

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Franciéle Dos Santos Soares

**MANEJO BIOLÓGICO E QUÍMICO NO CONTROLE DE PERCEVEJO-MARROM
DA SOJA**

Santa Maria, RS
2023

Franciéle Dos Santos Soares

**MANEJO BIOLÓGICO E QUÍMICO NO CONTROLE DE PERCEVEJO-MARROM
DA SOJA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes

Santa Maria, RS
2023

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Finance Code 001

Soares, Franciéle Dos Santos
MANEJO BIOLÓGICO E QUÍMICO NO CONTROLE DE PERCEVEJO
MARROM DA SOJA / Franciéle Dos Santos Soares.- 2023.
79 p.; 30 cm

Orientador: Jerson Carús Guedes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Agronomia, RS, 2023

1. Euschistus heros 2. Controle microbiológico 3.
Fungos entomopatogênicos 4. Modo de transferência e
entrada 5. Mortalidade I. Carús Guedes, Jerson II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, FRANCIÉLE DOS SANTOS SOARES, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Franciéle Dos Santos Soares

**MANEJO BIOLÓGICO E QUÍMICO NO CONTROLE DE PERCEVEJO-MARROM
DA SOJA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Aprovado em 10 de fevereiro de 2023:

**Jerson Vanderlei Carús Guedes, Dr.
(Presidente/Orientador)**

Emanuele Junges, Dra. (IFFAR)

Rodrigo Josemar Seminoti Jacques, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2023

DEDICATÓRIA

Aos meus familiares, dedico esse trabalho!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida, por me dar forças, esperança e vontade de prosseguir todos os dias.

A minha família pelo amor, por todo apoio, incentivo e compreensão pela minha ausência enquanto eu me dedicava a realização deste trabalho.

Ao professor e orientador Dr. Jerson Carús Guedes, pela confiança, pelos ensinamentos transmitidos e orientação.

A todos os colegas e amigos do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP-UFSM) pela amizade, convívio, colaboração e condução dos experimentos.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por possibilitar a realização deste trabalho. E de igual modo a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria pelos conhecimentos transmitidos.

A banca, composta pela Professora Dra. Emanuele Junges e pelo Professor Dr. Rodrigo Josemar Seminoti Jacques, por todas as considerações feitas e por engrandecer este trabalho.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

Muito obrigada!

*“Sonhem, ainda que o sonho pareça impossível;
Suportem a dor, ainda que esta pareça insuportável;
Lutem, ainda que o inimigo pareça invencível;
Corram para onde o bravo não ousa ir;
Transformem o mal em bem,
Ainda que seja necessário caminhar mil milhas;
Amem o puro e inocente,
Ainda que seja inexistente;
E no final alcançarão aquela estrela,
Embora esta pareça inalcançável.”*

-Miguel de Cervantes-

RESUMO

MANEJO BIOLÓGICO E QUÍMICO NO CONTROLE DE PERCEVEJO-MARROM DA SOJA

AUTORA: Franciéle Dos Santos Soares

ORIENTADOR: Jerson Carús Guedes

O percevejo-marrom *Euschistus heros* (F.) é, atualmente, a espécie mais importante dos hemípteros que ocorrem na soja, apresentando a maior dificuldade de controle por inseticidas químicos, em comparação com os demais percevejos. O presente trabalho apresenta dois capítulos que têm como objetivos analisar a eficácia de fungos entomopatogênicos, como ocorre a contaminação, quais são os modos de transferência e entrada, na mortalidade de *E. heros* e a integração de inseticidas microbiológicos e inseticidas químicos no controle de ninfas e adultos de *E. heros* na cultura da soja. O primeiro intitulado “Eficácia dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle de adultos de *Euschistus heros*, via aplicação de diferentes modos de transferência e entrada”, que avalia o efeito e a eficácia de fungos entomopatogênicos e inseticidas microbiológicos sobre adultos de *E. heros*. Foram conduzidos bioensaios em condições controladas, utilizando *B. bassiana* e *M. anisopliae*, por quatro possíveis vias: contato tópico, contato tarsal, ingestão e contato por imersão. O bioensaio foi conduzido sob regime de delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições e cinco insetos por repetição. Os resultados permitem concluir a maior eficácia de mortalidade e o menor tempo letal de Bometil® (*B. bassiana*, IBCB 66 - $4,3 \times 10^8$ conídios/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - $3,2 \times 10^8$ conídios/g) para ambos os modos de transferência e entrada. No segundo capítulo, intitulado “Integração de métodos químicos e biológicos no manejo de ninfas e adultos de *E. heros* objetivou-se quantificar a eficácia de inseticidas microbiológicos isolados e associados a inseticidas químicos aplicados na cultura da soja. No experimento 1 foram avaliados sete tratamentos, sendo três isolados de fungos entomopatogênicos (FEP), três produtos microbiológicos comerciais e uma testemunha. No experimento 2, os tratamentos foram constituídos por uma testemunha, três inseticidas químicos, três isolados de FEP, três produtos microbiológicos comerciais, em combinações entre os tratamentos químicos e microbiológicos, totalizando 16 tratamentos. Os resultados permitem concluir que a eficácia de isolados de fungos entomopatogênicos e inseticidas microbiológicos variou para ninfas entre 22% e 94%, e para adultos entre 16% e 75%, enquanto a eficácia da associação de inseticidas microbiológicos e químicos variou para ninfas entre 34% e 98%, e para adultos entre 22% e 98%. Conclui-se, que os fungos entomopatogênicos tanto isolados quanto associados com inseticidas químicos são eficientes para causar mortalidade de *Euschistus heros* em bioensaios laboratoriais e em condições de campo.

Palavras-chave: *Euschistus heros*. Controle microbiológico. Fungos entomopatogênicos.

ABSTRACT

BIOLOGICAL AND CHEMICAL MANAGEMENT IN THE CONTROL OF THE BROWN STINK BUG

AUTHOR: Franciéle Dos Santos Soares

ADVISOR: Jerson Carús Guedes

The brown stink bug *Euschistus heros* (F.) is currently the most important species of hemiptera that occurs in soybeans, presenting control difficulties by chemical insecticides, compared to the other stink bugs. The present work presents two chapters that aim to analyze the effectiveness of entomopathogenic fungi, how contamination occurs, what are the modes of transfer and entry, on the mortality of *E. heros* and the integration of microbiological insecticides and chemical insecticides in the control of nymphs and adults of *E. heros* in the soybean crop. The first entitled "Efficacy of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in the control of *E. heros* adults, via the application of different modes of transfer and entry", which evaluates the effect and effectiveness of entomopathogenic fungi and microbiological insecticides on adults of *E. heros*. Bioassays were conducted under controlled conditions, using *B. bassiana* and *M. anisopliae*, by four possible routes: topical contact, tarsal contact, ingestion and immersion contact. The bioassay was conducted under a completely randomized design regiment, with 10 replications and five insects per replication. The results allow us to conclude that Bometil® (*B. bassiana*, IBCB 66 - 4.3×10^8 conidia/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - 3.2×10^8 conidia/g) is more effective in terms of mortality and has a shorter lethal time for both transfer and input modes. In the second chapter, entitled "Integration of chemical and biological methods in the management of nymphs and adults of *E. heros*", the objective was to quantify the effectiveness of isolated microbiological insecticides and those associated with chemical insecticides applied to soybeans. In experiment 1, seven treatments were evaluated, three isolated from entomopathogenic fungi (EPF), three commercial microbiological products and one control. In experiment 2, the treatments consisted of a control, three chemical insecticides, three EPF isolates, three commercial microbiological products and combinations between chemical and microbiological treatments, totaling 16 treatments. The results allow us to conclude that the efficacy of isolates of entomopathogenic fungi and microbiological insecticides varied for nymphs between 22% and 94%, and for adults between 16% and 75%, while the efficacy of the the association of microbiological and chemical insecticides varied for nymphs between 34% and 98%, and from adults between 22% and 98%. It is concluded that the entomopathogenic fungi both isolated and associated with chemicals insecticides are efficient to cause mortality of *E. heros* in laboratory bioassays and under field conditions.

Keywords: *Euschistus heros*. Microbiological control. Entomopathogenic fungi.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
2.1	Descrição e biologia do percevejo-marrom (<i>Euschistus heros</i>)	13
2.2	Métodos de controle de <i>E. heros</i>	15
2.2.1	Controle químico	15
2.2.2	Controle biológico.....	17
2.2.2.1	Controle microbiológico - Fungos entomopatogênicos	17
2.3	Modo de transferência e entrada (MoTE).....	19
3	OBJETIVOS	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
5	CAPÍTULO 1 - Eficácia de fungos <i>B. bassiana</i> e <i>M. anisopliae</i> no controle de <i>E. heros</i>, via aplicação de diferentes modos de transferência e entrada	21
5.1	INTRODUÇÃO	23
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
5.3	RESULTADOS	29
5.4	DISCUSSÃO	34
5.5	CONCLUSÕES	37
5.6	REFERÊNCIAS.....	38
6	CAPÍTULO 2 - Integração de métodos químicos e biológicos no manejo de ninfas e adultos de <i>E. heros</i>	41
6.1	INTRODUÇÃO	43
6.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
6.3	RESULTADOS	49
6.4	DISCUSSÃO	63
6.5	CONCLUSÕES	66
6.6	REFERÊNCIAS.....	67
7	DISCUSSÃO GERAL	70
8	CONCLUSÕES	72
9	REFERÊNCIAS	74

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é considerada o principal produto agrícola do Brasil, desempenhando importante papel em âmbito nacional e nas exportações brasileiras. A produção atingiu a marca de 127 milhões de toneladas na safra 2021/2022, sendo 79,35 milhões de toneladas destinadas à exportação, tornando o país, pelo quarto ano consecutivo, o maior produtor mundial e maior exportador (USDA, 2022).

Em território nacional, a área semeada encontra-se em torno de 41,452 milhões de hectares, com produtividade média de 3.029 kg ha⁻¹, o que demonstra uma enorme importância desta cultura para o setor agrícola do país (CONAB, 2022). Já o estado do Rio Grande do Sul responde por 15,34 % da área total cultivada, com produtividade média de 1.433 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022).

Durante seu cultivo, algumas pragas como lagartas desfolhadoras e percevejos, afetam negativamente a produtividade de grãos, por meio de perdas e aumento nos custos de produção. Dentre os principais insetos-praga que ocasionam danos econômicos à cultura nos diferentes períodos do seu desenvolvimento, estão os percevejos fitófagos (Hemiptera: Pentatomidae), pertencentes a família Pentatomidae, que por se alimentarem diretamente das vagens, sugam grãos, reduzindo o seu rendimento e qualidade (BUENO et al., 2021; GUEDES et al., 2022). Estes alimentam-se sugando a seiva de diferentes estruturas da planta, por meio da inserção de seus estiletes em diferentes profundidades e injeção de saliva (PANIZZI et al., 2000; TESSMER et al., 2022). Contudo, sugam preferencialmente os legumes, atingindo de forma direta o produto a ser comercializado (CORRÊA-FERREIRA, 2005; SCOPEL et al., 2016).

Os danos causados por percevejos variam em função do nível populacional da praga e dos diferentes estágios de desenvolvimento da soja (CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002). Embora ocorram infestações de percevejos ainda na fase vegetativa e no florescimento, a maior densidade populacional e o maior risco de ataque encontram-se entre o início da formação dos legumes até a maturação dos grãos (BORTOLOTTO et al., 2015; ZAMBIAZZI et al., 2011). Os percevejos preferem locais mais amenos, nos períodos mais quentes do dia, permanecendo na parte mediana e baixa das plantas, dificultando sua visualização, tornando fundamental

a realização de monitoramento das lavouras (CORRÊA FERREIRA; SOSA-GÓMEZ, 2017).

O percevejo-marrom *Euschistus heros* (F.) é, atualmente, a espécie mais importante dos hemípteros que ocorrem na soja, com ampla distribuição no Brasil e países da América do Sul. Também apresenta o maior número de falhas e dificuldades de controle por inseticidas químicos, em comparação com os demais percevejos (PANIZZI, 2015; SOSA-GÓMEZ et al., 2009). Assim como, é o principal alvo das aplicações de inseticidas químicos para o controle de percevejos na cultura da soja (BORTOLOTTI et al., 2015; SOSA-GÓMEZ et al., 2009). Pode atingir densidades populacionais de 40 - 80 percevejos m⁻², ao final do ciclo da cultura (SOSA-GÓMEZ et al., 2020), criando uma situação favorável a superutilização do controle químico convencional a cada época de cultivo.

O manejo desta praga ainda está baseado majoritariamente no uso de inseticidas químicos, embora importantes para o seu controle, seu uso desmedido pode acarretar em resultados indesejados, como falhas de controle. Isso contribui para o aumento da população da praga, gerando seleção de populações menos suscetíveis e resistentes aos inseticidas utilizados, com destaque aos moduladores dos canais de sódio (IRAC MoA grupo 3A) (SOMAVILLA et al., 2020). Na busca por um sistema de Manejo Integrado de Pragas (MIP) e uma agricultura mais sustentável que englobe outras táticas, o uso de produtos alternativos vem sendo continuamente avaliado, como os bio defensivos agrícolas para controle biológico (MOSSA, 2016).

A adoção dessas táticas, em particular, o uso de bioinseticidas à base de fungos entomopatogênicos (FEP) *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, têm posição de destaque entre os chamados agentes de controle biológico. Para o controle do percevejo *E. heros*, existem diferentes produtos microbiológico, à base destes microrganismos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Brasileiro (AGROFIT, 2022).

Devido à importância de *E. heros* para a cultura da soja no Brasil, a fim de abordar lacunas do conhecimento sobre o seu manejo, foram realizados estudos de eficácia de inseticidas microbiológicos isolados e associados à inseticidas químicos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Descrição e biologia do percevejo-marrom (*Euschistus heros*)

Os percevejos fitófagos, em função do hábito alimentar, são o grupo de pragas que causam as maiores perdas de produtividade na cultura da soja na América do Sul (BUENO et al., 2015). O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (F.) é considerado a espécie mais abundante na soja e em outras culturas economicamente importantes no Brasil e a que apresenta dificuldades no manejo (CORRÊA-FERREIRA; ROGGIA, 2013; PANIZZI, 2015; PANIZZI, 2013).

Os adultos de *E. heros* caracterizam-se por apresentarem coloração marrom, medindo em média 11 mm de comprimento, com uma meia-lua branca no final do escutelo e dois espinhos laterais no protórax, enquanto as ninfas são marrons ou cinza, com bordos serrados (GALLO et al., 2002).

Em condições brasileiras *E. heros* produz quatro gerações por ano. Três gerações ocorrem na soja durante o verão, e após a colheita, completa a quarta geração em outras plantas hospedeiras, antes de iniciar sua oligopausa. Na entressafra aloja-se na palhada e restos de cultura existentes no solo onde permanece cerca de sete meses, de abril a outubro (CORRÊA FERREIRA; PANIZZI, 1999; PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

Para sobreviver ao período sem alimentação e de condições abióticas desfavoráveis o *E. heros* apresenta uma reserva de lipídeos, armazenados anteriormente (PANIZZI; VIVAN, 1997). Após a oligopausa o inseto possui baixa mobilidade, coloração marrom avermelhada e espinhos pronotais arredondados (CORRÊA-FERREIRA; ROGGIA, 2013). O período de oligopausa permite ao percevejo-marrom escapar do ataque de predadores e parasitoides, resultando em maior sobrevivência da espécie e favorecimento de sua abundância (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

A longevidade do adulto é de 116 dias em média, tendo potencial de viver por mais de 300 dias (CORRÊA FERREIRA; PANIZZI, 1999; PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012), e a fase ninfal tem duração aproximada de 33 dias (GUEDES et al., 2022). Na soja, *E. heros*, pode ocorrer durante todo o ciclo da cultura, destacando-se no estágio reprodutivo, desde o início da formação dos grãos nos legumes, até o final do enchimento de grãos quando a população aumenta de forma acelerada, causando os

danos mais severos (CORRÊA-FERREIRA, 2012; CORRÊA-FERREIRA; SOSA-GOMEZ, 2017). O ciclo de desenvolvimento do percevejo-marrom, *E. heros*, do ovo ao adulto, dura aproximadamente 40 dias (MOREIRA; ARAGÃO, 2009).

As posturas são realizadas, principalmente, nas folhas ou nos legumes da soja, depositadas em fileiras duplas ou triplas, normalmente com 15-20 ovos por massa de coloração amarela, apresentando mancha rósea subsequente ao período de eclosão das ninfas (DEGRANDE; VIVAN, 2012; GUEDES et al., 2022).

As ninfas recém-eclodidas medem aproximadamente 1,3 mm, com o corpo alaranjado e a cabeça preta. Apresentam hábito gregário, permanecendo sobre os ovos (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012), e causando danos aos grãos de soja somente partir do terceiro instar quando apresentam tamanho médio de 3,63 mm (CORRÊA FERREIRA, PANIZZI, 1999, TESSMER et al., 2022). As ninfas maiores exibem coloração variando de cinza ao marrom, e no decorrer de seu desenvolvimento, as ninfas passam por cinco estádios, até tornarem-se adultos (SOSA-GÓMEZ et al., 2012).

Durante o processo alimentar *E. heros* causa danos através da inserção de seu estilete em diferentes profundidades e injeção de saliva contendo enzimas digestivas responsáveis pela degradação dos tecidos da planta e seu escurecimento (TESSMER et al., 2022). Os danos causados diretamente nos grãos, desde o início da formação nos legumes, pode resultar em má formação e abscisão das mesmas e das sementes, formação de sementes enrugadas, chochas e escuras, atraso da maturação, redução do potencial de germinação e vigor de sementes (PANIZZI et al., 2012; SOSA-GÓMEZ et al., 2020; ZERBINO; PANIZZI, 2019). Sua importância como praga principal na cultura da soja é elevada, visto que adultos e ninfas sugam vagens e grãos causando a redução de até 30% na produção, enquanto as perdas no poder germinativo das sementes podem ultrapassar 50% (DEGRANDE; VIVAN, 2012).

Dada a problemática acerca do potencial de danos dos percevejos, o manejo dessas pragas requer inúmeras aplicações de inseticidas químicos, principalmente do grupo dos organofosforados e piretróides, de amplo espectro (ZERBINO; PANIZZI, 2019), o que, dentre outros fatores, favorece a seleção de populações resistentes e aumento de indivíduos nas áreas de cultivo (TUELHER et al., 2018).

2.2 Métodos de controle de *Euschistus heros*

2.2.1 Controle químico

Para reduzir os prejuízos causados pelo percevejo-marrom, o controle químico é a principal medida utilizada atualmente, sendo realizado inúmeras vezes, por meio de aplicações preventivas, errôneas e excessivas (BUENO et al., 2013; ROGGIA et al., 2018; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010). Uma vez que possui ocorrência amplamente distribuída e maior tolerância aos inseticidas químicos, quando comparados aos demais percevejos-praga da soja (PANIZZI, 2015; SOSA-GÓMEZ et al., 2009).

A ocorrência de densidades populacionais elevadas de percevejos em diversas culturas que compõe o sistema produtivo, a comprovação de populações resistentes a alguns inseticidas químicos, o limitado número de moléculas e ingredientes ativos disponíveis, e erros de manejo são alguns dos fatores que potencializam o ataque desses insetos e sua importância como praga, causando danos críticos aos grãos e sementes (BUENO et al., 2011; CORRÊA-FERREIRA et al., 2013, GUEDES et al., 2012). Além disso, a dificuldade de controle desta praga está relacionada a sua capacidade migratória em pequenas distâncias, alto potencial reprodutivo e elevada longevidade, o que possibilita sua sobrevivência durante o período de entressafra e sua capacidade de iniciar os danos na safra seguinte (GRIGOLLI; GRIGOLLI, 2018).

Durante todo o ciclo da cultura, para altas populações de *E. heros*, o controle químico tem sido ineficiente, além de gerar impactos ambientais, sendo a densidade populacional responsável por influenciar diretamente a eficiência de controle, tornando necessário o monitoramento adequado (BARCELOS et al., 2019). Ainda, em condições de campo, a falta de eficácia de controle das populações de *E. heros* pode estar atrelada a fatores climáticos, a tecnologia de aplicação, a cultura e a praga (GUEDES; PERINI, 2019).

No cenário atual, diferentes grupos químicos estão disponíveis no mercado, e fatores como o uso contínuo de mesmos ingredientes ativos, utilização de produtos com largo espectro de ação e erros na tecnologia de aplicação contribuem para o aumento da população de percevejos e para o surgimento de populações resistentes (RIBEIRO et al., 2016).

