0,00 ns C | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 10,00 \pm 0,13 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T3 (Lambda-Cialotrina) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T4 (<i>Metarhizium anisopliae</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T5 (<i>Beauveria bassiana</i>) | 0,00 \pm 0,00 b ns | 5,00 \pm 0,11 b ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 5,00 \pm 0,11 ns ns |
| T6 (Imidacloprido + <i>Metarhizium anisopliae</i>) | 50,00 \pm 0,13 a A | 0,00 \pm 0,00 b B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 5,00 \pm 0,11 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| T7 (Imidacloprido + <i>Beauveria bassiana</i>) | 40,00 \pm 0,18 a A | 5,00 \pm 0,11 b B | 0,00 \pm 0,00 ns B | 10,00 \pm 0,22 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns | 0,00 \pm 0,00 ns ns |
| CV (%) | | 8,37 | | | 14,28 | |

Os dados originais foram transformados por raiz de $x+1$.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparações não significativas seguem com as letras ns.

Fonte: Do autor (2018).

5 DISCUSSÃO

Somente os tratamentos contendo inseticida químico sintético, pulverizados de maneira isolada ou associado a agentes entomopatógenos, causaram mortalidade significativa de adultos de *E. heros*. *Beauveria bassiana* e *M. anisopliae* não causaram mortalidade significativa de *E. heros*.

A maior mortalidade de *E. heros* ocorreu no estrato superior das plantas de soja, assim como a maior deposição de gotas, o que justifica esse resultado devido a maior exposição do agente a *E. heros*.

De acordo com Antuniassi (2005), em uma pulverização de plantas de soja em estágio reprodutivo, o volume aplicado pode apresentar, no estrato superior, 10 vezes mais cobertura quando comparado aos estratos médio e inferior, atribuindo-se, principalmente, ao tamanho de gotas a ser utilizado para a qualidade da deposição de gotas. Ainda, segundo os autores, condições ambientais podem interferir na qualidade da deposição de gotas, como umidade relativa do ar, temperatura ambiente, velocidade do vento, chuva e orvalho, porém tais fatores não foram avaliados neste estudo.

A otimização de recursos e o sucesso de controle de *E. heros* em soja estão relacionados a uma série de fatores como a deposição de gotas e conseqüentemente a distribuição do agente de controle em diferentes partes da planta, o mecanismo de ação do agente de controle a ser utilizado, bem como a movimentação do inseto na planta e uma possível translocação do agente de controle nas plantas, quando utiliza-se produtos denominados como sistêmicos.

Conforme Norris (1974), a translocação dos inseticidas nas plantas ocorre através dos vasos condutores, podendo ser via xilema ou floema para o sentido ascendente, ou somente via floema para o sentido descendente. De acordo com Antunes-Kenyon e Kennedy (2001), a translocação é mensurada por meio do coeficiente de partição octanol/água (Kow), o qual expressa a sua polaridade, sendo que um composto considerado polar, tende a ser translocado a longas distâncias na planta, por meio do xilema, se o Kow for menor que 1 ($\log Kow < 0$). Porém, segundo Antuniassi (2005), de maneira geral, os inseticidas sistêmicos são transportados nas plantas apenas via xilema, no sentido ascendente ou acropetal.

O inseticida químico sintético lambda-cialotrina apresenta log Kow de 6,9, sendo considerado lipofílico (log Kow >4) e, apresenta baixa permeabilidade pela membrana plasmática, dificultando a translocação através do floema, assim como a baixa solubilidade em água dificulta sua movimentação via xilema, caracterizando como inseticida que age principalmente por contato (MILHOME et al., 2009). Já, o inseticida químico sintético imidacloprido apresenta log Kow de 0,57, e caracteriza-se como inseticida sistêmico, movimentando-se através dos vasos condutores de seiva das plantas (LOBAK et al., 2018).

Com relação ao tratamento contendo lambda-cialotrina, verificou-se que este causou mortalidade de *E. heros* apenas nos bioensaios de contato direto e contato tarsal. Importante destacar que no bioensaio de contato tarsal, lambda-cialotrina foi o único tratamento que causou mortalidade significativamente superior aos demais tratamentos e somente no estrato superior.