Para o controle de *E. heros*, em soja, estão disponíveis e recomendados 86 inseticidas pertencentes, majoritariamente, aos grupos químicos dos neonicotinóides,

piretróides e organofosforados, enquanto somente seis destes pertencem aos grupos químicos fenilpirazol, sulfoxaminas, metilcarbamato de oxima e metilcarbamato de benzofuranila (BRASIL, 2022).

O aumento da frequência de aplicações de inseticidas químicos e a ausência de novas moléculas de diferentes modos de ação, vem ocasionando, cada vez mais, a seleção de populações resistentes (CORRÊA-FERREIRA; KRZYZANOWSKI; MINAMI, 2009; SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012). Tais fatores, além de propiciarem a seleção de populações resistentes, dificultam o controle de *E. heros*, e consequentemente aumentam os custos de produção (SOSA-GÓMEZ et al., 2001; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010).

Somavilla et al. (2020) em estudo sobre a suscetibilidade de populações de *E. heros* aos principais inseticidas utilizados para seu controle, constataram baixa variação na suscetibilidade a acefato e tiametoxam. Por outro lado, as populações apresentaram maior variação na suscetibilidade à bifentrina e lambda-cialotrina, enquanto para as doses recomendadas para acefato, lambda-cialotrina + tiametoxam e bifentrina + acetamiprida, *E. heros* apresentou maior suscetibilidade. Atualmente, o percevejo-marrom apresenta menor suscetibilidade a inseticidas organofosforados, uma pequena redução de suscetibilidade aos piretróides e, em menor grau, aos neonicotinóides (SOSA-GÓMEZ et al., 2020).

Utilizando inseticidas dos grupos: piretróides, carbamatos e neonicotinóides, com moléculas isoladas e em misturas, para manejo de *E. heros* em soja, a mistura Zeta-Cipermetrina + Bifentrina apresentou melhor controle de ninfas e adultos que a mistura Bifentrina + Metilcarbamato de benzofuranila, quando aplicado isoladamente ou no tratamento Lambda-cialotrina + Tiametoxam (FERNANDES et al., 2021).

Conte et al. (2018), avaliaram 215 Unidades de Referência (URs) em Manejo Integrado de pragas (MIP) em lavouras comerciais de soja, de 93 municípios do Paraná. Quando o MIP foi adotado, realizaram-se, em média, 1,5 aplicações de inseticidas ao longo da safra, destes os percevejos foram responsáveis por 1,06 aplicações de inseticidas, sendo 1,00 aplicação para *E. heros*. Enquanto nas áreas não assistidas pelo MIP foram realizados em média 3,4 aplicações de inseticidas, com 81,7 % das aplicações destinadas ao controle do percevejo *E. heros*.

Entretanto, por meio da integração de diferentes métodos de controle de percevejos é possível manejar de forma eficiente essas pragas, com maior sustentabilidade ambiental e econômica levando sempre em consideração as técnicas

de monitoramento, os níveis de ação pré-estabelecidos e, principalmente, a utilização correta de produtos e doses recomendadas (CORRÊA-FERREIRA; SOSA-GOMEZ, 2017).

2.2.2 Controle biológico

O controle biológico de pragas, tanto natural quanto induzido, destaca-se como um importante componente do sistema de produção atual, por ser uma alternativa bastante eficiente e menos prejudicial, visando a preservação ambiental e a sustentabilidade do setor agrícola, através do uso de predadores, parasitoides e microrganismos, para o controle de insetos-praga. Esse método é considerado uma ferramenta complementar que dará sobrevida aos produtos químicos, buscando, sumariamente, a redução ou substituição da aplicação de inseticidas químicos. Contudo, a sua utilização demanda muito conhecimento e conscientização, pois trata-se da aplicação de organismos vivos para o manejo de insetos pragas (NAVA, 2007).

Na cultura da soja, a utilização do controle biológico destaca-se como uma importante ferramenta do MIP, tendo como base três grupos de agentes de controle: predadores, parasitoides e microrganismos entomopatogênicos. Estes podem ser bactérias, fungos e vírus, que causam a morte de insetos-praga, apresentando condições de controle, facilidade de multiplicação e aplicação em campo (PARRA et al., 2002; SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2014). O uso da associação de fungos entomopatogênicos juntamente com os demais métodos de controle já utilizados, pode ser encarado como uma opção viável dentro do manejo do percevejo *E. heros*.

2.2.2.1 Controle microbiológico - Fungos entomopatogênicos (FEP)

A utilização de fungos entomopatogênicos vem sendo avaliada no decorrer dos anos como importante ferramenta no manejo integrado de pragas, com diferentes gêneros e isolados testados para o controle de *E. heros* (DALLA NORA et al., 2020; RESQUÍN-ROMERO et al., 2020). Esses microrganismos destacam-se dos demais, pois apresentam capacidade de atuação e controle contra um amplo espectro de pragas à diferentes culturas de importância agrícola, infectando diretamente o hospedeiro pelo contato via tegumento (QU; WANG, 2018), em diferentes estágios de desenvolvimento.

Embora a utilização de FEP apresente vantagens frente ao uso de inseticidas químicos, uma vez que inclui o uso de organismos vivos sensíveis, seu uso agrícola em larga escala ainda enfrenta limitações, principalmente, devido à falta de estabilidade durante à exposição à luz ultravioleta e às altas temperaturas (ACHEAMPONG et al., 2020; FELIZATTI et al., 2021), afetando sua sobrevivência e a capacidade de causar mortalidade em insetos-praga (INGLIS et al., 2001). Fatores ambientais, sobretudo a temperatura, dificultam a atividade biológica dos fungos afetando a germinação, crescimento, sobrevivência, virulência e a interação entomopatógenos-hospedeiro (DIMBI et al., 2004; EKESI; MANIANIA; AMPONG-NYARKO, 1999; KIEWNICK, 2006). Em geral, temperaturas ótimas para o desenvolvimento desses microrganismos em campo variam entre 25 e 30°C (BUGEME et al., 2008).

Dentre os FEP disponíveis no Brasil, as espécies mais utilizadas como agente de controle microbiológico de pragas são *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, em função do alto grau de patogenicidade contra insetos-praga, facilidade de produção em massa e formulação (ALVES, 1998; POTRICH et al., 2022).

Em experimento avaliando a eficiência do fungo *B. bassiana*, in vitro, no controle de *E. heros*, Zambiazzi et al. (2011) verificaram mortalidade nos percevejos de até 100% quando usada concentração 1×10^8 conídios mL⁻¹. Já Oliveira et al. (2016), analisaram a patogenicidade de *M. anisopliae* e *B. bassiana* sobre ninfas de *E. heros*, em laboratório, e concluíram que ambos os fungos são patogênicos as mesmas, com mortalidade de 66,66% para *M. anisopliae* e 71,66% para *B. bassiana*. Em estudo semelhante, Dalla Nora et al. (2020) avaliaram a virulência e eficácia de diferentes concentrações de conídios de FEP, no qual três isolados de *B. bassiana* causaram 100% de mortalidade em *E. heros*, em um período de observação de 15 dias.

Em condições controladas, a aplicação dos FEP resulta em elevada mortalidade para a maioria dos insetos alvos (ORTIZ-URQUIZA et al., 2015). Por outro lado, quando realizadas aplicações em campo, os fatores ambientais podem influenciar o desempenho dos mesmos, sendo a radiação ultravioleta, a umidade e a variação de temperatura, os principais fatores abióticos limitantes para a sobrevivência, germinação de conídios e esporulação dos fungos (FERNANDES et

al., 2007; RANGEL et al., 2012; VEGA et al., 2012). Bioensaios realizados em laboratório para comparar a virulência entre isolados fúngicos são conduzidos com umidade, temperatura e fotoperíodo dentro dos parâmetros ideais, enquanto as condições ambientais encontradas a campo são muito desiguais (BUTT; GOETTEL, 2000).

Considerando a importância de *E. heros* na soja, o uso intensivo de controle químico, a progressão de seleção de insetos resistentes e a potencialidade dos FEP, é proposto a sua avaliação tanto isolada quanto associada a inseticidas sintéticos, visando a redução do impacto causado pela praga na produção de grãos e sementes de soja e conseqüentemente uma agricultura mais sustentável.

2.3 Modo de transferência e entrada (MoTE)*

Visando a maximização de eficiência de fungos entomopatogênicos (FEP) é indispensável compreender o seu modo de transferência e entrada nos insetos.

O ciclo de infecção dos insetos, por FEP, inicia a partir do contato do propágulo do fungo com o hospedeiro (ALVES, 1998; CASTRILLO; ROBERTS; VANDENBERG, 2005), podendo ocorrer tanto pelo contato direto dos conídios quanto pelo contato com as partes da planta pulverizadas (JARONSKI, 2010). Diferentes dos demais microrganismos, a infecção do hospedeiro por FEP ocorre através do contato via tegumento (QU; WANG, 2018).

Em uma reação compatível, inicialmente os FEP aderem seus conídios na cutícula dos hospedeiros (VEGA et al., 2012), os conídios germinam e formam apressórios (WANG e WANG, 2017). Logo após, ocorre a penetração, no qual degradam parte da cutícula devido a uma ação mecânica e enzimática (ALVES, 1998).

Contudo, segundo o autor Charnley (1989), a infecção pode também ocorrer pela cutícula do aparelho bucal, dobras intersegmentares e espiráculos, regiões onde a umidade pode ser maior do que em outras partes da cutícula. Como visto por Balabanidou et al. (2019), outra forma viável de infecção seria por meio dos tarsos

*MOTE (modo de transferência e entrada) foi uma forma objetiva de chamar os processos de adesão, germinação, penetração (QU; WANG, 2018), que permite a sua comparação com a ação de inseticidas químicos ou com misturas de biológicos e químicos.

dos insetos, devido a exposição de aberturas entre os segmentos tarsais durante o caminhar, desempenhando um papel importante no MoTE.

Em função da mobilidade dos percevejos no dossel das plantas favorecer a contaminação e das vias de infecção de FEP, diferentes MoTE devem ser estudados e levados em consideração para garantir a eficiência de FEP.

3 OBJETIVOS

Avaliar o efeito de inseticidas microbiológicos (formulados comerciais e isolados de fungos entomopatogênicos) no controle de *Euschistus heros*.

Avaliar as vias de contaminação mais efetivas no controle de *E. heros* para inseticidas microbiológicos a base de fungos entomopatogênicos.

Avaliar a eficácia da integração de inseticidas microbiológicos e inseticidas químicos no controle de ninfas e adultos de *E. heros* na cultura da soja.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos para avaliar a eficácia de inseticidas microbiológicos (formulados comerciais e isolados de fungos entomopatogênicos) no controle de *E. heros* por diferentes vias de contaminação foram realizados no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), prédio 44G do campus sede da UFSM. As demais informações sobre o material e métodos estão no **Capítulo 1**.

Os experimentos de eficácia de inseticidas microbiológicos isolados e associados a inseticidas químicos em cultivos de soja no controle ninfas e adultos do percevejo *E. heros* em campo, foram realizados na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. As demais informações sobre o material e métodos dos experimentos estão no **Capítulo 2**.

5 CAPÍTULO 1 - Eficácia de fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle de *Euschistus heros* aplicados por diferentes modos de transferência e entrada.

RESUMO

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798), é a espécie-praga mais relevante na cultura da soja, amplamente distribuída nos diversos locais produtores, demandando maior esforço e custo de controle. No presente estudo foi avaliada, a eficácia de inseticidas microbiológicos formulados comerciais e isolados de fungos entomopatogênicos no controle de *E. heros*, por diferentes modos de transferência e entrada, em bioensaios laboratoriais. Os bioensaios foram conduzidos com insetos *E. heros*, de até 72 horas de vida, inoculados com três isolados de fungos entomopatogênicos, três produtos comerciais e uma testemunha, composta por água destilada, em quatro possíveis modos de transferência e entrada, sendo eles: contato tópico, contato tarsal, contato por imersão e ingestão. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições e cinco insetos por repetição. Utilizando o modo de transferência e entrada via imersão, o inseticida microbiológico Bometil® (*B. bassiana*, IBCB 66 - $4,3 \times 10^8$ conídios/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - $3,2 \times 10^8$ conídios/g) controla *E. heros* com eficácia. Para as vias contato tópico e tarsal os maiores níveis de mortalidade foram obtidos pelos inseticidas microbiológicos Bometil® e Meta Turbo SC® (*M. anisopliae*, IBCB 425 - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL), e pelo fungo entomopatogênico UFSM 1 (*B. bassiana* - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL). Enquanto para o contato via aparelho bucal o mais patogênico foi Bometil®. Já o tempo letal para causar a mortalidade em 50% da população de adultos de *E. heros*, no MoTE via imersão, foi menor utilizando o tratamento Bometil®. Para TL₅₀ por contato tópico e tarsal os tratamentos Bometil®, UFSM 1, e Meta Turbo SC® atingiram os menores números de dias.

Palavras-chaves: Percevejo-marrom. Fungos entomopatogênicos. Mortalidade. Tempo letal.

Efficacy of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* fungi in the control of *Euschistus heros* applied by different modes of transfer and entry.

ABSTRACT

The brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798), is the most relevant pest species in the soybean crop, widely distributed in the various production sites, demanding greater effort and cost to control. In the present study, the efficacy of commercially formulated microbiological insecticides and isolates of entomopathogenic fungi in the control of *E. heros* was evaluated, by different modes of transfer and entry in laboratory bioassays. The bioassays were conducted with *E. heros* insects, with up to 72 hours of adult phase, inoculated with three isolates of entomopathogenic fungi, three commercial products and a control, composed of distilled water, in four possible ways of transference and entry, being them: topical contact, tarsal contact, contact by immersion and ingestion. A completely randomized design was used, with 10 replications and five insects per replication. Using the submersible transfer and entry mode, the microbiological insecticide Bometil® (*B. bassiana*, IBCB 66 - 4.3×10^8 conidia/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - 3.2×10^8 conidia/g) control *E. heros* effectively. For the topical and tarsal contact routes, the highest levels of mortality were obtained by the microbiological insecticides Bometil® and Meta Turbo SC® (*M. anisopliae*, IBCB 425 - 1.0×10^8 conidia/mL), and by the entomopathogenic fungus UFSM 1 (*B. bassiana* - 1.0×10^8 conidia/mL). While for contact via the mouthparts, the most pathogenic was Bometil®. The lethal time to cause mortality in 50% of the adult population of *E. heros*, in the MoTE via immersion, was shorter using the Bometil® treatment. For TL50 by topical and tarsal contact, Bometil®, UFSM 1, and Meta Turbo SC® treatments achieved the lowest number of days.

Keywords: Brown stink bug. Entomopathogenic fungi. Mortality. Lethal time.

5.1 INTRODUÇÃO

O percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798), é uma importante praga de diversas plantas cultivadas (SMANIOTTO; PANIZZI, 2015). Atualmente, é a espécie-praga mais relevante na cultura da soja, *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae), amplamente distribuída nos diversos locais produtores (GUEDES et al., 2016; SOSA-GÓMEZ et al., 2020), demandando maior esforço e custo de controle (GUEDES et al., 2022).

Em decorrência dos danos, à medida que a colonização da soja por esse percevejo se expandiu ao longo dos anos, o controle químico tornou-se a estratégia mais usual, feito por meio de aplicações preventivas com inseticidas sintéticos (BUENO et al., 2013; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010). Sendo o controle químico a medida mais utilizada pelos agricultores, o manejo de *E. heros* está baseado no uso de inseticidas de amplo espectro, pertencentes majoritariamente aos grupos dos neonicotinoides, organofosforados e piretróides (MARQUES et al., 2019; TUELHER et al., 2018), sem considerar o nível de dano econômico, desencadeando falhas de controle, rápidas reinfestações (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012) e impactos ambientais.

Entre outros efeitos negativos, o uso abundante e prevalente de inseticidas químicos, juntamente com a ausência de novas moléculas, favorece a seleção de populações resistentes, estimulando aumentos de surtos de percevejo-marrom em diversas regiões produtoras, tornando seu controle ainda mais complexo (PAZINI et al., 2019; SOSA-GÓMEZ; OMOTO, 2012; TUELHER et al., 2018) e dependente do emprego de diferentes alternativas para o manejo. Os efeitos adversos causados pelo uso excessivo de inseticidas sintéticos têm impulsionado uma demanda crescente por alternativas mais seguras. A sustentabilidade da soja, assim como de outras culturas afetadas pela praga, torna-se cada vez mais dependente do desenvolvimento de estratégias do manejo integrado de pragas (MIP), incluindo o controle biológico e o uso de inseticidas mais seletivos (STECCA et al., 2018).

Dentre os agentes de controle biológico comumente utilizados, os fungos entomopatogênicos (FEP) presentemente ocupam diversos nichos de mercado, sendo relatados como os mais utilizados, fazendo parte da maioria dos bioinseticidas comercializados no Brasil e no mundo (LANCEY et al., 2015; MASCARIN et al., 2018).

No MIP, dentre os FEP estudados, *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, em muitos casos, são considerados patogênicos visto a capacidade de causar epizootias em *E. heros* (ZAMBIAZZI et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2016; DALLA NORA et al., 2020).

Entretanto, assim como os inseticidas químicos, a eficácia dos bioinseticidas é dependente principalmente dos modos de transferência e entrada (MoTE) dos fungos entomopatogênicos para o inseto. E diferentemente do que ocorre com bactérias e vírus entomopatogênicos, os fungos são patógenos de contato, com capacidade de infectar o hospedeiro através do tegumento (JARONSKY, 2010; MASCARIN; JARONSKY, 2016).

Por fim, considerando a carência de informações sobre o controle microbiológico do *E. heros*, o objetivo desta pesquisa foi conhecer a eficácia de inseticidas microbiológicos (formulados comerciais e isolados de fungos entomopatogênicos) no controle de *E. heros* por diferentes vias de contaminação em bioensaios laboratoriais.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Criação de *Euschistus heros*

A criação massal de *E. heros* foi mantida no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Universidade Federal de Santa Maria, com ovos provenientes da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Os percevejos foram mantidos em ambiente climatizado, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 14h de fotofase e $60 \pm 20\%$ de umidade, e alimentados com vagens frescas de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) e grãos de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) que eram trocados a cada três dias.

Os percevejos adultos foram criados em caixas plásticas de 11L com tampa e lateral modificada com aberturas recobertas por uma tela de tecido do tipo voil, possibilitando a oxigenação do ambiente e evitando possíveis fugas. Nas laterais foram fixadas tiras de tecido de algodão cru, que serviram como local de oviposição, logo após os ovos serem retirados do algodão, foram colocados em caixas plásticas do tipo gerbox (11 x 11 x 3,5 cm). Na fase de ninfa, do segundo ao quinto instar, os insetos foram transferidos para caixas plásticas de 5L a 8L, até os insetos atingirem o

estágio adulto, para utilização nos experimentos. Em todas as fases de desenvolvimento dos percevejos, os recipientes utilizados para a criação foram mantidos revestidos com papel toalha e contendo alimentação.

Eficácia de fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* no controle do percevejo *E. heros* em condições de laboratório via aplicação de diferentes modos de transferência e Entrada (MoTE) dos bioinseticidas para *E. heros*

Os bioensaios foram conduzidos com *E. heros* de até 72 horas em fase adulta, inoculados com os seguintes tratamentos: três isolados de fungos entomopatogênicos (FEP), três produtos comerciais e uma testemunha, composta por água destilada (Tabela 1), em delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições e cinco insetos por repetição.

Tabela 1 – Tratamentos para avaliar a eficácia de fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle de *Euschistus heros* e as vias de transferência de inseticidas na mortalidade.

Tratamentos	Composição	Concentração
Testemunha	Água destilada	-
Mesopel Mix SC®	<i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66 + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	1,9 x 10 ⁵ Conídios/mL + 1,7 x 10 ⁵ Conídios/mL
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66	1,9 x 10 ⁵ Conídios/mL
<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	1,7 x 10 ⁵ Conídios/mL
Bometil®	<i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66 + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	4,3 x 10 ⁸ Conídios/g + 3,2 x 10 ⁸ Conídios/g
Meta Turbo SC®	<i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	1,0 x 10 ⁸ Conídios/mL
UFSM 1	<i>Beauveria bassiana</i>	-

Fonte: A autora.

O fungo UFSM 1 (*B. bassiana*) foi isolado previamente por Dalla Nora et al. (2020). Amostras liofilizadas mantidas a 4 °C foram plaqueadas em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) e posteriormente incubadas a 26 ± 2 °C, fotofase de 12h, até a esporulação (12-15 dias). Os demais fungos entomopatogênicos, *B. bassiana* e *M. anisopliae*, utilizados pertencem à coleção de FEP do LabMIP.