De acordo com Huth et al. (2012), em avaliação do efeito sistêmico de tiametoxan mais lambda-cialotrina, o mecanismo de ação de lambda-cialotrina (ação de contato) explicam os resultados de mortalidade de *E. heros* observados quando da exposição direta do inseticida ao percevejo, ocasionando maior velocidade de mortalidade quando comparados ao tratamento com exposição sistêmica.

Em estudos de laboratório, *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentaram patogenicidade sobre percevejos fitófagos, incluindo *E. heros*. Zambiazzi et al. (2011) avaliaram in vitro o efeito de *B. bassiana*, na concentração de 1×10^8 conídios mL⁻¹ sobre *E. heros* e verificaram eficiência de controle com 100% de mortalidade, em tempo médio de 3,25 dias. De acordo com o trabalho de Groth et al. (2017), em estudo realizado na cultura do trigo, isolados de *M. anisopliae* apresentaram patogenicidade, com percentual de mortalidade de 100% aos percevejos fitófagos *Nezara viridula* e *Dichelops melacantus* (Hemiptera: Pentatomidae), com respectivos tempos médios de mortalidade de 8 e 10 dias.

Embora estudos desenvolvidos em laboratório evidenciem patogenicidade de *M. anisopliae* e *B. bassiana* sobre percevejos pentatomídeos, em estudos de campo os resultados divergem. O presente trabalho foi desenvolvido utilizando-se isolados dos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana*, previamente estudados por Oliveira et al. (2016), com patogenicidade a ninfas de *E. heros* observada em laboratório, com percentuais de mortalidade de 66,66% e 71,66%, respectivamente causados por *M. anisopliae* e *B. bassiana*.

Resultado semelhante aos obtidos neste estudo foi observado por Sosa-Gomez (2006), na avaliação de entomopatógenos para o controle de pragas. Segundo o autor, isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae* que apresentaram infecção contra *E. heros* em ensaios de laboratório não foram eficientes para o controle do percevejo em casa de vegetação quando aplicados isoladamente. Porém, na mistura dos agentes entomopatógenos com inseticida químico foi verificada mortalidade, a qual foi atribuída ao efeito do inseticida.

Conforme Pissinati et al. (2009), fatores abióticos, como temperatura e umidade estão associados a ocorrência natural e desenvolvimento de fungos entomopatogênicos, sendo a temperatura o principal fator para a germinação dos conídios, crescimento vegetativo e esporulação. Ainda segundo os autores, a umidade relativa também apresenta importante papel ao inseto hospedeiro, podendo afetar a espessura da camada de cera, tornando-os mais ou menos resistentes a ação dos patógenos. Neste sentido, é possível inferir que, excetuando-se a patogenicidade de fungos, os diferentes resultados observados entre bioensaios de laboratório e bioensaios de campo, que utilizam agentes entomopatogênicos sobre *E. heros* como bioindicador, são devido aos fatores abióticos, os quais em laboratório podem ser controlados e a nível de campo não.

Os resultados de mortalidade de *E. heros* observados no bioensaio de ingestão evidenciam o efeito sistêmico do inseticida imidacloprido em plantas de soja, pois apenas os tratamentos contendo o inseticida, seja de forma isolada ou associada a agentes entomopatógenos, causaram mortalidade significativa em relação aos demais tratamentos.

Além do efeito sistêmico, ficou evidenciado a movimentação do inseticida nas plantas de soja apenas de maneira acropetal, ou seja, ascendente, pois a mortalidade observada no bioensaio de primeira safra ocorreu somente no estrato superior. Já para o bioensaio de segunda safra, verificou-se percentuais de mortalidade no estrato médio, com resultados inferiores ao estrato superior, e nenhum percentual de mortalidade no estrato inferior das plantas.

Em trabalho semelhante, Kuss (2015) avaliou o efeito sistêmico do inseticida neonicotinoide tiametoxam ($\log Kow -0,13$) sobre *E. heros*, em plantas de soja. Segundo os autores há o efeito sistêmico, com translocação acropetal, somente até o estágio R5.2, não havendo evidências de efeito sistêmico em estágio R6. No mesmo sentido, Basso et al. (2016), também em estudo da sistemicidade de inseticida

neonicotinoide tiametoxan em soja e seu efeito sobre *E. heros*, concluíram que nos estádios R2 e R5.2, as plantas apresentaram translocação acropetal do produto. Os autores ainda destacam efeito mais pronunciado no estágio R2, não havendo translocação suficiente do produto para o controle do percevejo-marrom em estágio R6.

Conforme Souza et al. (2013), no estágio R6 a massa de todas as estruturas vegetativas das plantas, a atividade metabólica e a demanda por água começam a diminuir. Tais características permitem inferir que essas mudanças fisiológicas nas plantas de soja podem ter contribuído para reduzir os efeitos sistêmicos do tiametoxan, nos estudos realizados com este inseticida.

Importante destacar que os bioensaios desenvolvidos neste estudo foram desenvolvidos nos estádios R3 e R5, estádios nos quais comumente são realizados o controle de *E. heros*, evidenciando-se também que a translocação do inseticida sistêmico ocorre somente via xilema, no sentido acropetal.

Considerando-se a translocação somente via xilema no sentido acropetal, bem como a deposição do agente no dossel superior, faz-se necessário estudos que visam o aprimoramento das tecnologias de aplicação e dos produtos utilizados. Faz-se necessário também, a conscientização de agricultores e extensionistas quanto as práticas de manejo do percevejo-marrom *E. heros* durante os estádios de desenvolvimento vegetativo, principalmente relacionadas ao MIP-Soja. Sabe-se do potencial biótico do percevejo-marrom *E. heros*, e sua capacidade de ressurgência, tornando pulverizações antecipadas uma estratégia equivocada de manejo, pois aumenta-se os custos de produção e traz riscos de perdas em produtividade pela falsa ideia de redução de populações.

O aprimoramento de pesquisas em controle biológico, voltadas à *E. heros* em soja, sobretudo por meio da utilização de agentes microbianos, certamente contribuirá para o desenvolvimento da cultura, uma vez que para a cultura da soja não há agentes microbianos registrado para essa finalidade.

Por fim, não obstante as observações supracitadas, a tecnologia a ser empregada nas pulverizações deve ser revista, pois, não somente para o manejo de *E. heros* em soja, mas também para o manejo de outras espécies de insetos-praga e complexo de doenças, a deposição de gotas nos terços inferiores e médios da cultura é peça fundamental para o sucesso do manejo das pragas e redução de custos de produção.

6 CONCLUSÃO

O inseticida químico sintético lambda-cialotrina causa mortalidade a *E. heros* por meio da ação de contato direto e contato tarsal, não causando mortalidade através da ingestão.

O inseticida químico sintético imidacloprido causa mortalidade de *E. heros* através da ação do contato direto e ingestão, aplicados isolados ou em associação com entomopatógenos, sendo o único a apresentar sistemicidade no sentido acropetal.

Os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae* não apresentam efeito inseticida sobre *E. heros* em condições de campo.

Os tratamentos que causaram mortalidade sobre *E. heros* demonstraram maiores percentuais no estrato superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift, Fast Track**, Piracicaba-SP, [s/v], [s/n], p.1-18, 2013

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

ANTUNIASSI, U. R. Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5, 2005, Salvador. **Anais eletrônicos...** Campina Grande Embrapa Algodão, 2005. Disponível em:
<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/354.pdf>
Acesso em: 25 jan. 2019

AVILA, 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. **Circular Técnica – Embrapa Agropecuária Oeste**, Dourados, v. 23, [s/n], p. 1-12, 2013

BASSO, C. J. et al. Neonicotinoid insecticide systemicity in soybean plants and its effect on brown stink bugs. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 46, n. 1, p. 96-101, 2016

BHERING, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017

BOWLING, C. C. The stylet sheath as an indicator of feeding activity by the southern green stink bug on soybeans. **Journal of Economic Entomology**, v. 73, p. 1-3, 1980

BUENO, A. F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BUENO, R. C. O. de F. Controle de pragas apenas com o MIP. **Revista a Granja**, v. 1, [s/n], p. 76-79, 2010