A multiplicação dos isolados de FEP ocorreu em placas de Petri (90 mm) contendo meio de cultura BDA, mantidas em câmara tipo BOD (temp. de 26 ± 2 °C e fotofase de 12h) por 14 dias, até o completo desenvolvimento e esporulação.

Para a obtenção de conídios, as placas receberam 10mL de uma solução salina de NaCl a 0,85% (p/v) com Tween® 80 (0,1% v/v), seguido da raspagem superficial do meio de cultura com bastão de vidro esterilizado. A suspensão de conídios foi transferida para tubos estéreis e a concentração da solução foi determinada com auxílio de câmara de Neubauer e microscópio óptico. O volume da suspensão de conídios aplicada foi determinado de acordo com a recomendação de campo para inseticidas microbiológicos registrados para *E. heros* (200 L ha⁻¹). As respectivas doses utilizadas foram diluídas em um volume de 500 mL de água destilada, em copo béquer de 1 L. Cada suspensão foi preparada de maneira independente, para evitar contaminação.

Aplicação de diferentes modos de transferência e entrada (MoTE) de FEP e inseticidas microbiológicos para *E. heros*.

Visando determinar os modos de transferência e entrada (MoTE) ou contaminação dos percevejos pelos inseticidas microbiológicos e FEP foram testadas quatro possíveis vias, sendo eles: contato tópico, contato tarsal, ingestão e contato por imersão.

Modo contato tópico

O bioensaio visando avaliar a contaminação e a mortalidade de adultos de *E. heros* via contato tópico foi baseado no teste nº 029 do Comitê Brasileiro de Ação à Resistência de Inseticidas (IRAC) (IRAC, 2022), que consiste na aplicação de 2 µl, utilizando uma micropipeta, de suspensão de conídios/inseticidas microbiológicos no dorso (entre o pronoto e o escutelo) do inseto. Após as aplicações os insetos foram

aconicionados em placas de Petri (100 x 15 mm), com papel filtro umedecido no fundo com 1 ml de água destilada autoclavada e alimentados com vagens de feijão desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 1% (v/v) e lavadas três vezes em água destilada.

Modo contato tarsal

A contaminação e a mortalidade de adultos de *E. heros* via contato tarsal, por caminhamento, foi adaptada do teste nº 030 (IRAC, 2022). Um volume de 1000 µl de suspensão de conídios/inseticidas microbiológicos foi aplicado e distribuído sobre toda a superfície interna de uma placa de Petri (100 x 15 mm), mantidas semiabertas no interior de uma câmara de fluxo laminar, por cerca de 30 minutos para secagem completa. Após a secagem, os percevejos foram adicionados às placas de Petri. Os insetos foram alimentados com vagens de feijão, desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 1% (v/v) e lavadas três vezes em água destilada e adicionado um tubo tipo Eppendorf (1 mL) com água destilada e algodão na extremidade, para manter a umidade dentro da placa.

Modo ingestão

A contaminação e a mortalidade de adultos de *E. heros* via contato do aparelho bucal foi adaptado de PAPA et al. (2015) e do método do teste nº 028 (IRAC, 2022). Foram utilizadas vagens de feijão (*P. vulgaris* L.) cortadas com 5 cm de comprimento, submersas por 30 segundos em suspensão de conídios/inseticidas microbiológicos, e deixadas para secar por aproximadamente 20 min à temperatura de 25°C. Seis pedaços de vagens foram disponibilizados para os percevejos em caixas de plástico Gerbox com uma tela de aço separando os percevejos das vagens, para que os insetos tocassem as vagens apenas com o aparelho bucal (estilete), sem tocar os tarsos, ou outra forma de contato. Após as aplicações os insetos foram acondicionados em caixa de plástico Gerbox, com papel filtro umedecido no fundo com 1 ml de água destilada.

Modo superfície do corpo

Os insetos foram imersos em 500 mL da suspensão de conídios/inseticidas microbiológicos, seguindo as recomendações do produto, por 30 segundos. Após as aplicações, os percevejos foram transferidos e acondicionados em placas de Petri, com papel filtro umedecido no fundo e alimentados com vagens de feijão, desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 1% (v/v) e lavados três vezes em água destilada.

Condução e avaliação do experimento

Após aplicação dos Modos de Transferência e Entrada de FEP e inseticidas microbiológicos via contato tópico, via tarsal, via ingestão e via imersão, as placas de Petri e gerbox com os insetos foram imediatamente acondicionados em câmaras BODs (temperatura a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 14h de fotofase e $60 \pm 25\%$ de umidade) e diariamente foi controlada a umidade dos papéis filtros, adicionando-se água destilada. As avaliações foram realizadas diariamente, durante 15 dias, com a visualização da mortalidade dos insetos (mortalidade total – MT).

Os insetos mortos foram lavados em solução de hipoclorito de sódio 1% (v/v), colocados em placas de Petri com papel filtro umedecido no fundo e acondicionados em câmara BOD com mesmas condições já descritas acima, por 15 dias, visando a confirmação de que a mortalidade foi ocasionada pela infecção do fungo (Mortalidade confirmada – MC), através do desenvolvimento de estruturas como hifas e conídios. Os experimentos em que o tratamento testemunha atingiu 20% de mortalidade foram cancelados e refeitos.

Análise estatística

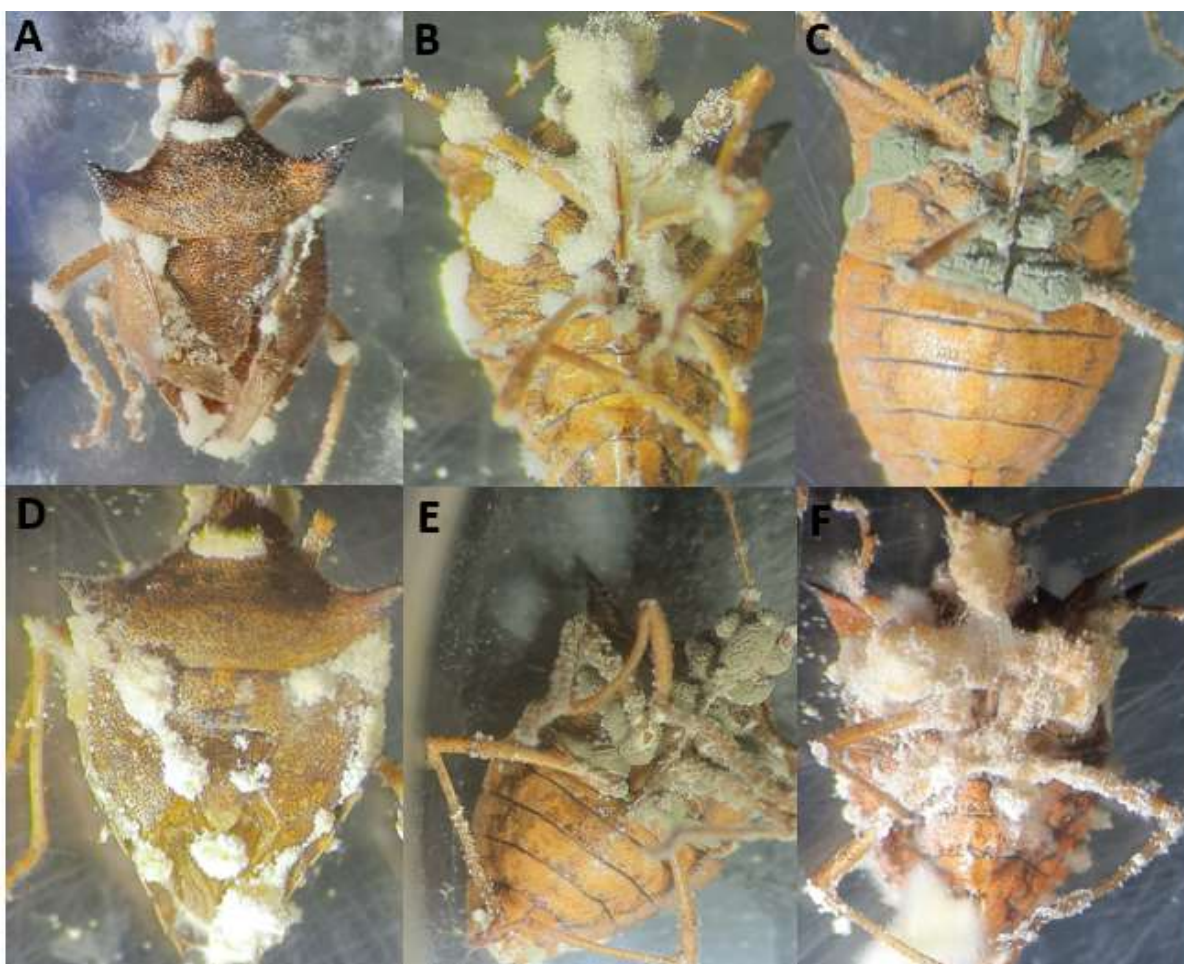
Os dados de mortalidade de percevejos foram corrigidos, em relação à testemunha, pela fórmula de Abbott (1925). Após a correção, os dados de mortalidade foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade. As diferenças estatísticas foram determinadas via análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5 % de significância. Para estimar o tempo letal médio (tempo para causar mortalidade de 50% da população - TL_{50}) foi realizada a análise de Probit, para cada tratamento e cada modo de transferência de inseticidas microbiológicos.

5.3 RESULTADOS

Todos os tratamentos testados foram infectivos, em diferentes níveis, com mortalidade confirmada pela ação de fungos entomopatogênicos (FEP). Para a comprovação da mortalidade, os percevejos mortos contendo estruturas fúngicas na superfície dos insetos (Figura 1), foram submetidos a análise morfológica em microscópio óptico.

Os dados de número médio de insetos submetidos à análise de variância e ao teste Scott-Knott, indicaram que houve diferença tanto entre os tratamentos quanto entre MoTE (Tabela 2).

Figura 1 – Adultos de *Euschistus heros* infectados por fungos entomopatogênicos e inseticidas microbiológicos comerciais, aplicados via imersão. A – Mesopel Mix SC[®]. B – Isolado *Beauveria bassiana*. C – Isolado *Metarhizium anisopliae*. D – Bometil[®]. E – Meta Turbo SC[®]. F – Isolado UFSM1



Fonte: A autora.

Tabela 2 - Número médio de insetos mortos (N) e mortalidade corrigida (MC%) de adultos de *Euschistus heros* 15 dias após a inoculação com fungos entomopatogênicos e inseticidas microbiológicos comerciais, avaliando diferentes modos de transferência e entrada de inseticidas (MoTE), aplicação via contato tópico, via tarsal, via superfície do corpo (imersão) e via ingestão.

Tratamentos	Contato Tópico		Contato Tarsal		Imersão		Ingestão	
	N	MC%	N	MC%	N	MC%	N	MC%
Testemunha	0,9 c	-	0,7 d	-	0,9 d	-	0,8 c	-
Mesopel Mix SC®	3,3 Bb	58,53	2,8 Bb	48,83	4,1 Ab	78,04	3,0 Ba	52,38
<i>Beauveria bassiana</i>	3,2 ^{NS} b	56,09	3,0 b	53,48	3,4 c	60,97	3,1 a	54,76
<i>Metarhizium anisopliae</i>	2,8 Ab	46,34	1,6 Bb	20,93	3,3 Ac	58,53	1,8 Bb	23,80
Bometil®	4,7 Aa	92,68	3,9 Ba	74,41	5,0 Aa	100,00	3,5 Ba	64,28
Meta Turbo SC®	4,2 Aa	80,48	3,6 Ba	67,44	4,0 Ab	75,60	3,3 Ba	59,52
UFSM 1	4,3 Aa	82,92	3,4 Ba	62,79	4,4 Ab	85,36	3,3 Ba	59,52

^{NS} Não Significativo ($P>0,05$). Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha (modos de transferência de inseticidas) e minúsculas na coluna entre diferentes fungos entomopatogênicos e inseticidas microbiológicos) não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Com relação aos parâmetros estudados, foi possível verificar que para os diferentes inseticidas microbiológicos com diferentes MoTE, ocorreu patogenicidade e potencial de controle de *E. heros*. No entanto, foram observadas diferenças na mortalidade causada pelos tratamentos, quando relacionadas com o MoTE, exceto para o inseticida microbiológico Bometil® que apresentou resultados em comum, sobressaindo-se aos demais (Tabela 2).

Para os adultos de *E. heros*, a mortalidade acumulada, aos 15 DAA, variou de 20,93 a 100%, para os diferentes tratamentos e MoTE, respectivamente identificados como *Metarhizium anisopliae* via contato tarsal e Bometil® via imersão (Tabela 2). Dos diferentes tratamentos testados, independente dos MoTE, apenas um apresentou

percentuais de eficiência iguais ou superiores a 90%, dois apontaram índices de eficiência iguais ou superiores a 80 e inferiores a 90%.

Considerando-se apenas a ação dos diferentes MoTE de FEP e inseticidas microbiológicos para *E. heros*, é possível observar diferenças evidentes de mortalidade de insetos (Tabela 2). Nota-se que, de forma conjunta o contato tópico e imersão apresentaram mortalidades de adultos de *E. heros* acima do nível de 80%, 15 dias após a aplicação dos tratamentos. No MoTE via contato tópico a mortalidade de todos os tratamentos apresentou diferenças significativas ($P < 0,00001$) em relação à testemunha e diferenciaram-se entre si, variando entre 58,53% e 92,68%. Os tratamentos utilizando Bometil[®], Meta Turbo SC[®] e UFSM 1 expressaram as maiores porcentagens de mortalidade (> 80%) diferindo dos demais. Por outro lado, Mesopel Mix SC[®], *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentaram mortalidades de 58,53%, 56,09% e 46,34%, respectivamente para o contato tópico (Tabela 2).

Em relação ao MoTE via contato tarsal, por caminhamento, a utilização dos diferentes tratamentos evidenciou diferença estatística significativa ($P < 0,00001$). Os tratamentos Bometil[®], Meta Turbo SC[®] e UFSM 1 transferidos via contato tarsal ocasionaram mortalidade de 74,41%, 67,44% e 62,79, respectivamente. Já os tratamentos Mesopel Mix SC[®], *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentaram as menores mortalidades.

A mortalidade de *E. heros* via imersão, diferiu significativamente ($P < 0,00001$) entre os tratamentos, possibilitando observar que, aos 15 DAA, Bometil[®] ocasionou a maior porcentagem de mortalidade (100%), seguido de UFSM 1 (85,36%), Meta Turbo SC[®] (85,36%), Mesopel Mix SC[®] (78,04%), *B. bassiana* (60,97%) e *M. anisopliae* (58,63%) (Tabela 2). A mortalidade acumulada corrigida do MoTE via ingestão (aparelho bucal) de *E. heros* diferiu estatisticamente ($P < 0,00001$). Sendo o *M. anisopliae* (IBCB 425 - $1,7 \times 10^5$ conídios/mL) o menos patogênico.

De acordo com a análise de número médio e mortalidade de insetos, nota-se que os melhores tratamentos, independente dos diferentes MoTE de FEP e inseticidas microbiológicos, correspondem a utilização de Bometil[®], UFSM 1 e Meta Turbo SC[®].

A análise de Probit foi utilizada para estabelecer o tempo letal para matar 50% da população de *E. heros* (TL₅₀), aos 15 dias após a aplicação dos três isolados de FEP e três produtos comerciais, nos diferentes MoTE, houve variação tanto entre os tratamentos quanto entre os modos de transferência e entrada (MoTE) de FEP e inseticidas microbiológicos. De forma geral, os tempos letais para causar a

mortalidade de 50% da população de adultos utilizando o tratamento Bometil®, foram menores do que os demais tratamentos (Tabela 3).

Diferenças na patogenicidade entre os tratamentos aplicados por contato tópico e tarsal, tornaram-se evidentes para TL₅₀, ocorrendo, em ambos, mortalidade mais rapidamente nos tratamentos utilizando Bometil®, UFSM 1 e Meta Turbo SC®. Entretanto, o MoTE por meio de contato tarsal, por caminhar, demandou maior número de dias para atingir TL₅₀ (Tabela 3). Utilizando o MoTE imersão o tratamento Bometil® foi o mais patogênico, contudo Mesopel Mix SC®, Meta Turbo SC® e UFSM 1 apresentaram valores de TL₅₀ próximos ao Bometil®, indicando que são patogênicos e letais para *E. heros*. O FEP *Metarhizium anisopliae* foi o menos patogênico, entre os tratamentos, expressando maior TL₅₀ no período de observação (Tabela 3).

Tabela 3 - Tempos letais até a mortalidade de 50% (TL₅₀) de *Euschistus heros* inoculados com diferentes fungos entomopatogênicos e inseticidas microbiológicos comerciais, pelos diferentes modos de transferência e entrada dos tratamentos.

(continua)

Tratamentos	Coefficiente angular (\pm EP) ^a	TL ₅₀ (95% IC) ^b	χ^2 (df) ^c	p-valor
Contato tópico				
Mesopel Mix SC®	2,67 (\pm 0,217)	11,26 (10,16 – 12,77)	9,81 (13)	0,2909
<i>Beauveria bassiana</i>	3,32 (\pm 0,154)	12,55 (11,44 – 14,13)	3,03 (13)	0,0022
<i>Metarhizium anisopliae</i>	3,48 (\pm 0,323)	15,15 (13,55 – 17,78)	9,29 (13)	0,2495
Bometil®	3,17 (\pm 0,127)	8,07 (7,43 – 8,77)	3,48 (13)	0,0044
Meta Turbo SC®	3,44 (\pm 0,185)	10,81 (9,97 – 11,86)	4,97 (13)	0,0240
UFSM 1	4,36 (\pm 0,175)	10,62 (9,95 – 11,41)	3,05 (13)	0,0022
Contato tarsal				
Mesopel Mix SC®	3,76 (\pm 0,275)	14,31 (12,99 – 16,38)	6,26 (13)	0,0641
<i>Beauveria bassiana</i>	3,33 (\pm 0,204)	13,47 (12,20 – 15,38)	4,82 (13)	0,0211
<i>Metarhizium anisopliae</i>	3,23 (\pm 0,322)	20,08 (16,84 – 27,21)	6,77 (13)	0,0866
Bometil®	2,86 (\pm 0,205)	9,69 (8,85 – 10,72)	9,01 (13)	0,2281
Meta Turbo SC®	4,02 (\pm 0,212)	12,48 (11,55 – 13,77)	4,07 (13)	0,0096
UFSM 1	3,07 (\pm 0,291)	12,65 (11,45 – 14,39)	12,27 (13)	0,4944

(continuação)

Tratamentos	Coefficiente angular (\pm EP) ^a	TL ₅₀ (95% IC) ^b	χ^2 (df) ^c	p-valor
Imersão				
Mesopel Mix SC [®]	2,63 (\pm 0,167)	9,70 (8,80 – 10,83)	6,77 (13)	0,0864
<i>Beauveria bassiana</i>	2,34 (\pm 0,135)	11,01 (9,82 – 12,67)	4,73 (13)	0,0193
<i>Metarhizium anisopliae</i>	3,28 (\pm 0,201)	12,50 (11,39 – 14,08)	5,29 (13)	0,0318
Bometil [®]	3,34 (\pm 0,181)	7,02 (6,45 – 7,60)	7,20 (13)	0,1084
Meta Turbo SC [®]	2,89 (\pm 0,201)	9,47 (8,66 – 10,44)	8,70 (13)	0,2052
UFSM 1	3,35 (\pm 0,166)	9,95 (9,19 – 10,86)	4,56 (13)	0,0164
Ingestão				
Mesopel Mix SC [®]	2,60 (\pm 0,125)	13,79 (12,18 – 16,34)	2,76 (13)	0,0013
<i>Beauveria bassiana</i>	2,52 (\pm 0,124)	14,14 (12,41 – 16,95)	2,81 (13)	0,0014
<i>Metarhizium anisopliae</i>	2,50 (\pm 0,164)	21,86 (17,61 – 31,78)	2,96 (13)	0,0019
Bometil [®]	2,47 (\pm 0,149)	12,01 (10,70 – 13,91)	4,94 (13)	0,0236
Meta Turbo SC [®]	3,13 (\pm 0,120)	13,30 (11,99 – 15,26)	1,92 (13)	0,0001
UFSM 1	2,68 (\pm 0,111)	12,96 (11,56 – 15,08)	2,23 (13)	0,0004

Número de indivíduos testados para cada tratamento: 50; ^a Coeficiente angular e erro padrão; ^b Tempo letal 50; ^c Qui-quadrado e graus de liberdade. χ^2 tabelado (P= 0,05; GL = 13) = 22,362.

Os maiores tempos letais de *E. heros* foram observados na forma de contato via ingestão, apontando as seguintes TL₅₀ entre os tratamentos, Bometil[®] (TL₅₀ 12,01 dias), UFSM 1 (TL₅₀ 12,96 dias), Meta Turbo SC[®] (TL₅₀ 13,30 dias), Mesopel Mix SC[®] (TL₅₀ 13,79 dias), *Beauveria bassiana* (TL₅₀ 14,14 dias), e *Metarhizium anisopliae* (TL₅₀ 21,86 dias) (Tabela 3), evidenciando a importância da exposição de maior superfície de contaminação, para causar infecção e causar mortalidade do mesmo número de insetos em comparação aos demais MoTE.

5.4 DISCUSSÃO

O controle microbiológico de insetos-praga utilizando FEP é uma importante ferramenta no MIP, desempenhando um papel fundamental na regulação das populações de insetos para que a utilização intensiva e continuada de inseticidas químicos de largo espectro possa ser reduzida, evitando pressão de seleção e aplicação de doses mais altas e mais frequentes de inseticidas.

As infecções fúngicas em insetos são divididas em três fases, a primeira é caracterizada pela adesão e germinação dos conídios na cutícula dos insetos, seguida da penetração de estruturas fúngicas no tegumento, e finalmente após invadir o hemocele, ocorre o desenvolvimento e proliferação na hemolinfa, formando suas estruturas de disseminação e causando a morte do hospedeiro (CHARNLEY, 2003; SAMSON; EVANS; LATGÉ, 1988; SAMUELS et al. 2016).

Os resultados deste estudo revelaram que houve variação quanto a patogenicidade dos tratamentos quando relacionados com os diferentes MoTE de FEP e inseticidas microbiológicos, exceto para o inseticida microbiológico Bometil®. A habilidade de causar mortalidade está relacionada a patogenicidade do tratamento correlacionado aos MoTE, que por sua vez está associado ao comportamento do inseto, ou seja, a resposta multifatorial pode explicar essas variações.

Além disso, os tratamentos Mesopel Mix SC®, Meta Turbo SC® e UFSM 1 apresentaram potencial de controle para os adultos de *E. heros*. A mortalidade de adultos pode ser favorecida pela maior exposição física (tamanho) e comportamental (alimentação e mobilidade), sendo fortemente desejada no manejo de pragas utilizando biológicos ou quando associados a inseticidas químicos.

Anteriormente, alguns estudos avaliaram o desempenho de FEP em *E. heros* sob condições controladas, com resultados considerando apenas a patogenicidade dos fungos (DALLA NORA et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2016; RESQUÍN-ROMERO, et al., 2020). Entretanto, além da patogenicidade dos tratamentos fúngicos, foram avaliados quatro MoTE de FEP e inseticidas microbiológicos para controle de *E. heros* que pode explicar resultados de laboratório, como permitir entender.

Diferentes dos demais microrganismos entomopatogênicos, os FEP atuam infectando o hospedeiro através do contato via tegumento (QU; WANG, 2018), demonstrando a relevância dos resultados obtidos utilizando diferentes MoTE de *E. heros* e seu grau de exposição, e a relação entre a suscetibilidade a infecções pelos

tratamentos fúngicos compostos por *B. bassiana* e *M. anisopliae* desses insetos, além do TL₅₀.

Os MoTE contato tópico e superfície do corpo (imersão) foram os que apresentaram maiores eficiências de controle, com mortalidade após os 15 dias de avaliação acima de 80%, provocados pelos tratamentos Bometil[®], UFSM 1 e Meta Turbo SC[®], respectivamente *B. bassiana*, IBCB 66 ($4,3 \times 10^8$ conídios/g) + *M. anisopliae*, IBCB 425 ($3,2 \times 10^8$ conídios/g), *B. bassiana* ($1,0 \times 10^8$ conídios/mL) e *M. anisopliae*, IBCB 425 ($1,0 \times 10^8$ conídios/mL). Entretanto, as outras vias de contaminação, ainda que não exponham extensa superfície do tegumento, possibilitaram a entrada dos FEP causando a mortalidade dos insetos que pode ser atribuída a capacidade de crescimento do fungo e infecção.

Já os tratamentos que continham as menores concentrações de conídios (10^5 conídios/mL) resultaram as menores porcentagens de mortalidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Bugti et al. (2018) e Dalla Nora et al. (2020), que compararam a eficácia de controle de insetos com diferentes concentrações de conídios de FEP, no qual ficou claramente demonstrado que as maiores concentrações utilizadas foram as mais patogênicas em todos os parâmetros considerados.

Os resultados evidenciam a importância da concentração de conídios utilizadas, uma vez que o aumento da mortalidade em um determinado intervalo de tempo, está diretamente correlacionado ao aumento da concentração de conídios (JARONSKI, 2010), independentemente do MoTE, FEP e inseticida microbiológico. De modo geral, a concentração elevada disponibiliza maior número de estruturas biológicas do agente entomopatogênico, sobre os alvos a serem infectados, aumentando as possibilidades de infecção e mortalidade.

De mesma forma, o MoTE via contato tarsal apresentou resultados semelhantes, demonstrando que a contaminação, por caminhamento, também pode ser considerada relevante no controle de adultos de *E. heros*. Já os tratamentos Mesopel Mix SC[®], *B. bassiana* e *M. anisopliae* apresentaram as menores mortalidades. Durante o caminhamento, a exposição de aberturas entre os segmentos tarsais dos insetos desempenham um papel importante na absorção de inseticidas (BALABANIDOU et al., 2019). Assim como, para diferentes espécies de insetos-praga, os tarsos de *E. heros* são consideradas locais de contaminação de inseticidas químicos (PAPA; CELOTO; ZANARDI, 2015) e muito provável que também de FEP.

Utilizando o MoTE via ingestão, pode-se notar que ocorreram resultados semelhantes aos demais, inferindo que embora os fungos não atuem na forma de ingestão, estes insetos de hábito sugador podem ser contaminados por conídios fúngicos durante o processo de inserção de seus estiletos em superfícies contaminadas por FEP, mas também pela capacidade dos esporos de germinar e buscar aberturas naturais ou penetrar através do tegumento.

Com relação ao TL₅₀ da população de *E. heros*, houve variação tanto entre os tratamentos quanto entre os MoTE de FEP e inseticidas microbiológicos. De forma geral, considerando o desempenho de cada tratamento para TL₅₀ e independente do MoTE, foi possível observar que no tratamento com Bometil[®] população atingiu TL₅₀ no menor número de dias, indicando que *B. bassiana* + *M. anisopliae*, respectivamente nas concentrações de $4,3 \times 10^8$ conídios/g e $3,2 \times 10^8$ conídios/g alcançaram a mortalidade em menores períodos de avaliação. Enquanto o FEP *M. anisopliae* ($1,7 \times 10^5$ conídios/mL), foi o menos patogênico, expressando o maior TL₅₀ no período de observação. Normalmente, a eficácia de FEP está diretamente ligada a concentração de conídios, e isso se deve à presença de maior número de células fúngicas reprodutivas (infectiva) que entram em contato com a superfície do inseto (VEGA et al 2000). Pelizza et al. (2012), observou que a maior mortalidade de *Schistocerca cancellata* ocorreu nos tratamentos à base de *B. bassiana* (isolado LPSC 1067), com uma taxa de mortalidade de $90 \pm 1,0\%$ e TL₅₀ de 5,96 dias, e *B. bassiana* (isolado LPSC 1082) $86,6 \pm 1,05\%$, enquanto *M. anisopliae* (isolado LPSC 906) exibiu mortalidade de $16,6 \pm 0,56\%$.

Para atingir TL₅₀ o MoTE superfície do corpo (imersão) distinguiu-se dos demais, possivelmente pela maior superfície de exposição do inseto quanto submerso na calda de aplicação, possibilitando maior adesão, germinação e penetração de conídios no tegumento do inseto (LEMA-LÓPEZ et al., 2010). Contudo, o contato tópico e tarsal alcançaram resultados próximos de TL₅₀ considerando-os, portanto, importantes vias de transferências de FEP e inseticidas microbiológicos para *E. heros*, pois os fungos podem infectar os insetos particularmente pela superfície de diferentes partes do tegumento (SILVA, 2000). Nos MoTE(s) de contato tópico ou tarsal, os conídios se aderem, formam apressório e atravessam a barreira do tegumento, chegando até a hemolinfa, onde a função é a infecção, colonização, liberação de toxinas e morte do inseto (WANG C.; WANG S., 2017). A capacidade de FEP infectar o hospedeiro pelo tegumento, deve-se, entre outras, a produção de enzimas como

quitinases, proteases, esterases, lipases, fosfolipase C e catalase que são capazes de degradar a cutícula do inseto (MASCARIN et al., 2013; QU; WANG, 2018). A produção de enzimas, como quitinases, lipases e proteases, pelos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* é variável, sendo que são mais virulentos e, portanto, mais patogênicos aqueles que apresentam altos níveis de atividade dessas enzimas, e consequentemente, alta capacidade de catalisar quitina, lipídio e proteína, compostos que constituem a cutícula dos insetos (GEBREMARIAM; CHEKOL; ASSEFA, 2022).

Como visto, a mortalidade de *E. heros* por FEP depende da capacidade do fungo causar infecções decorrentes de sua adesão, germinação e penetração no tegumento do inseto, e também da exposição a uma determinada concentração de conídios por diferentes vias de MoTE. A somar, é interessante salientar que para uma maior eficácia de controle, além de expor a maior superfície do corpo do inseto possível, é necessário prover de altas concentrações de conídios ($>10^8$) no ambiente, o que contribui para aumentar a patogenicidade e criar epzoótias por FEP durante a germinação aumentando a chance de contaminação e controle de *E. heros*.

5.5 CONCLUSÕES

O inseticida microbiológico Bometil® (*B. bassiana*, IBCB 66 - $4,3 \times 10^8$ conídios/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - $3,2 \times 10^8$ conídios/g) controla *E. heros* com eficácia utilizando o MoTE via imersão. Para as vias contato tópico e tarsal os maiores níveis de mortalidade foram obtidos pelos inseticidas microbiológicos Bometil® e Meta Turbo SC® (*M. anisopliae*, IBCB 425 - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL), e pelo FEP UFSM 1 (*B. bassiana* - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL). Enquanto para o contato via ingestão (aparelho bucal) o menos patogênico foi *M. anisopliae* (IBCB 425 - $1,7 \times 10^5$ conídios/mL).

O tempo letal para causar a mortalidade em 50% da população de adultos de *E. heros*, no MoTE via imersão, foi menor utilizando o tratamento Bometil®. Para TL_{50} por contato tópico e tarsal os tratamentos Bometil®, UFSM 1, e Meta Turbo SC® atingiram os menores números de dias.

5.6 REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n.1, p. 265-267, 1925.
- BALABANIDOU, V. et al. Mosquitoes cloak their legs to resist insecticides. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 286, n. 1907, p. 20191091, 2019.
- BUENO, A. F. et al. Economic thresholds in soybean integrated pest management: old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 439-447, 2013.
- BUGTI, G. A. et al. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* strain 202 against sap-sucking insect pests. **Plant Protection Science**, v. 54, n. 2, p. 111-117, 2018.
- CHARNLEY, A. K. Fungal pathogens of insects: cuticle degrading enzymes and toxins. **Advances in Botanical Research**. v. 40, p.241–321, 2003.
- CONTE, O. et al. Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2017/18 no Paraná. **Documentos 402**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 66 p.
- DALLA NORA, D. et al. Isolamento e avaliação de fungos entomopatogênicos contra o percevejo-marrom neotropical *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em condições de laboratório. **Biocontrol Science and Technology**, v. 31, n.1, p. 22-34, 2020.
- GEBREMARIAM, A.; CHEKOL, Y.; ASSEFA, F. Extracellular enzyme activity of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* and their pathogenicity potential as a bio-control agent against whitefly pests, *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). **BMC Research Notes**, v. 15, n. 117, 2022.
- GUEDES, J. V. C. et al. Lucro ameaçado. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 205, p. 17-19, 2016.
- GUEDES, J.V.C. et al. Pragas da soja. In: **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Editora Ceres, 2022. p.403-428.
- IRAC - Insecticide Resistance Action Committee. **Susceptibility test method**. 2022. Disponível em: <<https://irac-online.org/methods/>>. Acesso em: 10 dez. 2022.
- JARONSKI, S. T. Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. **BioControl**, v. 55, n. 1, p. 159-185, 2010.
- LEMA-LÓPEZ, E. A. et al. Métodos de inoculação e virulência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. a *Cosmopolites sordidus* (Germar)(Coleoptera: Curculionidae) em laboratório. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 67-74, 2010.

MARQUES, R. P. et al. Managing stink bugs on soybean fields: Insights on chemical management. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 6, p. 225-234, 2019.

MASCARIN, G. M.; JARONSKI, S. T. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 32, n. 11, p. 177, 2016.

MASCARIN, G. M. et al. Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 165, p. 46-53, 2018.

MASCARIN, G. M. et al. The virulence of entomopathogenic fungi against *Bemisia tabaci* biotype B (Hemiptera:Aleyrodidae) and their conidial production using solid substrate fermentation. **Biological Control**, v. 66, p. 209-2018, 2013.

OLIVEIRA, D. G. O. et al. Biological Parameters of *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) and its Susceptibility to Entomopathogenic Fungi When Fed on Different Diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 59, e16150141, 2016.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos Que Atacam Vagens e Grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S., MOSCARDI, F. **Soja - Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. v. 1, p. 335–420.

PAZINI, J. B. et al. Differential impacts of pesticides on *Euschistus heros* (Hem.: Pentatomidae) and its parasitoid *Telenomus podisi* (Hym.: Platygasteridae). **Scientific Reports**, v. 9, 2019.

PAPA, G.; CELOTO, F.J.; ZANARDI, J. J. A. Potencial devastador. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 16, n. 194. p. 16-19, 2015.

PELIZZA, S. A. et al. Entomopathogenic fungi from Argentina for the control of *Schistocerca cancellata* (Orthoptera: Acrididae) nymphs: Fungal pathogenicity and enzyme activity. **Biocontrol Science And Technology**, v. 22, n. 10, p.1119-1129, 2012.

QU, S.; WANG, S. Interaction of entomopathogenic fungi with the host immune system. **Developmental and Comparative Immunology**, n. 83, p. 96-103, 2018.

RESQUÍN-ROMERO, G. et al. Virulence of *Metarhizium brunneum* (Ascomycota:Hypocreales) Strains Against Stinkbugs *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Jornal of Economic Entomology**, v. 113, n. 5, p. 2540-2545, 2020.

SAMSON, R. A.; EVANS, H. C.; LATGÉ, J. P. **Atlas of Entomopathogenic Fungi**. Berlin: Springer, 1988. 187 p.

SAMUELS, R. I. et al. Entomopathogenic organisms: Conceptual advances and real-world applications for mosquito biological control. **Open Access Insect Physiology**, v. 6, n. 1, p. 25-31, 2016.

SILVA, C. A. D. Microorganismos entomopatogênicos associados a insetos e ácaros do algodoeiro. **Documentos 77**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. 42 p.

SMANIOTTO, L. F., PANIZZI, A. R. Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the Neotropics. **Florida Entomologist**. v. 98, n. 1, p. 7–17, 2015.

SOSA-GÓMEZ, D.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S., MOSCARDI, F. **Soja - Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. v. 1, p. 673–723.

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

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 22, n. 2, p. 99–118, 2020.

STECCA, C. S. et al. Impact of insecticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**. 47, 281–291, 2018.

TUELHER, E.S. et al. Area-wide spatial survey of the likelihood of insecticide control failure in the neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Science**, v. 91, p. 849-859, 2018.

VEGA, F. E. et al. Dissemination of beneficial microbial agents by insects. In: LACEY, L. K.; KAYA, H. K. **Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology**. 2000, p. 153-177.

WANG, C.; WANG, S. Insect pathogenic fungi: genomics, molecular interactions, and genetic improvements. **Annual review of entomology**, v. 62, p. 73-90, 2017.

ZAMBIAZZI, E. V. et al. Controle biológico in-vitro do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) com *Beauveria bassiana*. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 2, p. 44-48, 2011.

6 CAPÍTULO 2 - Integração de métodos químicos e biológicos no manejo de ninfas e adultos de *E. heros*.

RESUMO

Nos agroecossistemas de soja, a maioria das aplicações de inseticidas químicos, visando reduzir os prejuízos causados, são dirigidas para o controle do percevejo-marrom. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de inseticidas microbiológicos isolados e associados a inseticidas químicos em cultivos de soja, de modo a otimizar a progressão do manejo de ninfas e adultos do percevejo *E. heros*. Foram conduzidos dois experimentos, em lavouras comerciais de soja, em Santa Maria. No experimento 1 foram avaliados sete tratamentos, sendo três isolados de fungos entomopatogênicos, três produtos microbiológicos comerciais e uma testemunha. Os resultados permitem concluir que a eficácia de isolados de fungos entomopatogênicos e inseticidas microbiológicos variou para ninfas entre 22% e 94%, e de adultos entre 16% e 75%. No geral Bometil® (*B. bassiana*, IBCB 66 - $4,3 \times 10^8$ conídios/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - $3,2 \times 10^8$ conídios/g) e Meta Turbo SC® (*M. anisopliae*, IBCB 425 - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL), possibilitaram maior eficiência de controle. Já no experimento 2, os tratamentos foram constituídos por uma testemunha, três inseticidas químicos, três isolados de fungos entomopatogênicos, três produtos microbiológicos comerciais, em combinações entre os tratamentos químicos e microbiológicos, totalizando 16 tratamentos. A eficácia para ninfas variou entre 22% e 94%, e para adultos entre 16% e 75%, enquanto a associação de inseticidas microbiológicos e químicos proporcionou eficácia entre 34% e 98% para ninfas, e para adultos entre 22% e 98%. O inseticida químico sintético Engeo Pleno S® (Tiametoxam 141 g/L + Lambda-cialotrina 106 g/L) aplicado isolado ou em associação com entomopatogênicos, causa maior eficiência de controle de *E. heros*, em condições de campo.

Palavras-chaves: Soja. Associação de controle. Microbiológicos. Químicos.

Integration of chemical and biological methods in the management of nymphs and adults of *E. heros*.

ABSTRACT

In soybean agroecosystems, most applications of chemical insecticides, to reduce the damage caused, are aimed at controlling the brown stink bug. Thus, the objective of this work was to evaluate the effectiveness of microbiological insecticides isolated and associated with chemical insecticides in soybean crops, in order to optimize the progression of the management of nymphs and adults of *E. heros*. Two experiments were carried out in commercial soybean fields in Santa Maria. In experiment 1, seven treatments were evaluated, being three isolates of entomopathogenic fungi, three commercial microbiological products and a control. The results allow us to conclude that the efficacy of isolates of entomopathogenic fungi and microbiological insecticides varied for nymphs between 22% and 94%, and for adults between 16% and 75%. In general, Bometil® (*B. bassiana*, IBCB 66 - 4.3×10^8 conidia/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - 3.2×10^8 conidia/g) and Meta Turbo SC® (*M. anisopliae*, IBCB 425 - 1.0×10^8 conidia/mL) enabled greater control efficiency. In experiment 2, the treatments consisted of a control, three chemical insecticides, three isolates of entomopathogenic fungi, three commercial microbiological products and combinations between chemical and microbiological treatments, totaling 16 treatments. Efficacy for nymphs varied between 22% and 94%, and adults between 16% and 75%, while in the association of microbiological and chemical insecticides it varied for nymphs between 34% and 98%, and for adults between 22% and 98%. The synthetic chemical insecticide Engeo Pleno S® (Thiamethoxam 141 g/L + Lambda-cyhalothrin 106 g/L) applied alone or in association with entomopathogens, causes greater efficiency in controlling *E. heros* under field conditions.

Keywords: Soybean. Control association. Microbiological. Chemicals.

6.1 INTRODUÇÃO

Com a expansão das fronteiras agrícolas e a intensificação de técnicas de cultivos, diferentes espécies de insetos-praga ocasionam graves perdas econômicas a cultura da soja, destacando-se durante os estádios de desenvolvimento reprodutivo a ocorrência dos percevejos fitófagos como o mais daninho e significativo grupo de pragas (GUEDES et al., 2022). De maneira geral, estas pragas têm papel relevante nas perdas de produtividade na soja pela capacidade de ocasionar danos devido sua alimentação diretamente nas sementes, causando danos diretos ao produto e reduzindo sua qualidade para comercialização (BORTOLOTTO et al., 2015; PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

Dentre o complexo de percevejos pentatomídeos, o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) é considerado uma praga-chave de grande importância, apresentando abundância generalizada em todo o território brasileiro, acompanhando a distribuição da cultura da soja (PANIZZI, 2015; SOSA-GÓMEZ et al., 2020), e frequentemente desencadeando aplicações de inseticidas. Sua abundância e expansão de distribuição é dada principalmente em função da capacidade de adaptação a diferentes fontes de alimento, a suportar condições ambientais desfavoráveis e sua adaptabilidade a novos ambientes (PANIZZI, 2015). E ainda, por apresentarem maior tolerância aos inseticidas químicos, quando comparados aos demais percevejos-praga da soja (SOSA-GÓMEZ et al., 2009).