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. PIB do agronegócio brasileiro. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>> Acesso em: 15 jan. 2019

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Boletim da safra de Grãos**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em: 15 jan. 2019

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Resultados do Manejo Integrado de Pragas da Soja na safra 2013/2014 no Paraná. **EMBRAPA SOJA**, Londrina, v. 356, [s/n], p. 1-57, 2014

CONTE, O. et al. Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2017/18 no Paraná. **Documentos 402**. Embrapa Soja, Londrina/PR, 2018

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. In: **Amostragem de pragas da soja**. Londrina: Embrapa. v.1, p. 631-672, 2012

_____; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. Percevejos e a qualidade da semente de soja: série sementes. **Circular Técnica – EMBRAPA CNPSo**, Londrina/PR, v. 67, [s/n], p. 1-16, 2009

COSTA, M. L. M.; BORGES, M.; VILELA, E. F. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27(4): 559-568, 1998

COSTA-MOREIRA, H. J. da; ARAGÃO, F. D. **Manual de pragas da soja**. Campinas-SP, 2009. 74 p.

DEGRANDE, Paulo E.; VIVAN, Lucia M. Pragas da soja. In: **Tecnologia e Produção: soja e milho 2011/2012**. Dourados-MS. 2012, p.155-206, v.1.

DEPIERE, R. A. **Danos em sementes de soja *Glycine max* (L.) Merr. (Fabaceae), morfologia dos estiletos e enzimas salivares de pentatomídeos fitófagos**. 2010. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Notícias. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/noticias> > Acesso em: 10 jan. 2019.

_____. **Programa de calibração de pulverização – Gotas**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna/SP, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/1421/gotas---programa-de-calibracao-de-pulverizacao---gotas>> Acesso em: 25 ago. 2017

_____. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 145-167

_____. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 265 p

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002, 920 p.

GAZZONI, D. L. et al. **Manejo de pragas da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1981. 44 p.

GLOBO RURAL. **Três novas pragas agrícolas que você deve ficar de olho.** Revista Globo Rural On-line, 11 set. 2015. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2015/09/3-novas-pragas-agricolas-que-voce-deve-ficar-de-olho.html>> Acesso em: 20 jan. 2019.

GODOY, K. B.; ÁVILA, C. J.; MARQUES-ACRE, C. C. Controle Biológico de Percevejos Fitófagos da Soja na Região de Dourados, MS. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, **40**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 30 p., 2007

GRAZIA, J. et al. Estudo das ninfas de pentatomídeos (Heteroptera) que vivem sobre soja (*Glycine max* (L.) Merrill): I – *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 9, p. 39-51, 1980

GROTH et al. Patogenicidade de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) sobre *Nezara viridula* e *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do trigo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.84, 1-8, e0032016, 2017

HOFFMANN-CAMPO, Clara B. et al. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Circular técnica Embrapa Soja**. Londrina: Embrapa Soja, [s/v], n.30, p.1-70, 2000

HUTH, C. et al. Efeito sistêmico de inseticida (Tiametoxan + Lambda-Cialotrina) em plantas de soja. In: Congresso Brasileiro de Soja, 6, 2012. **Anais...** Cuiabá/MT, 2012

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Agricultura, Pecuária e Outros. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>> Acesso em: 10 jan. 2019

KUSS, C. C. **Base para o manejo de pragas de difícil controle em soja: eficiência de inseticidas para *Helicoverpa armigera* e efeito sistêmico de neonicotinoide sobre *Euschistus heros*.** 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015

LOBAK, T. et al. Ação sistêmica de imidacloprido + betaciflutrina aplicado em plantas de soja em diferentes estádios na mortalidade do percevejo-marrom. **Anais...VIII Congresso Brasileiro de Soja**, Goiânia/GO, p. 204-206, 2018

MILHOME, M. A. L. et al. **Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do baixo Jaguaribe, CE.** Artigo Técnico (Engenharia Sanitária Ambiental), v.14, n.3, 2009

MINER, F. D. Biology and control of stink bugs on soybeans. **Arkansas Agr. Exp. Sta. Bull.** 708, 40p., 1966