A maioria das aplicações de inseticidas químicos realizadas nos agroecossistemas de soja brasileiros são dirigidas para reduzir os prejuízos causados pelo percevejo-marrom (BUENO et al., 2013; CONTE et al., 2018). Tais aplicações quando realizadas continuamente com moléculas de mesmos grupos químicos, podem resultar em falhas de controle contribuindo na seleção de populações resistentes (GUEDES, 2017; TUELHER et al., 2018).

No cenário atual, *Euschistus heros* por ser uma das espécies de percevejos mais prejudiciais à soja no Brasil, aliado a relevância econômica dos danos causados e à necessidade de desenvolver um manejo mais integrado, estimulam a demanda por alternativas para o controle dessa praga motivando estudos acerca da adoção de diferentes táticas de controle, como a integração do controle biológico aos métodos já adotados. O controle biológico é uma ferramenta essencial para o Manejo Integrado

de Pragas (MIP), contudo o controle químico, em muitas circunstâncias, é necessário para o manejo eficaz de percevejos presentes nas lavouras (FONTES et al., 2018).

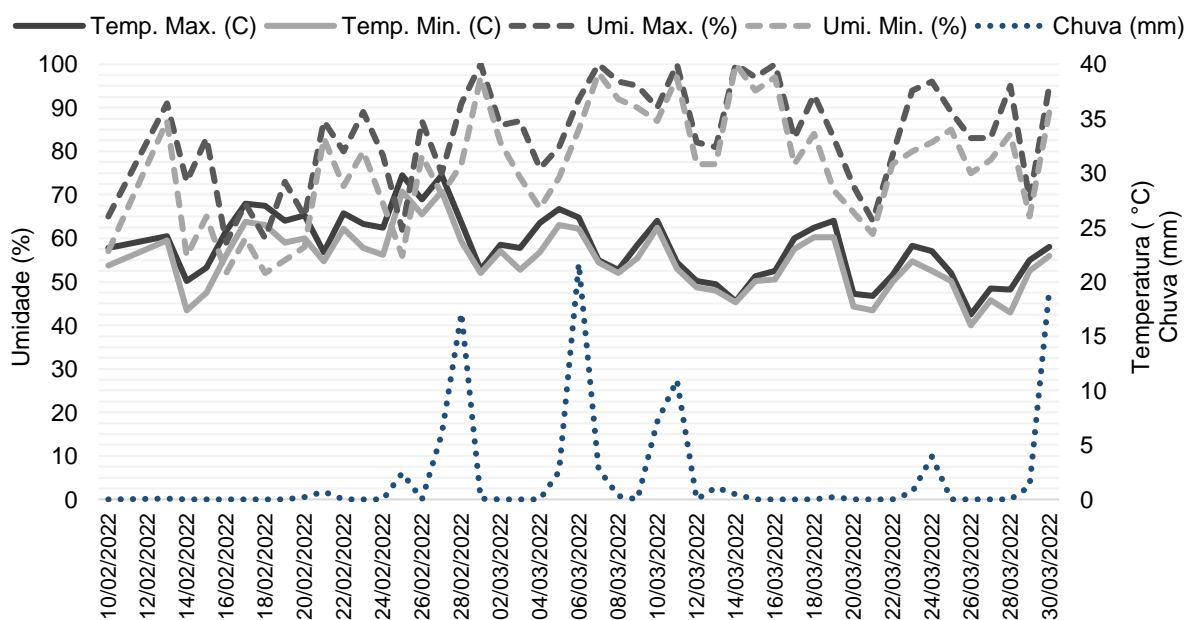
Assim, estudos que visam equilibrar o uso do controle biológico com o uso do controle químico, são essenciais. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de inseticidas microbiológicos isolados e associados a inseticidas químicos em cultivos de soja, de modo a otimizar a progressão do manejo de ninfas e adultos do percevejo *E. heros*.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

Os experimentos para controle de *E. heros* foram conduzidos em lavoura comercial de soja no município de Santa Maria estado do Rio Grande do Sul, Brasil (29°43'28 "S e 53°33'34" O). A cultivar de soja NS 6601 foi semeada na área no dia 24 de novembro de 2021, dentro do período preferencial de semeadura para a região, com densidade populacional de 300 mil plantas por hectare e linhas espaçadas a 0,5 m. Os dados de precipitação, temperatura e umidade durante o período de condução do experimento estão apresentados na figura 1.

Figura 1 – Dados climáticos de temperaturas máximas e mínimas, umidade e precipitação pluvial de fevereiro/2022 a março/2022 – Santa Maria/RS.



Delimitação experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, e cada parcela media 6,0 m de comprimento por 12 linhas (6,0 m).

No experimento 1 foram avaliados sete tratamentos, sendo três isolados de fungos entomopatogênicos (FEP), três produtos microbiológicos comerciais e uma testemunha, descritos na Tabela 1. O fungo UFSM 1 (*B. bassiana*) foi isolado previamente por Dalla Nora et al. (2020). Amostras liofilizadas, foram plaqueadas em meio de cultura BDA e incubadas, até a esporulação (12-15 dias).

Tabela 1 – Tratamentos para avaliar a eficácia de isolados FEP e inseticidas microbiológicos no controle de *Euschistus heros* em soja.

Trat.	Nome comercial	Composição	Concentração
1	Testemunha	Água destilada	
2	Mesopel Mix SC	<i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66 + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	1,9 x 10 ⁵ Conídios/mL + 1,7 x 10 ⁵ Conídios/mL
3	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66	1,9 x 10 ⁵ Conídios/mL
4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	1,7 x 10 ⁵ Conídios/mL
5	Bometil	<i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66 + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	4,3 x 10 ⁸ Conídios/g + 3,2 x 10 ⁸ Conídios/g
6	Meta Turbo SC	<i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	1,0 x 10 ⁸ Conídios/mL
7	UFSM 1	<i>Beauveria bassiana</i>	1,0 x 10 ⁸ Conídios/mL

Fonte: A autora.

No experimento 2, os tratamentos foram constituídos por uma testemunha, três inseticidas químicos, três isolados de FEP, três produtos microbiológicos comerciais, em combinações entre os tratamentos químicos e microbiológicos, totalizando 16

tratamentos, descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Tratamentos para avaliar a eficácia da associação de inseticidas microbiológicos com inseticidas químicos no controle de *Euschistus heros* em soja.

(continua)

	Nome comercial	Composição	Concentração
1	Testemunha	Água destilada	
2	Connect®	Imidacloprido + Beta-ciflutrina	100 + 12,5
3	Fastac Duo®	Acetamiprido + Alfa-cipermetrina	100 + 200
4	Engeo Pleno S®	Thiamethoxam + Lambda-cialotrina	141 + 106
5	Connect® + <i>Beauveria bassiana</i>	Imidacloprido + Beta-ciflutrina + <i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66	100 + 12,5 + 1,9 x 10 ⁵ Conídios/mL
6	Connect® + Bometil®	Imidacloprido + Beta-ciflutrina + <i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66 + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	100 + 12,5 + 4,3 x 10 ⁸ Conídios/g + 3,2 x 10 ⁸ Conídios/g
7	Connect® + Meta Turbo SC®	Imidacloprido + Beta-ciflutrina + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	100 + 12,5 + 1,0 x 10 ⁸ Conídios/mL
8	Connect® + UFSM 1	Imidacloprido + Beta-ciflutrina + <i>Beauveria bassiana</i>	100 + 12,5 + 1,0 x 10 ⁸ Conídios/mL
9	Fastac Duo® + <i>Beauveria bassiana</i>	Acetamiprido + Alfa-cipermetrina + <i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66	100 + 200 + 1,9 x 10 ⁵ Conídios/mL
10	Fastac Duo® + Bometil®	Acetamiprido + Alfa-cipermetrina + <i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66 + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	100 + 200 + 4,3 x 10 ⁸ Conídios/g + 3,2 x 10 ⁸ Conídios/g

(continuação)

	Nome comercial	Composição	Concentração
11	Fastac Duo® + Meta Turbo SC®	Acetamiprido + Alfa-cipermetrina + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	100 + 200 + 1,0 x 10 ⁸ Conídios/mL
12	Fastac Duo® + UFSM 1	Acetamiprido + Alfa-cipermetrina + <i>Beauveria bassiana</i>	141 + 106 + 1,0 x 10 ⁸ Conídios/mL
13	Engeo Pleno S® + <i>Beauveria bassiana</i>	Thiamethoxam + Lambda-cialotrina + <i>Beauveria bassiana</i> , IBCB 66	141 + 106 + 1,9 x 10 ⁵ Conídios/mL
14	Engeo Pleno S® + Bometil®	Thiamethoxam + Lambda-cialotrina + <i>Beauveria bassiana</i> , Isolado IBCB 66 + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	141 + 106 + 4,3 x 10 ⁸ Conídios/g + 3,2 x 10 ⁸ Conídios/g
15	Engeo Pleno S® + Meta Turbo SC®	Thiamethoxam + Lambda-cialotrina + <i>Metarhizium anisopliae</i> , IBCB 425	141 + 106 + 1,0 x 10 ⁸ Conídios/mL
16	Engeo Pleno S® + UFSM 1	Thiamethoxam + Lambda-cialotrina + <i>Beauveria bassiana</i>	141 + 106 + 1,0 x 10 ⁸ Conídios/mL

Fonte: A autora.

Aplicação e avaliação dos tratamentos

As aplicações foram realizadas com infestação natural de *E. heros* em soja, quando a densidade populacional de ninfas e adultos atingiu 2 percevejos/m². Os tratamentos foram aplicados com um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com uma barra de 3 m, com pontas espaçadas em 0,5 m, com vazão de 200 L ha⁻¹ e pressão de trabalho de 21 lbs pol⁻². No experimento 2, utilizando inseticidas químicos, isolados de FEP e produtos microbiológicos comerciais, as aplicações foram realizadas combinando os mesmos em mistura de tanque.

As avaliações de densidade populacional foram efetuadas, semanalmente a partir do estágio reprodutivo da cultura, utilizando o método do pano-de-batida vertical com calha (GUEDES et al., 2006, STURMER et al., 2012) em 2m² por parcela,

contabilizando conjuntamente os percevejos adultos e ninfas grandes (3^o a 5^o instar). As avaliações foram realizadas de forma prévia, e aos 3, 7, 10 e 14 dias após a primeira e a segunda aplicação. Após a realização da colheita, em ambas as áreas experimentais, determinou-se a produtividade da cultura da soja. Foram colhidas as plantas referentes às duas linhas centrais de seis metros de cada parcela; as plantas foram submetidas ao degreane mecânico, a massa de grãos foi corrigida para 13% de umidade e os valores dos grãos pesados convertidos para g/3m².

A análise de dano causado pelo percevejo-marrom foi realizada pelo teste de tetrazólio. Foram coletadas quatro sub amostras de 100 grãos de cada tratamento, conforme metodologia descrita por França Neto, Krzyzanowski, Costa (1998). Os grãos foram acondicionados entre duas folhas de papel germitest umedecidas com 2,5 vezes o seu peso com água destilada, na câmara BOD regulada à temperatura de 25 °C, durante 16 horas. Após o acondicionamento, os grãos foram colocados na solução de 2,3,5-trifenil-cloreto-de-tetrazólio a 0,075% e armazenados à temperatura de 40 °C por 3 horas. O resultado foi expresso em porcentagem de dano causado por percevejo.

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software RStudio, R versão 4.2.1., de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + b_j + T_i + e_{ij}$$

Onde: Y_{ij} = variável dependente referente ao tratamento i no bloco j ; μ = constante comum a todas as observações; b_j é o efeito do bloco; T_i é o efeito do tratamento; e_{ij} é o erro experimental.

Os dados referentes às avaliações do número médio de ninfas e adultos de *Euschistus heros* foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, apresentando $p < 0,05$. Devido à violação desses pressupostos, as variáveis foram analisadas por teste não paramétrico. As diferenças estatísticas foram determinadas para as três variáveis (ninfas, adultos e número total de percevejo-marrom) em cada avaliação, separadamente, com o teste de Friedman ao nível de 5 % de significância. O percentual de mortalidade dos percevejos foi calculado com a equação de ABBOTT (1925).

As médias dos dados de produtividade e dano causado pelo percevejo foram submetidas primeiramente ao teste de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a distribuição de normalidade e homocedasticidade de erros, e à análise de variância. A comparação das médias foi feita pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Atividades, datas, fenologia e infestação de percevejos *E. heros*.

Atividade	Data	Fenologia ¹	Nível de Infestação ²
1º aplicação			
Contagem prévia	19/02/2022	R4	2
Avaliação 3DAA	22/02/2022	R5.1	3
Avaliação 7DAA	26/02/2022	R5.2	3,5
Avaliação 10DAA	01/03/2022	R5.2	3,5
Avaliação 14DAA	05/03/2022	R5.3	7,25
2º aplicação			
Contagem prévia	08/03/2022	R5.4	7,5
Avaliação 3DAA	11/03/2022	R5.5	7,5
Avaliação 7DAA	15/03/2022	R5.5	5,25
Avaliação 10DAA	18/03/2022	R5.5	7
Avaliação 14DAA	22/03/2022	R6	7,5

¹ Fenologia da cultura: escala de Fehr e Caviness (1977); ² Número médio de *E. heros* 2m² na testemunha.

6.3 RESULTADOS

Experimento 1 - isolados FEP e inseticidas microbiológicos

Nas Tabelas 4, 5 e 6 é possível observar os dados referentes ao número médio de ninfas (N3 a N5), adultos e total (ninfas + adultos) e a eficácia de inseticidas microbiológicos. Na Tabela 7 encontram-se os dados de produtividade de grãos e dano causado por percevejo-marrom (DP), em função da aplicação de inseticidas microbiológicos.

Verificou-se efeito significativo para algumas das variáveis estudadas. Nas avaliações de número médio de ninfas (N3 a N5) de *E. heros*, aos três dias após a primeira aplicação (DA1^aA) todos os tratamentos com FEP apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha, não tratada. Porém não diferenciaram-se, entre si (Tabela 3). Já aos 7DA1^aA houve diferença entre os tratamentos, os inseticidas microbiológicos Bometil[®], Meta Turbo SC[®], e o FEP UFSM 1, obtiveram maior controle de percevejo-marrom e foram eficientes para controlar 100% das ninfas. Nas demais datas de avaliações, os tratamentos não tiveram diferenças significativas entre si.

Tabela 4 - Número médio de ninfas (N3 a N5) de *E. heros* m² nas respectivas avaliações e eficácia de inseticidas microbiológicos, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS.

Tratamentos ¹	Dose ²	03 DAA ³		07 DAA		10 DAA		14 DAA		Média ⁶	
		N ⁴	E% ⁵	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%
1° Aplicação											
1	-	0,2500	b ⁷	0,3125	c	0,1875		0,5625		0,3281	
2	180	0,0000	a	100	0,1250	bc	60	0,0625	67	0,1875	73
3	180	0,0000	a	100	0,1875	bc	40	0,1875	0	0,1875	52
4	180	0,0625	a	75	0,0625	ab	80	0,3125	0	0,1875	55
5	700	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0000	100	0,1250	94
6	1000	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,1250	33	0,1250	78
7	180	0,0625	a	75	0,0000	a	100	0,3125	0	0,3125	55
P-Valor		0,0455*		0,0186*		0,1202		0,2494			
2° Aplicação											
1	-	0,1250		0,1875		0,3750		0,3125		0,2500	
2	180	0,1875	0	0,1250	33	0,1875	50	0,2500	20	0,1875	26
3	180	0,2500	0	0,0625	67	0,4375	0	0,2500	20	0,2500	22
4	180	0,0625	50	0,0625	67	0,3125	17	0,1250	60	0,1406	48
5	700	0,1875	0	0,0000	100	0,0000	100	0,0625	80	0,0625	70
6	1000	0,2500	0	0,1875	0	0,1250	67	0,1250	60	0,1719	32
7	180	0,2500	0	0,1875	0	0,1875	50	0,0625	80	0,1719	33
P-Valor		0,5982		0,4897		0,1727		0,5490			

*Significativo (P<0,05); ¹ T1: Testemunha, T2: Mesopel Mix SC[®], T3: *B. bassiana*, T4: *M. anisopliae*, T5: Bometil[®], T6: Meta Turbo SC[®], T7: UFSM 1; ² Produto comercial (mL ou g ha⁻¹); ³ Dias após a aplicação; ⁴ Número de percevejos; ⁵ Eficiência de controle; ⁶ Média geral das avaliações; ⁷ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Comparações múltiplas (P<0,05).

Avaliando o número médio de adultos de *E. heros*, constatou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos e a população de percevejos, em relação a eficiência de controle, os manejos apresentaram variações entre os dias de avaliação conforme Tabela 5, ressaltando maior resistência de mortalidade nesta fase do inseto.

Tais resultados podem ser atribuídos a liberação de compostos voláteis realizada por insetos da família Pentatomidae, que por sua vez está associada a situações de estresses.

Tabela 5 - Número médio de adultos de *Euschistus heros* m² nas respectivas avaliações e eficácia de inseticidas microbiológicos, em resposta à aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS.

Tratamentos ¹	Dose ²	03 DAA ³		07 DAA		10 DAA		14 DAA		Média ⁶	
		N ⁴	E% ⁵	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%
1° Aplicação											
1	-	0,1250		0,1250		0,1875		0,1250		0,1406	
2	180	0,0625	50	0,1250	0	0,0000	100	0,0625	50	0,0625	50
3	180	0,1875	0	0,0000	100	0,0000	100	0,1875	0	0,0938	50
4	180	0,0000	100	0,1250	0	0,0625	67	0,0000	100	0,0469	67
5	700	0,1250	0	0,0000	100	0,0625	67	0,0625	50	0,0625	54
6	1000	0,0625	50	0,0000	100	0,0000	100	0,0625	50	0,0313	75
7	180	0,0625	50	0,1250	0	0,0000	100	0,1250	0	0,0781	38
P-Valor		0,4669		0,1425		0,1932		0,7306		0,3833	
2° Aplicação											
1	-	0,4375		0,3750		0,5000		0,6250		0,4844	
2	180	0,2500	43	0,1875	50	0,1250	75	0,3125	50	0,2188	54
3	180	0,4375	0	0,2500	33	0,5000	0	0,4375	30	0,4063	16
4	180	0,2500	43	0,1875	50	0,2500	50	0,1250	80	0,2031	56
5	700	0,3750	14	0,1875	50	0,1250	75	0,1875	70	0,2188	52
6	1000	0,3125	29	0,1875	50	0,1875	63	0,1250	80	0,2031	55
7	180	0,1875	57	0,1250	67	0,2500	50	0,2500	60	0,2031	58
P-Valor		0,6821		0,1626		0,8088		0,1104		0,4410	

*Significativo (P<0,05); ¹ T1: Testemunha, T2: Mesopel Mix SC[®], T3: *B. bassiana*, T4: *M. anisopliae*, T5: Bometil[®], T6: Meta Turbo SC[®], T7: UFSM 1; ² Produto comercial (mL ou g ha⁻¹); ³ Dias após a aplicação; ⁴ Número de percevejos; ⁵ Eficiência de controle; ⁶ Média geral das avaliações; ⁷ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Comparações múltiplas (P<0,05).

Na Tabela 6, é possível verificar o efeito dos tratamentos, no número médio de ninfas (N3 a N5), adultos e total (ninfas + adultos), com resultados significativos aos 7DA1^aA, no qual os tratamentos utilizando T5: Bometil[®] e T6: Meta Turbo SC[®] resultaram em menor número de insetos, ambos com eficiência de controle de 100%.

Aos 10DA2^aA, Bometil[®] foi eficiente no controle de percevejos marrom, com 85,71% de controle. Aos 14DA2^aA foram eficientes no controle T4: *M. anisopliae*, T5: Bometil[®], T6: Meta Turbo SC[®] e T7: UFSM 1, diferindo dos demais e controlando 67%, 80%, 73,33% e 66,67%, respectivamente.

Tabela 6 - Número médio total (ninfas + adultos) de *E. heros* 2m⁻² nas respectivas avaliações e eficácia de inseticidas microbiológicos, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS.

Tratamentos ¹	Dose ²	03 DAA ³		07 DAA		10 DAA		14 DAA		Média ⁶	
		N ⁴	E% ⁵	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%
1° Aplicação											
1	-	0,3750		0,4375	c ⁷	0,3750		0,6875		0,4688	
2	180	0,0625	83	0,2500	bc	43		0,0625	83	0,2500	68
3	180	0,1875	50	0,1875	bc	57		0,1875	50	0,3750	51
4	180	0,0625	83	0,1875	bc	57		0,3750	0	0,1875	53
5	700	0,1250	67	0,0000	a	100		0,0625	83	0,1875	81
6	1000	0,0625	83	0,0000	a	100		0,1250	67	0,1875	81
7	180	0,0625	83	0,1250	ab	71		0,3125	17	0,4375	52
P-Valor		0,1995		0,0272*		0,0767		0,1970			
2° Aplicação											
1	-	0,5625		0,5625		0,8750	cd ⁷	0,9375	b	0,7344	
2	180	0,4375	22,22	0,3125	44,44	0,3125	ab	64,29	0,5625	b	40,00
3	180	0,6875	0,00	0,3125	44,44	0,9375	d	0,00	0,6875	b	26,67
4	180	0,3125	44,44	0,2500	55,56	0,5625	bcd	35,71	0,3125	a	67,00
5	700	0,5625	0,00	0,1875	66,67	0,1250	a	85,71	0,1875	a	80,00
6	1000	0,5625	0,00	0,3750	33,33	0,3125	ab	64,29	0,2500	a	73,33
7	180	0,4375	22,22	0,3125	44,44	0,4375	bc	50,00	0,3125	a	66,67
P-Valor		0,7182		0,7198		0,0074*		0,0045*			

*Significativo (P<0,05); ¹ T1: Testemunha, T2: Mesopel Mix SC[®], T3: *B. bassiana*, T4: *M. anisopliae*, T5: Bometil[®], T6: Meta Turbo SC[®], T7: UFSM 1; ² Produto comercial (mL ou g ha⁻¹); ³ Dias após a aplicação; ⁴ Número de percevejos; ⁵ Eficiência de controle; ⁶ Média geral das avaliações; ⁷ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Comparações múltiplas (P<0,05).

Não foram encontrados incrementos estatisticamente significativos para a produtividade de grãos da cultura da soja em função da aplicação dos presentes FEP e inseticidas microbiológicos, porém em média todos os tratamentos, exceto Meta Turbo SC[®] (683,63 g/m³), apresentaram produtividade relativa acima da testemunha.

Na avaliação da testemunha constatou-se 15,44% de dano causado por percevejos, salientando a importância de manter as infestações de *E. heros* a baixo do nível de dano durante o período reprodutivo da soja, principalmente durante o período de enchimento de grãos.

A porcentagem de dano causado por percevejos diferiu em relação à testemunha e entre si, possibilitando notar que, de forma conjunta, os tratamentos utilizando Bometil[®] (7,94%), Meta Turbo SC[®] (8,69%), UFSM 1 (9,19%) e Mesopel Mix SC[®] (9,56%) obtiveram as menores porcentagens de danos (Tabela 7).

Tabela 7 - Produtividade de grãos e dano causado por percevejo-marrom (DP), com a aplicação de inseticidas microbiológicos na cultivar de soja NS 6601. Santa Maria - RS, 2022.

Tratamentos	Produtividade g / 3m ²	DP (%)
Testemunha	523,80	21,06 c
Mesopel Mix SC	607,40	9,50 a
<i>B. bassiana</i>	574,40	12,69 b
<i>M. anisopliae</i>	571,98	13,00 b
Bometil	656,56	9,38 a
Meta Turbo SC	606,19	11,81 b
UFSM 1	610,55	14,38 b
P-Valor	0,57658	0,0000*

*Significativo (P<0,05); ¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott.

Experimento 2 - Associação de inseticidas microbiológicos com inseticidas químicos

Durante a condução do experimento, o número de ninfas foi reduzido significativamente aos 3DA1^aA, e todos os tratamentos diferenciaram-se da testemunha não tratada (Tabela 8). Nas amostragens realizadas aos 7DA1^aA, houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo T12: Fastac Duo[®] + UFSM 1, T10: Fastac Duo[®] + Bometil[®], T1: Testemunha e T9: Fastac Duo[®] + *B. bassiana*, os quais apresentaram os maiores números de ninfas, respectivamente (Tabela 8). Para as demais datas avaliadas, a densidade populacional de ninfas de *E. heros* não diferiu entre os tratamentos. Apesar de não reduzir significativamente o número de ninfas aos 10DA1^aA, T6: Connect[®] + Bometil[®], T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1 obtiveram 100% de controle, e aos 14DA1^aA T7: Connect[®] + Meta Turbo SC[®], T8: Connect[®] + UFSM 1, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®], T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1, apresentaram controle >90%.

Em geral, após a primeira aplicação, o controle de ninfas nos manejos utilizando T4: Engeo Pleno S[®], T6: Connect[®] + Bometil[®], T8: Connect[®] + UFSM 1,

T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1 foram os mais efetivos, alcançando 91%, 96%, 93%, 96%, 98%, 98% e 98% de eficiência, respectivamente (Tabela 8).

Após a segunda aplicação o número médio de ninfas (N3 a N5) de *E. heros*, nas avaliações de inseticidas químicos x microbiológicos, não diferiu significativamente nas datas avaliadas (Tabela 9).

A aplicação dos diferentes tratamentos reduziu a densidade populacional de adultos de *E. heros*, apresentando diferenças significativas aos 7DA1^aA, 10DA1^aA e 14DA1^aA. Aos 7DA1^aA. A maioria dos tratamentos reduziram a população de adultos *E. heros*, e T9: Fastac Duo[®] + *B. bassiana*, T10: Fastac Duo[®] + Bometil[®], T11: Fastac Duo[®] + Meta Turbo SC[®], T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1, alcançaram 100% de controle (Tabela 10). Na avaliação 10DA1^aA, os tratamentos T2: Connect[®], T6: Connect[®] + Bometil[®], T7: Connect[®] + Meta Turbo SC[®], T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®] e T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®], reduziram o número de adultos de *E. heros*, e obtiveram 100% de eficácia (Tabela 10). Aos 14DA1^aA, os tratamentos T7: Connect[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1 sobressaíram-se aos demais causando 100% de controle. Na média geral, todos os tratamentos inseticidas variaram entre 66,2% e 92,3% de eficácia, destacando-se T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1 com controle acima de 85% (Tabela 10).

Após a segunda aplicação o número médio de adultos de *E. heros* diferiu aos 10DA2^aA e 14DA2^aA. As aplicações de T2: Connect[®], T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®] e T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] obtiveram as melhores eficiências de controle (91%) aos 10DA2^aA. Enquanto aos 14DA2^aA, os tratamentos T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1 tiveram controle de 100% e os demais variaram entre 75%, 50% e 25% (Tabela 11). A média geral no controle adultos de *E. heros* apresentou controle acima de 80% para os tratamentos T4: Engeo Pleno S[®], T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1, que foram os mais estáveis e eficientes no controle de adultos de *E. heros* (Tabela 11).

Tabela 8 - Número médio de ninfas (N3 a N5) de *E. heros* m⁻² nas respectivas avaliações e eficácia de inseticidas químicos x microbiológicos, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS.

Tratamentos ¹	Dose ²	03 DAA ³		07 DAA		10 DAA		14 DAA		Média ⁶			
		N ⁴	E% ⁵	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%		
1° Aplicação													
1	-	0,1875	b ⁷	0,1875	bc	0,3125		0,8750		0,3906			
2	700	0,0000	a	100	0,0625	ab	67	0,2500	20	0,2500	71	0,1406	65
3	400	0,0625	a	67	0,0625	ab	67	0,1250	60	0,2500	71	0,1250	66
4	200	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0625	80	0,1250	86	0,0469	91
5	700 + 180	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,1250	60	0,1250	86	0,0625	86
6	700 + 700	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0000	100	0,1250	86	0,0313	96
7	700 + 1000	0,0625	a	67	0,0000	a	100	0,1250	60	0,0625	93	0,0625	80
8	700 + 180	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0625	80	0,0625	93	0,0313	93
9	400 + 180	0,0000	a	100	0,1875	bc	0	0,1250	60	0,1250	86	0,1094	61
10	400 + 700	0,0000	a	100	0,2500	cd	0	0,1250	60	0,2500	71	0,1563	58
11	400 + 1000	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,1875	40	0,2500	71	0,1094	78
12	400 + 180	0,0000	a	100	0,3125	d	0	0,1250	60	0,2500	71	0,1719	58
13	200 + 180	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0000	100	0,1250	86	0,0313	96
14	200 + 700	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0000	100	0,0625	93	0,0156	98
15	200 + 1000	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0000	100	0,0625	93	0,0156	98
16	200 + 180	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0000	100	0,0625	93	0,0156	98
P-Valor		0,0066*		0,0020*		0,0886		0,3778					

*Significativo (P<0,05); ¹ T1: Testemunha, T2: Connect®, T3: Fastac Duo®, T4: Engeo Pleno S®, T5: Connect® + *B. bassiana*, T6: Connect® + Bometil®, T7: Connect® + Meta Turbo SC®, T8: Connect® + UFSM 1, T9: Fastac Duo® + *B. bassiana*, T10: Fastac Duo® + Bometil®, T11: Fastac Duo® + Meta Turbo SC®, T12: Fastac Duo® + UFSM 1, T13: Engeo Pleno S® + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S® + Bometil®, T15: Engeo Pleno S® + Meta Turbo SC®, T16: Engeo Pleno S® + UFSM 1; ² Produto comercial (mL ou g ha⁻¹); ³ Dias após a aplicação; ⁴ Número de percevejos; ⁵ Eficiência de controle; ⁶ Média geral das avaliações; ⁷ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Comparações múltiplas (P<0,05).

Tabela 9 - Número médio de ninfas (N3 a N5) de *E. heros* m² nas respectivas avaliações e eficácia de inseticidas químicos x microbiológicos, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS.

Tratamentos ¹	Dose ²	03 DAA ³		07 DAA		10 DAA		14 DAA			
		N ⁴	E% ⁵	N	E%	N	E%	N	E%		
2° Aplicação											
1	-	0,8125		0,3750		0,1875		0,6250		0,5000	
2	700	0,2500	69	0,1250	67	0,1875	0	0,1250	80	0,1719	54
3	400	0,0000	100	0,0000	100	0,2500	0	0,0000	100	0,0625	75
4	200	0,1250	85	0,0625	83	0,1250	33	0,1250	80	0,1094	70
5	700 + 180	0,1250	85	0,1250	67	0,1875	0	0,1250	80	0,1406	58
6	700 + 700	0,3750	54	0,2500	33	0,3125	0	0,3125	50	0,3125	34
7	700 + 1000	0,1250	85	0,1250	67	0,2500	0	0,1250	80	0,1563	58
8	700 + 180	0,1875	77	0,2500	33	0,3750	0	0,1250	80	0,2344	48
9	400 + 180	0,2500	69	0,1875	50	0,3750	0	0,0625	90	0,2188	52
10	400 + 700	0,1875	77	0,1250	67	0,2500	0	0,0625	90	0,1563	58
11	400 + 1000	0,1250	85	0,1875	50	0,1250	33	0,0625	90	0,1250	64
12	400 + 180	0,2500	69	0,1250	67	0,2500	0	0,1250	80	0,1875	54
13	200 + 180	0,1875	77	0,2500	33	0,0625	67	0,0625	90	0,1406	67
14	200 + 700	0,1250	85	0,1250	67	0,2500	0	0,0000	100	0,1250	63
15	200 + 1000	0,3125	62	0,0625	83	0,2500	33	0,1875	70	0,2031	62
16	200 + 180	0,0000	100	0,0000	100	0,0000	100	0,0625	90	0,0156	98
P-Valor		0,1234		0,2333		0,5621		0,1749			

*Significativo (P<0,05); ¹ T1: Testemunha, T2: Connect®, T3: Fastac Duo®, T4: Engeo Pleno S®, T5: Connect® + *B. bassiana*, T6: Connect® + Bometil®, T7: Connect® + Meta Turbo SC®, T8: Connect® + UFSM 1, T9: Fastac Duo® + *B. bassiana*, T10: Fastac Duo® + Bometil®, T11: Fastac Duo® + Meta Turbo SC®, T12: Fastac Duo® + UFSM 1, T13: Engeo Pleno S® + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S® + Bometil®, T15: Engeo Pleno S® + Meta Turbo SC®, T16: Engeo Pleno S® + UFSM 1; ² Produto comercial (mL ou g ha⁻¹); ³ Dias após a aplicação; ⁴ Número de percevejos; ⁵ Eficiência de controle; ⁶ Média geral das avaliações; ⁷ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Comparações múltiplas (P<0,05).

Tabela 10 - Número médio adultos de *E. heros* m² nas respectivas avaliações e eficácia de inseticidas químicos x microbiológicos, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS

Tratamentos ¹	Dose ²	03 DAA ³		07 DAA		10 DAA		14 DAA		Média ⁶		
		N ⁴	E% ⁵	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%	
1° Aplicação												
1	-	0,1875		0,2500	c ⁷	0,1875	bc	0,2500	bc		0,2188	
2	700	0,0000	100	0,2500	c	0	0,0000	a	100	0,1250	abc	50
3	400	0,0625	67	0,1250	abc	50	0,0625	ab	67	0,1875	bc	25
4	200	0,0625	67	0,1250	abc	50	0,0625	ab	67	0,0625	ab	75
5	700 + 180	0,0000	100	0,0625	ab	75	0,0625	ab	67	0,0625	ab	75
6	700 + 700	0,0000	100	0,1875	bc	25	0,0000	a	100	0,0625	ab	75
7	700 + 1000	0,0625	67	0,1250	abc	50	0,0000	a	100	0,0000	a	100
8	700 + 180	0,0000	100	0,1250	abc	50	0,0625	ab	67	0,0625	ab	75
9	400 + 180	0,0625	67	0,0000	a	100	0,1250	abc	33	0,3125	c	0
10	400 + 700	0,0625	67	0,0000	a	100	0,2500	c	0	0,1875	bc	25
11	400 + 1000	0,0625	67	0,0000	a	100	0,2500	c	0	0,1250	abc	50
12	400 + 180	0,1250	33	0,0625	ab	75	0,2500	c	0	0,0000	a	100
13	200 + 180	0,0000	100	0,0000	a	100	0,0625	ab	67	0,0625	ab	75
14	200 + 700	0,0000	100	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0625	ab	75
15	200 + 1000	0,0000	100	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0625	ab	75
16	200 + 180	0,0000	100	0,0000	a	100	0,0625	ab	67	0,0000	a	100
P-Valor		0,6141		0,0087*		0,0213*		0,0416*				

*Significativo (P<0,05); ¹ T1: Testemunha, T2: Connect[®], T3: Fastac Duo[®], T4: Engeo Pleno S[®], T5: Connect[®] + *B. bassiana*, T6: Connect[®] + Bometil[®], T7: Connect[®] + Meta Turbo SC[®], T8: Connect[®] + UFSM 1, T9: Fastac Duo[®] + *B. bassiana*, T10: Fastac Duo[®] + Bometil[®], T11: Fastac Duo[®] + Meta Turbo SC[®], T12: Fastac Duo[®] + UFSM 1, T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®], T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1; ² Produto comercial (mL ou g há-1); ³ Dias após a aplicação; ⁴ Número de percevejos; ⁵ Eficiência de controle; ⁶ Média geral das avaliações; ⁷ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Comparações múltiplas (P<0,05).

Tabela 11 - Número médio adultos de *E. heros* m² nas respectivas avaliações e eficácia de inseticidas químicos x microbiológicos, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS.

Tratamentos ¹	Dose ²	03 DAA ³		07 DAA		10 DAA		14 DAA		Média ⁶	
		N ⁴	E% ⁵	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%
2° Aplicação											
1	-	0,5000		0,3750		0,6875	d ⁷	0,2500	bcde		0,4531
2	700	0,1250	75	0,1250	67	0,0625	a	91	0,3750	cdef	0
3	400	0,1875	63	0,1250	67	0,2500	abc	64	0,4375	def	0
4	200	0,0000	100	0,0000	100	0,1875	abc	73	0,0625	ab	75
5	700 + 180	0,1250	75	0,0625	83	0,1875	abc	73	0,0625	ab	75
6	700 + 700	0,0625	88	0,0000	100	0,3125	bcd	55	0,1250	abc	50
7	700 + 1000	0,2500	50	0,1250	67	0,1875	abc	73	0,1875	abcd	25
8	700 + 180	0,1275	75	0,1250	67	0,1875	abc	73	0,2500	bcde	0
9	400 + 180	0,1875	63	0,1875	50	0,1250	ab	82	0,5625	ef	0
10	400 + 700	0,5000	0	0,3125	17	0,1875	abc	73	0,7500	f	0
11	400 + 1000	0,2500	50	0,1250	67	0,4375	cd	36	0,5625	ef	0
12	400 + 180	0,2500	50	0,2500	33	0,3125	bcd	55	0,5625	ef	0
13	200 + 180	0,0625	88	0,0000	100	0,3125	bcd	55	0,1250	abc	50
14	200 + 700	0,0625	88	0,0000	100	0,0625	a	91	0,0625	ab	75
15	200 + 1000	0,0000	100	0,0000	100	0,0625	a	91	0,0000	a	100
16	200 + 180	0,0625	88	0,0625	83	0,1875	abc	73	0,0000	a	100
P-Valor		0,2396		0,0613		0,0206*		0,0007*			

*Significativo (P<0,05); ¹ T1: Testemunha, T2: Connect[®], T3: Fastac Duo[®], T4: Engeo Pleno S[®], T5: Connect[®] + *B. bassiana*, T6: Connect[®] + Bometil[®], T7: Connect[®] + Meta Turbo SC[®], T8: Connect[®] + UFSM 1, T9: Fastac Duo[®] + *B. bassiana*, T10: Fastac Duo[®] + Bometil[®], T11: Fastac Duo[®] + Meta Turbo SC[®], T12: Fastac Duo[®] + UFSM 1, T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®], T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1; ² Produto comercial (mL ou g ha⁻¹); ³ Dias após a aplicação; ⁴ Número de percevejos; ⁵ Eficiência de controle; ⁶ Média geral das avaliações; ⁷ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Comparações múltiplas (P<0,05).

Os tratamentos utilizando inseticidas químicos + microbiológicos foram eficientes e reduziram a população (ninfas + adultos) de *E. heros*. Ainda, foi possível observar que o grupo de controle (testemunha) manteve as maiores médias de *E. heros* encontrados no experimento. Aos 3DA1^aA todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha, porém não diferenciaram-se entre si (Tabela 12), com eficiências de controle variando entre 67% e 100%. Aos 7DA1^aA, T11: Fastac Duo[®] + Meta Turbo SC[®], T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1 foram mais eficientes com 100% de controle (Tabela 12). Aos 10DA1^aA, os tratamentos T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®] e T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] mantiveram-se com 100% de controle das diferentes fases de *E. heros*, e T6: Connect[®] + Bometil[®] atingiu 100%. Aos 14DA1^aA, na maioria dos tratamentos foram encontradas eficiências de controle maiores que 80%. No geral, apenas dois tratamentos obtiveram controle menor que 60% para ninfas e adultos de *E. heros* T10: Fastac Duo[®] + Bometil[®] e T12: Fastac Duo[®] + UFSM 1 com 53% e 46% de eficiência média, respectivamente. Destacando-se os tratamentos T5: Connect[®] + *B. bassiana*, T6: Connect[®] + Bometil[®], T7: Connect[®] + Meta Turbo SC[®], T8: Connect[®] + UFSM 1, T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1, que foram os mais eficazes e apresentaram controle superior a 80% (Tabela 12).

Após a segunda etapa de aplicações dos tratamentos, as avaliações realizadas aos 7DA2^aA e 14DA2^aA diferenciaram-se entre si. Aos 7DA2^aA os manejos realizados nos tratamentos T4: Engeo Pleno S[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1 reduziram o número total de *E. heros* e ambos obtiveram controle de 92%, seguidos de T3: Fastac Duo[®] e T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], que apontaram controle de 83% (Tabela 13). Na avaliação realizada aos 14DA2^aA os tratamentos T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM e T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®] alcançaram os maiores valores de eficiência de controle, com 100% e 93%, respectivamente (Tabela 13). Na média geral de controle de *E. heros*, apenas os tratamentos T4: Engeo Pleno S[®], T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®] e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1, com 81%, 82%, 81% e 91% de eficácia média, respectivamente, apresentaram os maiores valores de controle de ninfas + adultos de *E. heros*. Os demais tratamentos alcançaram eficiências entre 37% e 73%.