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA. **A cultura da soja**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>> Acesso em: 15 jan. 2019

_____. **Agrofit**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 10 fev. 2019

MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PARRA, J. R. P. O controle biológico das pragas da soja. **Revista Visão Agrícola**, [s/v], n 5, p. 89-92, Piracicaba/SP, 2006

MOSCARDI, F. et al. Artropodes que atacam as folhas da soja. **Documentos Embrapa Soja**, Londrina, [s/v], n.4, p. 2013-334, 2000

NORRIS, L. A. **Behavior of pesticides in plants**. Portland: USDA, 6p., 1974

OLIVEIRA, D. H. R. et al. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre *Euschistus heros* (Fabricius, 1789), (Hemiptera : Pentatomidae). In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia / IX Congresso Latino-Americano de Entomologia, **Anais...**, 2016, Maceió/AL, 2016

PANIZZI, A. R. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v.42, n.2, p.119-127, 2013

_____; MOURÃO, A. P. M. Mating, ovipositional rhythm and fecundity of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on privet, *Ligustrum lucidum* Thunb., and on soybean, *Glycine max* (L.) Merrill fruits. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 28(1): 35-40, 1999

_____; BUENO, A. de F.; SILVA, F. A. C. da. Pragas da soja: insetos que atacam vagens e grãos. **Documentos Embrapa Soja**, Londrina, [s/v], [s/n], p. 335-420, 2000

PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Editora Manole, São Paulo. 609p., 2002

PIONEER SEMENTES. **Soja 95R51**. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/soja/central-de-produtos/produtos/95r51>> Acesso em: 04 fev. 2019

PISSINATI, A. et al. Ocorrência do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. em população de *Aracanthus* sp. (Coleoptera: Curculionidae) em feijoeiro. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 4, p. 219-223, 2009

PROKOPY, Ronald J.; KOGAN, Marcos. Integrated pest management. In: RESH, Vicent H.; CARDÉ, Ring T. (Eds.). **Encyclopedia of insects**. New York: Academic Press, 2003, p.4-9.

SILVA, C. C. et al. *Euschistus heros* mass rearing technique for the multiplication of *Telenomus podisi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43(5): 575-580, 2008

SILVA, P. H. S.; SOBRINHO, C. A. Níveis de dano e de controle do percevejo-verde-da-soja *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) em feijão-caupi. **Revista Agro Ambiente**, v. 11, n. 4, p. 373-378, 2017

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F. J.; OLIVEIRA, H. N. de **Controle biológico de insetos-praga na soja**. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; GITTI, D. de C.; ROSCOE, R. (Ed.). Tecnologia e produção: Soja 2013/2014. Maracaju, MS: Fundação MS, 2014. p. 178-193

SINDICATO NACIONAL DA INDUSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL – SINDIVEG. Mercado de Defensivos em 2017. Disponível em: <<http://sindiveg.org.br/sobre-defensivos/>> Acesso em: 15 jan. 2019

SMANIOTTO, L. F.; PANIZZI, A. R. Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the neotropics. **Flórida Entomologist**, [s/v] n. 98, p. 7-17, 2015

SOSA-GOMEZ, D. R. Potencial do uso de entomopatógenos no controle de pragas da soja e seletividade de agrotóxicos para fungos entomopatogênicos. **Documentos 308**. Embrapa Soja, Londrina/PR, 2006

SOUZA, G. M. et al. Soybean under water deficit: physiological and yield responses. In: BOARD, J. E. (Ed.). **A comprehensive survey of international soybean research: genetics, physiology agronomy and nitrogen relationships**. Rijeka: InTech, 2013. p. 273-298

VIANA, R. G. et al. Deposição de gotas no dossel da soja por diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.16, n.4, p. 428-435, 2008

WILLIAMS, R. N. et al. **Principais pragas da soja no estado de São Paulo: reconhecimento, métodos de levantamento e melhor época de controle**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, CATI, 1973. p. 1-18

ZAMBIAZZI et al. Controle biológico in-vitro do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) com *Beauveria bassiana*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v. 5, n. 3, p. 43, 2011