Tabela 12 - Número médio total (ninfas + adultos) *E. heros* m⁻² nas respectivas avaliações e eficácia de inseticidas químicos x microbiológicos, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS.

Tratamentos ¹	Dose ²	03 DAA ³		07 DAA		10 DAA		14 DAA		Média ⁶					
		N ⁴	E% ⁵	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%				
1° Aplicação															
1	-	0,3750	b ⁷	0,4375	d	0,5000	d	1,1250	e	0,6094					
2	700	0,0000	a	100	0,3125	cd	29	0,2500	cd	50	0,3750	bcde	67	0,2344	61
3	400	0,1250	a	67	0,1875	abc	57	0,1875	bcd	63	0,4375	de	61	0,2344	62
4	200	0,0625	a	83	0,1250	abc	71	0,1250	abc	75	0,1875	abc	83	0,1250	78
5	700 + 180	0,0000	a	100	0,0625	ab	86	0,1875	bcd	63	0,1875	abc	83	0,1094	83
6	700 + 700	0,0625	a	83	0,1875	abc	57	0,0000	a	100	0,1875	abc	83	0,1094	81
7	700 + 1000	0,0625	a	83	0,1250	abc	71	0,1250	abc	75	0,0625	a	94	0,0938	81
8	700 + 180	0,0000	a	100	0,1250	abc	71	0,1250	abc	75	0,1250	ab	89	0,0938	84
9	400 + 180	0,0625	a	83	0,1875	abc	57	0,2500	bcd	50	0,4375	de	61	0,2344	63
10	400 + 700	0,0625	a	83	0,2500	bcd	43	0,3750	d	25	0,4375	de	61	0,2813	53
11	400 + 1000	0,0625	a	83	0,0000	a	100	0,4375	d	13	0,3750	bcde	67	0,2188	66
12	400 + 180	0,1250	a	67	0,3750	cd	14	0,3750	cd	25	0,2500	abcd	78	0,2813	46
13	200 + 180	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0625	ab	88	0,1875	abc	83	0,0625	93
14	200 + 700	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,1250	ab	89	0,0313	97
15	200 + 1000	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0625	a	94	0,0156	99
16	200 + 180	0,0000	a	100	0,0000	a	100	0,0625	ab	88	0,0625	a	94	0,0313	95
P-Valor		0,0306*		0,0082*		0,0050*		0,0205*							

*Significativo (P<0,05); ¹ T1: Testemunha, T2: Connect[®], T3: Fastac Duo[®], T4: Engeo Pleno S[®], T5: Connect[®] + *B. bassiana*, T6: Connect[®] + Bometil[®], T7: Connect[®] + Meta Turbo SC[®], T8: Connect[®] + UFSM 1, T9: Fastac Duo[®] + *B. bassiana*, T10: Fastac Duo[®] + Bometil[®], T11: Fastac Duo[®] + Meta Turbo SC[®], T12: Fastac Duo[®] + UFSM 1, T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], T15: Engeo Pleno S[®] + Meta Turbo SC[®], T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1; ² Produto comercial (mL ou g ha⁻¹); ³ Dias após a aplicação; ⁴ Número de percevejos; ⁵ Eficiência de controle; ⁶ Média geral das avaliações; ⁷ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Comparações múltiplas (P<0,05).

Tabela 13 - Número médio total (ninfas + adultos) *E. heros* m⁻² nas respectivas avaliações e eficácia de inseticidas químicos x microbiológicos, em resposta a aplicação dos tratamentos na cultura da soja, em Santa Maria/RS.

Tratamentos ¹	Dose ²	03 DAA ³		07 DAA		10 DAA		14 DAA		Média ⁶		
		N ⁴	E% ⁵	N	E%	N	E%	N	E%	N	E%	
2° Aplicação												
1	-	1,3125		0,7500	c ⁷	0,8750		0,8750	f		0,9531	
2	700	0,3750	71	0,2500	abc	67	0,2500	71	0,5000	cde	43	0,3438 63
3	400	0,1875	86	0,1250	ab	83	0,5000	43	0,4375	bcd	50	0,3125 65
4	200	0,1250	90	0,0625	a	92	0,3125	64	0,1875	abc	79	0,1719 81
5	700 + 180	0,2500	81	0,1875	abc	75	0,3750	57	0,1875	abc	79	0,2500 73
6	700 + 700	0,4375	67	0,2500	abc	67	0,6250	29	0,4375	bcd	50	0,4375 53
7	700 + 1000	0,3750	71	0,2500	abc	67	0,4375	50	0,3125	abcd	64	0,3438 63
8	700 + 180	0,3125	76	0,3750	bc	50	0,5625	36	0,3750	abcd	57	0,4063 55
9	400 + 180	0,4375	67	0,3750	bc	50	0,5000	43	0,6250	def	29	0,4844 47
10	400 + 700	0,6875	48	0,4375	c	42	0,4375	50	0,8125	ef	7	0,5938 37
11	400 + 1000	0,3750	71	0,3125	bc	58	0,5625	36	0,6250	def	29	0,4688 49
12	400 + 180	0,5000	62	0,3750	bc	50	0,5625	36	0,6875	def	21	0,5313 42
13	200 + 180	0,2500	81	0,2500	abc	67	0,3750	57	0,1875	abc	79	0,2656 71
14	200 + 700	0,1875	86	0,1250	ab	83	0,3125	64	0,0625	ab	93	0,1719 82
15	200 + 1000	0,3125	76	0,0625	a	92	0,1875	79	0,1875	abc	79	0,1875 81
16	200 + 180	0,0625	95	0,0625	a	92	0,1875	79	0,0000	a	100	0,0781 91
P-Valor		0,1224		0,0500*		0,1169		0,0023*				

*Significativo (P<0,05); ¹ T1: Testemunha, T2: Connect®, T3: Fastac Duo®, T4: Engeo Pleno S®, T5: Connect® + *B. bassiana*, T6: Connect® + Bometil®, T7: Connect® + Meta Turbo SC®, T8: Connect® + UFSM 1, T9: Fastac Duo® + *B. bassiana*, T10: Fastac Duo® + Bometil®, T11: Fastac Duo® + Meta Turbo SC®, T12: Fastac Duo® + UFSM 1, T13: Engeo Pleno S® + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S® + Bometil®, T15: Engeo Pleno S® + Meta Turbo SC®, T16: Engeo Pleno S® + UFSM 1; ² Produto comercial (mL ou g ha⁻¹); ³ Dias após a aplicação; ⁴ Número de percevejos; ⁵ Eficiência de controle; ⁶ Média geral das avaliações; ⁷ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Comparações múltiplas (P<0,05).

Para a variável produtividade de grãos, foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 14).

Tabela 14 - Produtividade de grãos e dano causado por percevejo-marrom (DP), com a associação de inseticidas microbiológicos com inseticidas químicos aplicados na cultivar de soja NS 6601. Santa Maria - RS, 2022.

Tratamentos	Produtividade / 3m ²	g	DP (%)
Testemunha	641,56 b ¹		21,6250 f
Connect	787,27 A		11,5625 b
Fastac Duo	744,27 A		11,8125 b
Engeo Pleno S	740,82 A		9,9375 a
Connect + <i>B. bassiana</i>	713,02 A		12,4375 c
Connect + Bometil	614,05 B		12,3125 c
Connect + Meta Turbo SC	732,55 A		14,1250 d
Connect + UFSM 1	782,43 A		16,6875 e
Fastac Duo + <i>B. bassiana</i>	466,36 B		12,9375 c
Fastac Duo + Bometil	586,57 B		15,0000 d
Fastac Duo + Meta Turbo SC	636,31 B		12,0000 b
Fastac Duo + UFSM 1	612,63 B		14,2500 d
Engeo Pleno S + <i>B. bassiana</i>	546,40 B		10,0000 a
Engeo Pleno S + Bometil	546,40 B		9,4375 a
Engeo Pleno S + Meta Turbo SC	685,42 A		10,2500 a
Engeo Pleno S + UFSM 1	597,94 B		10,8125 a
P-Valor	0,0001*		0,0000*

*Significativo (P<0,05); ¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Scott Knott.

A porcentagem de dano causado por percevejos diferiu em relação à testemunha e entre si, possibilitando notar que, os tratamentos T4: Engeo Pleno S[®], T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1; resultaram nas menores porcentagens de danos, variando entre 5,37%, 5,93%, 5,18% e 5,37%, respectivamente (Tabela 14). Enquanto, na avaliação

da testemunha obteve-se 18,75% de dano causado por *E. heros*, salientando a importância da realização correta de monitoramento e amostragens no decorrer do ciclo da cultura, para a realização do manejo de insetos-praga no momento ideal.

6.4 DISCUSSÃO

Cada vez mais têm-se modificado os agroecossistemas por meio de inúmeras práticas agrícolas, e juntamente com a ausência do Manejo Integrado de Pragas, destacando-se o controle biológico, o aumento de populações de insetos-praga tem sido favorecido.

Cabe ressaltar, que a utilização de inseticidas químicos na soja em sua maioria é destinada para o controle de *E. heros*, exercendo forte pressão de seleção sobre esta espécie de praga, e tornando-a cada vez mais tolerante a esses produtos. Entretanto, para o controle de *E. heros* diferentes inseticidas microbiológicos estão registrados, sendo encontrados os fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana*, tanto em composição combinada ou isolada (BRASIL, 2022; GUEDES et al., 2022). Os danos causados durante a alimentação de *E. heros* nas plantas de soja, quando atingem grãos ou sementes em desenvolvimento, podem ser irreversíveis com elevados níveis populacionais da praga (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012). A alimentação destes insetos durante o enchimento de grãos reduz significativamente o teor de óleo e aumenta a percentagem de proteínas e ácidos graxos livres, afetando o rendimento e a qualidade (CORRÊA-FERREIRA, 2005).

Neste estudo buscou-se evidenciar o potencial de controle dos fungos entomopatogênicos no manejo de diferentes fases de *E. heros*. A somar, a utilização de FEP em campo ainda enfrenta limitações, principalmente devido a fatores ambientais, como altas temperaturas, exposição à luz ultravioleta e baixa umidade (KIEWNICK, 2006; FELIZATTI et al., 2021), dificultando a atividade biológica, a sobrevivência e a capacidade de causar mortalidade em insetos-praga (INGLIS et al., 2001). Assim, para que o fungo colonize o hospedeiro com sucesso, é indispensável a presença de elevada umidade, visto que por ser a fase mais crítica a germinação dos fungos no hospedeiro pode não ocorrer.

O desempenho dos tratamentos fúngicos no controle de ninfas e adultos de *E. heros*, em Santa Maria foi variável. Isso pode estar associado as altas temperaturas e baixa umidade durante a condução do experimento. Assim como em resultados

obtidos no Capítulo 1, em bioensaios em laboratório, na maioria dos dias avaliados, os inseticidas microbiológicos Bometil® (*B. bassiana*, IBCB 66 - $4,3 \times 10^8$ conídios/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - $3,2 \times 10^8$ conídios/g) e Meta Turbo SC® (*M. anisopliae*, IBCB 425 - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL), possibilitaram menores quantidades de percevejo-marrom e foram eficientes para controlar o total (ninfas + adultos) de *E. heros*. Em contrapartida, os tratamentos que continham as menores concentrações de conídios (10^5 Conídios/mL) obtiveram as menores porcentagens de mortalidade da praga.

Quanto os resultados obtidos avaliando adultos de *E. heros*, pode-se inferir que a liberação de compostos voláteis tenha afetado negativamente a infecção por fungos entomopatogênicos. Lopes et al. (2015) e Moraes et al. (2008), relatam que tais compostos são produzidos e armazenados pelas glândulas metatorácicas, e liberados quando em situações de estresses. De acordo com Pareja (2007), Remold (1963) e Staddon (1979), as glândulas metatorácicas são responsáveis pela produção de substâncias químicas voláteis que atuam principalmente nas estratégias de defesa contra inimigos naturais e microrganismos. Assim como, podem agir também como feromônio ou agregação.

Considerando a produtividade de grãos, não houve diferença estatística, prevalecendo a maioria dos tratamentos com produtividade relativa acima da testemunha, indicando que os FEP são capazes de oferecer proteção ao ataque de percevejos. Na realização do teste de tetrazólio, o foco principal foi analisar a porcentagem de danos nos grãos provocados pelos percevejos durante o período de enchimento. Os tratamentos utilizando Bometil® (7,94%), Meta Turbo SC® (8,69%), UFSM 1 (9,19%) e Mesopel Mix SC® (9,56%) apresentaram as menores porcentagens de sementes com danos, enquanto na testemunha se observou 15,44% de dano causado por percevejos. Os resultados obtidos demonstraram claramente a importância da realização de manejo de *E. heros*, utilizando produtos potenciais ao controle, com destaque aos bioprodutos à base de fungos entomopatogênicos.

O uso de diferentes espécies de fungos entomopatogênicos (FEP), para reduzir a densidade populacional de pragas e, conseqüentemente, os danos às culturas, desempenha importante papel em programas de manejo de pragas, destacando-se principalmente pelo mecanismo de infecção exclusivo dos FEP, garantindo a redução de problemas de resistência a inseticidas (KHAN et al., 2012). Além disso, a regularização do uso de FEP aprimorou o manejo de insetos-praga, em função da ausência de efeitos deletérios a organismos não-alvo, facilidade de produção e baixo

custo (CHARNLEY; COLLINS, 2007). Contudo, para a implementação prática do uso de FEP em programas de MIP, exige conhecimento aprofundados acerca de fatores bióticos e abióticos que interferem na ação patogênica e comportamento epizootico dos isolados fúngicos (MANTZOUKAS; ELIOPOULOS, 2020).

Quanto ao ensaio de avaliação da associação de inseticidas microbiológicos com inseticidas químicos, foi possível ponderar que utilizando inseticidas químicos + microbiológicos ocorreu a redução da população de ninfas e adultos, e que o grupo controle (testemunha) manteve as maiores médias de *E. heros* encontrados no experimento. De outro lado, a integração de métodos químicos e biológicos, permite a ampliação do período de proteção, pois quando o efeito dos inseticidas químicos diminui, os produtos biológicos passam a atuar em função do seu efeito mais lento.

Neste sentido, verificou-se que os tratamentos utilizando Engeo Pleno S[®] (Tiametoxam 141 g/L + Lambda-cialotrina 106 g/L) associado aos FEP destacaram-se frente aos demais. Isto pode estar relacionado ao efeito de absorção, translocação, e suporte no efeito residual contra a praga afetados pelos ingredientes ativos Tiametoxam 141 g/L + Lambda-cialotrina 106 g/L. Assim como, a compatibilidade biológica presente entre os ingredientes ativos e os FEP (STACKE, 2021).

A redução de *E. heros* utilizando as moléculas Lambda-cialotrina e Tiametoxam também foi observada por Fernandes et al. (2021), que em condições de campo com diferentes inseticidas para o controle desta praga, relataram alta porcentagem de mortalidade de ninfas e adultos, não diferindo dos demais tratamentos que apresentaram os menores números de percevejos marrom. Similarmente, para o controle de ninfas e adultos de *E. heros*, Lambda-cialotrina + Tiametoxam foram eficientes e apresentaram menor tempo letal e maior período residual (ROSSINI; SANTOS; PICANÇO, 2021).

Cabe ressaltar que, possíveis falhas no controle de percevejos aplicando os demais tratamentos Connect[®] (Beta-ciflutrina 12,5 g/L + Imidacloprido 100 g/L) e Fastac[®] Duo (Acetamiprido 100 g/L + Alfa-cipermetrina 200 g/L) tanto em forma isolada quanto a associados a FEP, podem estar atreladas as condições climáticas (GUEDES, 2017), a aplicação errônea ou que não alcança o inseto-alvo (GUEDES & PERINI, 2019). E, no caso deste estudo, principalmente aos fatores ambientais, como altas temperaturas, exposição à luz ultravioleta e baixa umidade, necessários a sobrevivência e a patogenicidade dos fungos entomopatogênicos (FELIZATTI et al., 2021; INGLIS et al., 2001).

Para a avaliação de danos em grãos todos os tratamentos se diferenciaram da testemunha apresentando um percentual superior de sementes sem danos visíveis mas também diferenciaram entre si, onde os tratamentos T4: Engeo Pleno S[®], T13: Engeo Pleno S[®] + *B. bassiana*, T14: Engeo Pleno S[®] + Bometil[®], e T16: Engeo Pleno S[®] + UFSM 1 foram superiores apresentando menos danos.

Apesar dos bons resultados obtidos nos experimentos, abriram-se novas oportunidades no sentido de complementar estes estudos. Reforçando que estudos futuros devem ser concentrados na otimização de uso de FEP em condições de campo, visando identificar aumentos na mortalidade de ninfas e adultos de *E. heros*.

6.5 CONCLUSÕES

Os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae* causam mortalidade variável em ninfas e adultos de *E. heros*. Bometil[®] (*B. bassiana*, IBCB 66 - $4,3 \times 10^8$ conídios/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - $3,2 \times 10^8$ conídios/g), Meta Turbo SC[®] (*M. anisopliae*, IBCB 425 - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL), possibilitaram maior eficiência de controle.

O inseticida químico sintético Engeo Pleno S[®] (Tiametoxam 141 g/L + Lambda-cialotrina 106 g/L) aplicado isolado ou em associação com entomopatógenos, causa mortalidade superior de *E. heros* em condições de campo.

Todos os fungos entomopatogênicos e inseticidas químicos aplicados promoveram um incremento em produtividade quando comparados à testemunha, observando uma menor porcentagem de dano causado por *E. heros*.

6.6 REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n.1, p. 265-267, 1925.
- BORTOLOTTO, O. C. et al. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 25–32, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 13 dez. 2022.
- BUENO, A. F. et al. Economic thresholds in soybean-integrated pest management: old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**, v. 42, n. 5, p. 439-447, 2013.
- CHARNLEY, A. K.; COLLINS, S. A. Entomopathogenic Fungi and Their Role in Pest Control. In: KUBICEK, C. P.; DRUZHININNA I. S. **Environmental and Microbial Relationships**. Springer: Cham, Switzerland, 2007. v. 4, p. 159–187.
- CONTE, O. et al. Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2017/18 no Paraná. **Documentos 402**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 66 p.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 40, n. 11, p. 1067-1072, 2005.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Cooperative Extension Service-Iowa, State University, 11p. 1977.
- FELIZATTI, A. P. et al Encapsulation of *B. bassiana* in Biopolymers: Improving Microbiology of Insect Pest Control. **Frontiers in Microbiology**. v. 12, p. 1-15, 2021.
- FERNANDES, V. F. et al. Controle de ninfas e adultos de *Euschistus heros* na cultura da Soja através de aplicações de moléculas de inseticidas isoladas e em misturas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 54523-54541, 2021.
- FONTES, J. et al. Lethal and sublethal effects of various pesticides on *Trichogramma achaeae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of economic entomology**. v. 111, p. 1219–1226, 2018.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina-PR: Embrapa Soja - CNPSO, 1998. 72p. (Documentos, 116).
- GUEDES, J. V. C. et al. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1299-1302, 2006.

GUEDES, J. V. C. et al. Pragas da soja. In: **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Editora Ceres, 2022. p.403-428.

GUEDES, R. N. C. Insecticide resistance, control failure likelihood and the First Law of Geography. **Pest Management Science**, v. 73, n. 3, p. 479-484, 2017.

GUEDES, J. V. C.; PERINI, C. R. Tecnologia de aplicação de inseticidas em culturas anuais. In: Ulisses Rocha Antuniassi; Walter Boller. (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª edição. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, p. 303-318. 2019.

INGLIS, D. G. et al. Use of hyphomycetes fungi for managing insect pests. In: BUTT, T. M.; JACKSON, C.; MAGAN, N. **Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential**. CABI International, Wallingford, p. 23–69, 2001.

KHAN S. et al. Entomopathogenic fungi as microbial biocontrol agent. **Molecular Plant Breeding**. v. 3, n. 7, p. 63-79, 2012.

KIEWNICK, S. Effect of temperature on growth, germination, germ-tube extension and survival of *Paecilomyces lilacinus* strain 251. **Biocontrol Science and Technology**, v. 16, n. 5, p. 535–546, 2006.

LOPES, R. B. et al. The fungistatic and fungicidal effects of volatiles from metathoracic glands of soybean-attacking stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) on the entomopathogen *Beauveria bassiana*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 132, p. 77–85, 2015.

MORAES, M. C. B. M.; PAREJA, R. A.; LAUMANN, M. BORGES. The chemical volatiles (Semiachemicals) produced by neotropical stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 5, p. 489-505, 2008.

MANTZOUKAS, S.; ELIOPOULOS, P. A. Endophytic entomopathogenic fungi: A valuable biological control tool against plant pests. *appls-ci-logy*. **Applied Sciences**. v. 10, n. 1, p. 360, 2020.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos Que Atacam Vagens e Grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S., MOSCARDI, F. **Soja - Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. v. 1, p. 335–420.

PANIZZI, A. R. Growing Problems with Stink Bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): Species Invasive to the U.S. and Potential Neotropical Invaders. **American Entomologist**, v. 61, n. 4, p. 203–233, 2015.

PAREJA, M. et al. Inter- and intraspecific variation in defensive compounds produced by five Neotropical stink bug species (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Insect Physiology**, 53: 639– 648, 2007.

REMOLD, H. Scent-glands of land bugs, their physiology and biological function. **Nature**, v. 198, p. 764–768, 1963.

ROSSINI, L. A. C. J.; SANTOS, A. A.; PICANÇO, M. C. Lethal and residual time of insecticides to nymphs and adults of the brown stink bug (*Euschistus heros*) (Fabricius, 1794) (Heteroptera: Pentatomidae). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e29810616364, 2021.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 3, p. 1209-1216, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 22, n. 2, p. 99–118, 2020.

STACKE, R. S. **Métodos de inoculação de *Beauveria bassiana* no percevejo *Euschistus heros* e compatibilidade com inseticidas químicos e adjuvantes**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2021.

STADDON, B. W. **The Scent Glands of Heteroptera**. *Advances in Insect Physiology*, v. 14, p. 351-418, 1979.

STURMER, G. R. et al. Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2105-2111, 2012.

TUELHER, E. S. et al. Area-wide spatial survey of the likelihood of insecticide control failure in the neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 2, p. 849-859, 2018.

7 DISCUSSÃO GERAL

E. heros é, atualmente, o percevejo mais abundante na soja, apresentando ampla distribuição de ocorrência no Brasil e países da América do Sul, além de maior tolerância aos inseticidas químicos, em comparação com os demais percevejos de ocorrência na soja. Esta espécie ocorre desde o início da fase vegetativa até o fim da fase reprodutiva da soja, alimentando-se diretamente dos grãos, desde o início da sua formação nos legumes, causando prejuízos irreversíveis tanto no rendimento de grãos como na qualidade, no potencial de germinação de sementes e no vigor.

O manejo desta praga, está baseado quase que exclusivamente no uso de inseticidas químicos, que além de apresentar falhas de eficácia, contribui para o aumento da população da praga, gerando populações menos suscetíveis e resistentes a diversos produtos químicos. Por outro lado, a adoção de diferentes táticas de controle, como a integração do controle biológico aos métodos já adotados, está atualmente em crescimento constante, não só como uma opção na rotação de modo de ação de inseticidas, mas também, visando a redução dos custos de produção e uma agricultura mais sustentável. Em vista disso, considerando a importância deste inseto-praga para a cultura da soja no Brasil, este estudo reúne resultados de laboratório e de campo, demonstrando a dinâmica acerca da integração de métodos químicos e microbiológicos no manejo de *E. heros*.

Os experimentos realizados no Capítulo 1, mostraram que a eficácia de fungos entomopatogênicos no controle do percevejo *E. heros* é variável com a aplicação de diferentes modos de transferência e Entrada (MoTE).

A transferência de inseticidas via superfície do corpo (imersão) resultou em maior mortalidade de insetos, apresentando patogenicidade e potencial de controle em um menor número de dias. Fato este possível, devido a maior exposição do tegumento do inseto aos conídios durante a imersão. Entretanto, na prática este método não é recomendado, sendo considerado somente um método padrão de ensaios laboratoriais.

Já os métodos via contato tópico e tarsal apresentaram resultados semelhantes quanto ao tempo letal para matar 50% da população de *E. heros* (TL₅₀). Contudo avaliando de forma isolada a eficácia de controle, o contato tópico demonstrou maior mortalidade acumulada aos 15 dias após a aplicação dos tratamentos. Nestes modos de transferência e entrada de fungos entomopatogênicos, os insetos são

contaminados diretamente ou por meio de movimentações sobre a área contaminada, sendo estes os mais prováveis de ocorrerem durante pulverizações em campo.

De forma geral, tanto avaliando a eficácia de fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* via aplicação de diferentes modos de transferência e Entrada (MoTE), quanto o tempo para causar mortalidade de 50% da população - TL50, no controle do percevejo *E. heros*, as maiores eficácias de mortalidade após os 15 dias de avaliação foram encontradas nos tratamentos Bometil®, UFSM 1 e Meta Turbo SC®, respectivamente *B. bassiana*, IBCB 66 ($4,3 \times 10^8$ conídios/g) + *M. anisopliae*, IBCB 425 ($3,2 \times 10^8$ conídios/g), *B. bassiana* ($1,0 \times 10^8$ conídios/mL) e *M. anisopliae*, IBCB 425 ($1,0 \times 10^8$ conídios/mL). Por outro lado, os tratamentos que continham as menores concentrações de conídios (10^5 conídios/mL) obtiveram as piores porcentagens de mortalidade, ou seja, de controle da praga.

Nos experimentos do capítulo 2 os dados observados demonstraram que embora a utilização de FEP em campo ainda enfrente limitações, principalmente devido a fatores ambientais, como altas temperaturas, exposição à luz ultravioleta e baixa umidade, o desempenho dos tratamentos fúngicos no controle de ninfas e adultos de *E. heros*, em Santa Maria foi variável. Os inseticidas microbiológicos Bometil® e Meta Turbo SC® resultaram nas menores infestações de percevejo-marrom e foram eficientes para controlar o total (ninfas + adultos) de *E. heros*. Por outro lado, os tratamentos que continham as menores concentrações de conídios (10^5 conídios/mL) obtiveram as menores porcentagens de mortalidade.

Por muito tempo, o Manejo Integrado de Pragas foi negligenciado, sendo esse um dos principais motivos em torno da abundância generalizada do percevejo-marrom, em áreas produtoras de soja. Entretanto, o uso de fungos entomopatogênicos (FEP) apresenta-se como uma forma de manejo a somar, com potencial de agir reduzindo a densidade populacional de pragas e, por consequência, os danos às culturas.

A associação de inseticidas microbiológicos com inseticidas químicos, possibilitou ponderar que utilizando inseticidas químicos + microbiológicos ocorreu a redução da população de ninfas e adultos, e que o grupo controle (testemunha) manteve as maiores médias de *E. heros* encontrados no experimento. No estudo se observou que utilizando Engeo Pleno S® (Tiametoxam 141 g/L + Lambda-cialotrina 106 g/L) associado aos FEP gerou efeitos aditivos na mortalidade de percevejos-marrom, aumentando os níveis de epizootia resultando na redução da população de

insetos. Ficou evidente que os resultados obtidos podem ser relacionados ao efeito de absorção, translocação, e suporte no efeito residual contra a praga aferidos pelos ingredientes ativos Tiametoxam 141 g/L + Lambda-cialotrina 106 g/L. Assim como, a compatibilidade biológica presente entre os ingredientes ativos e os FEP. Contudo, tais associações devem ser estudadas previamente para caracterização e previsão dos efeitos resultantes. Por outro lado, as limitações no controle de percevejos podem não estar relacionada com a baixa suscetibilidade aos tratamentos utilizados, e sim podem estar atreladas aos fatores ambientais encontrados em condições de campo, como altas temperaturas, exposição à luz ultravioleta e baixa umidade, necessários a sobrevivência e a patogenicidade de FEP.

Para finalizar, novos estudos podem caracterizar o efeito da integração de métodos químicos e biológicos no manejo de percevejo-marrom utilizando inseticidas microbiológicos a base de fungos entomopatogênicos, com destaque para *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, visando uma alternativa eficiente e menos prejudicial, buscando sumariamente a preservação ambiental e a sustentabilidade do setor agrícola, assim como a eficiência de controle em diferentes espécies de percevejos praga da soja, como *Diceraeus melacanthus*, *Diceraeus furcatus* e *Piezodorus guildinii*.

8 CONCLUSÕES

Em bioensaios laboratoriais, isolados de fungos entomopatogênicos e inseticidas microbiológicos apresentam patogenicidade aos diferentes modos de transferência e entrada, em adultos de *E. heros*.

O inseticida microbiológico Bometil® (*B. bassiana*, IBCB 66 - $4,3 \times 10^8$ conídios/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - $3,2 \times 10^8$ conídios/g) controla com eficácia utilizando o MoTE via imersão. Para as vias contato tópico e tarsal os maiores níveis de mortalidade foram obtidos pelos inseticidas microbiológicos Bometil® e Meta Turbo SC® (*M. anisopliae*, IBCB 425 - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL), e pelo FEP UFSM 1 (*B. bassiana* - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL). Enquanto para o contato via aparelho bucal o mais patogênico foi Bometil®. Sendo assim, embora as eficácias de controle nos demais tratamentos não terem sido tão satisfatórias, os FEP avaliados possuem potencial de patogenicidade, visto que com a correção da concentração de conídios podem tornarem-se mais eficientes.

O tempo letal para causar a mortalidade em 50% da população de adultos de *E. heros*, no MoTE via imersão, foi menor utilizando o tratamento Bometil[®]. Para TL₅₀ por contato tópico e tarsal os tratamentos Bometil[®], UFSM 1, e Meta Turbo SC[®] atingiram os menores números de dias.

Em condições de campo, os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae* causam mortalidade variável em ninfas e adultos de *E. heros*. E Bometil[®] (*B. bassiana*, IBCB 66 - $4,3 \times 10^8$ conídios/g + *M. anisopliae*, IBCB 425 - $3,2 \times 10^8$ conídios/g), Meta Turbo SC[®] (*M. anisopliae*, IBCB 425 - $1,0 \times 10^8$ conídios/mL), possibilitaram maior eficiência de controle.

O inseticida químico sintético Engeo Pleno S[®] (Tiametoxam 141 g/L + Lambda-cialotrina 106 g/L) aplicado isolado ou em associação com entomopatógenos, causa mortalidade superior na eficiência de controle de *E. heros*.

Todos os fungos entomopatogênicos e inseticidas químicos aplicados promoveram um incremento em produtividade quando comparados à testemunha, observando uma menor porcentagem de dano causado por *E. heros*.

9 REFERÊNCIAS

- ACHEAMPONG, M. A. et al. UV sensitivity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates under investigation as potential biological control agents in South African citrus orchards. **Fungal Biology**, v. 124, n. 5, p. 304–310, 2020.
- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Ed. Piracicaba, FEALQ. p. 289-382, 1998.
- BARCELOS, M. N. et al. Aspectos fisiológicos e fitotécnicos do ataque de *Euschistus heros* em soja. **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, v. 11, n. 1, p. 15-21, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 13 dez. 2022.
- BORTOLOTTI, O. C. et al. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 25–32, 2015.
- BUENO, A. F. et al. Assessment of a more conservative stink bug economic threshold for managing stink bugs in Brazilian soybean. **Crop Protection**, v. 71, p. 132 – 137, 2015.
- BUENO, A. F. et al. Challenges for adoption of integrated pest management (IPM): the soybean example. **Neotropical Entomology**, v. 50, p. 5–20, 2021.
- BUENO, A. F. et al. Economic thresholds in soybean integrated pest management: old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 439-447, 2013.
- BUENO, A.F. et al. Efeito do controle de percevejos realizado em diferentes intensidades populacionais sobre a produtividade da cultura da soja e qualidade das sementes. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJADA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32., 2011, São Pedro. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2011. p.65-68.
- BUGEME, D. M. et al. Effect of temperature on virulence of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to *Tetranychus evansi*. **Experimental and Applied Acarology**. v. 46, p. 275–285, 2008.
- BUTT, T. M.; GOETTEL, M. S. Bioassays of entomogenous fungi. In: NAVON, A.; ASCHER, K. R. S. **Bioassays of entomopathogenic microbes and nematodes**. Wallingford: CAB Publishing, 2000. p. 141-195.
- CASTRILLO, L. A.; ROBERTS, D. W.; VANDENBERG, J. D. The fungal past, present, and future: Germination, ramification, and reproduction. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 89, p. 46-56, 2005.

CHARNLEY, A. K. Mechanisms of fungal pathogenesis in insects. In: WHIPPS, J. M.; LUMSDEN, R. D. **Biotechnology of fungi for improving plant growth**. Cambridge Univ Press, Cambridge, 1989. p. 85–125.

CONAB. Acompanhamento safra brasileira de grãos, Safra 2021/22 – Décimo segundo levantamento. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília, v. 9, n. 12, p. 1-88, 2022.

CONTE, O. et al. Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2017/18 no Paraná. **Documentos 402**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 66 p.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Amostragem de pragas da soja. In: HOFFMANN CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja – Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa Soja, 2012. v. 1, p. 631-672.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 11, 2005.

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. Percevejos e a qualidade da semente de soja – série sementes. Embrapa Soja, 16 p, 2009.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da soja e seu manejo. **Circular Técnico, 24**, Londrina: EMBRAPA, 1999. 45 p.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S. Atividade alimentar do percevejo-marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) na safra e entressafra da soja. In: Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. Londrina/PR. **Anais...** Londrina, PR: Embrapa Soja, 2013. p. 72-74.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. **Documentos 397**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 98p.

DALLA NORA, D. et al. Isolamento e avaliação de fungos entomopatogênicos contra o percevejo marrom neotropical *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em condições de laboratório. **Biocontrol Science and Technology**, v. 31, n.1, p. 22-34, 2020.

DEGRANDE, P. E.; VIVAN L. M. Pragas da soja. In: **Tecnologia e produção: soja e Milho 2011/2012**. Maracaju: Fundação MS, 2012. p. 155-206.

DIMBI, S. et al. Effect of constant temperatures on germination, radial growth and virulence of *Metarhizium anisopliae* to three species of African tephritid fruit flies. **Biocontrol**, v. 49, p. 83–94, 2004.

EKESI, S.; MANIANIA, N. K.; AMPONG-NYARKO, K. Effect of temperature on germination, radial growth and virulence of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria*

bassiana on *Megalurothrips sjostedti*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 177–185, 1999.

FELIZATTI, A. P. et al Encapsulation of *B. bassiana* in Biopolymers: Improving Microbiology of Insect Pest Control. **Frontiers in Microbiology**. v. 12, p. 1-15, 2021.

FERNANDES, V. F. et al. Controle de ninfas e adultos de *Euschistus heros* na cultura da Soja através de aplicações de moléculas de inseticidas isoladas e em misturas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 54523-54541, 2021.

FERNANDES, E. K. K. et al. Variability in tolerance to UV-B radiation among *Beauveria* spp. isolates. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 96, n. 3, p. 237–243. 2007.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GRIGOLLI, J. F. J.; GRIGOLLI, M. M. K. Pragas da soja e seu controle. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; GITTI, D. de C.; GRIGOLLI, J. F. J.; BEZERRA, A. R.G.; MELOTTO, A. M. **Tecnologia e produção: Soja 2017/2018**. Maracaju: Fundação MS, 2018. p. 138-156.

GUEDES, J. V. C. et al. Pragas da soja. In: **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Editora Ceres, 2022. p.403-428.

GUEDES, J. C. et al. Revisão necessária. **Revista Cultivar**, v. 14, p. 22-24, 2012.

GUEDES, J. V. C.; PERINI, C. R. Tecnologia de aplicação de inseticidas em culturas anuais. In: Ulisses Rocha Antuniassi; Walter Boller. (Org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª edição. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, p. 303-318. 2019.

INGLIS, D. G, et al. Use of hyphomycetes fungi for managing insect pests. In: BUTT, T. M.; JACKSON, C.; MAGAN, N. **Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential**. CABI International, Wallingford, p. 23–69, 2001.

JARONSKI, S. T. Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. **BioControl**, v. 55, n. 1, p. 159-185, 2010.

KIEWNICK, S. Effect of temperature on growth, germination, germ-tube extension and survival of *Paecilomyces lilacinus* strain 251. **Biocontrol Science and Technology**, v. 16, n. 5, p. 535–546, 2006.

MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de Pragas da Soja**. Campinas – SP. 2009.

MOSSA, A. T. H. Green pesticides: essential oils as biopesticides in insect-pest management. **Journal of Environmental Science and Technology**. v. 9, n. 5, p. 354–378, 2016.

NAVA, D. E. Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora. **Documentos 208**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 20p.

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...** Brasília, DF: Embrapa, 2016.

ORTIZ-URQUIZA, A.; LUO, Z.; KEYHANI, N. O. Improving mycoinsecticides for insect biological control. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 99, n. 3, p. 1057-1068, 2015.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos Que Atacam Vagens e Grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S., MOSCARDI, F. **Soja - Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. v. 1, p. 335–420.

PANIZZI, A. R. Growing Problems with Stink Bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): species invasive to U.S. and potential neotropical invaders. **American Entomologist**, v. 61, n. 4, p. 223–233, 2015.

PANIZZI, A. R. History and Contemporary Perspectives of the Integrated Pest Management of Soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 119-127, 2013.

PANIZZI, A. R. et al. Stink Bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C. W.; PANIZZI, A. R. Heteroptera of economic importance. **CRC Press**, Boca Raton, p. 421-474, 2000.

PANIZZI, A. R.; VIVAN, L. M. Seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* in overwintering sites and the breaking of dormancy. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 82, p. 213-217, 1997.

PARRA, J. R. P. et al. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J. R. P; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 1-16.

POTRICH, M. et al. Manejo de pragas com fungos entomopatogênicos. In: MEYER, M.C.; BUENO, A. F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C; **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília: Embrapa, 2022. v. 1, 401-416 p.

QU, S.; WANG, S. Interaction of entomopathogenic fungi with the host immune system. **Developmental and Comparative Immunology**, n. 83, p. 96-103, 2018.

RANGEL, D. E. N. et al. Culture of *Metarhizium robertsii* on salicylic-acid supplemented medium induces increased conidial thermotolerance. **Fungal Biology**, v. 116, n. 3, p. 438–442, 2012.

RESQUÍN-ROMERO, G. et al. Virulence of *Metarhizium brunneum* (Ascomycota:Hypocreales) Strains Against Stinkbugs *Euschistus heros* and *Dichelops*

furcatus (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 5, p. 2540-2545, 2020.

RIBEIRO, F. C. et al. Manejo com inseticidas visando o controle de percevejo-marrom na soja intacta. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 3, n. 2, p. 48-53, 2016.

ROGGIA, S. et al. Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra 2013/14: resultados sumarizados de ensaios cooperativos. **Circular Técnico**, 137, Londrina: Embrapa Soja, 2018. 22 p.

SCOPEL, W.; SALVADORI, J. R.; PANIZZI, A. R.; PEREIRA, P. R. V. S. Danos de *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja infestada no estágio de grão cheio. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, p. 81–84, 2016.

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F.J.; OLIVEIRA, H. N. 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. **Tecnologia e produção: Soja 2013/2014**. Maracaju: Fundação MS, 2014. p. 178-193.

SOMAVILLA, J. C. et al. Susceptibility of *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) to Selected Insecticides in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 2, p. 924-931, 2020.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 317-320, 2001.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 3, p. 1209-1216, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D.R. et al. Manual de Identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. **Documento 269**, Londrina: Embrapa Soja, 2012. 100 p.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 22, n. 2, p. 99–118, 2020.

SOSA-GÓMEZ, D.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S., MOSCARDI, F. **Soja - Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. v. 1, p. 673–723.

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

TESSMER, M. A. et al. Histology of Damage Caused by *Euschistus heros* (F.) Nymphs in Soybean Pods and Seeds. **Neotropical Entomology**, v. 51, p. 112–121, 2022.

TUELHER, E. S. et al. Area-wide spatial survey of the likelihood of insecticide control failure in the neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 2, p. 849-859, 2018.

USDA. World Agricultural Production. Foreign Agricultural Service. **United States Department of Agriculture**, Circular Series, september 2022.

VEGA, F. E. et al. Fungal entomopathogens. **Insect pathology**, p. 171-220, 2012.

WANG, C.; WANG, S. Insect pathogenic fungi: genomics, molecular interactions, and genetic improvements. **Annual review of entomology**, v. 62, p. 73-90, 2017.

ZAMBIAZZI, E. V. et al. Controle biológico in-vitro do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) com *Beauveria bassiana*. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 2, p. 44-48, 2011.

ZERBINO, M. S.; PANIZZI, A. R. The underestimated role of pest pentatomid parasitoids in Southern South America. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 13, p. 703–718, 2019.