

BRUNA CATOIA

**DESENVOLVIMENTO DE *Euschistus heros* FABRICIUS (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) EM HOSPEDEIROS ALTERNATIVOS E CARACTERIZAÇÃO
DA INJÚRIA E ESTRESSE EM PLANTAS DE MILHO (*Zea mays* L.)**

**Botucatu
2019**

BRUNA CATOIA

**DESENVOLVIMENTO DE *Euschistus heros* FABRICIUS (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) EM HOSPEDEIROS ALTERNATIVOS E CARACTERIZAÇÃO
DA INJÚRIA E ESTRESSE EM PLANTAS DE MILHO (*Zea mays* L.)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientadora: Profa. Dra. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno
Coorientadora: Dra Cristiane Müller

**Botucatu
2019**

C366d	Catoia, Bruna Desenvolvimento de <i>Euschistus heros</i> Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae) em hospedeiros alternativos e caracterização da injúria e estresse em plantas de milho (<i>Zea mays</i> L.) / Bruna Catoia. -- Botucatu, 2019 68 p. : tabs., fotos Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu Orientadora: Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno Coorientadora: Cristiane Müller 1. Milho - Doenças e pragas - Controle e injúrias.. 2. <i>Euschistus heros</i> - praga-chave da cultura soja.. 3. Hospedeiros alternativos.. 4. Sucessão de culturas - soja e milho.. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **"DESENVOLVIMENTO DE *Euschistus heros* FABRICIUS (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM HOSPEDEIROS ALTERNATIVOS E CARACTERIZAÇÃO DA INJÚRIA E ESTRESSE EM PLANTAS DE MILHO (*Zea mays* L.)"**

AUTORA: BRUNA CATOIA

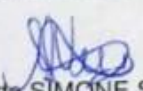
ORIENTADORA: REGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE FREITAS BUENO

COORDINADORA: CRISTIANE MÜLLER

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Prof.ª Dr.ª REGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE FREITAS BUENO
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP


Pós-Doutoranda NADIA CALDATO
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu


Pós-Doutoranda SIMONE SILVA VIEIRA
AGRIMIP / Faculdade de Ciências Agronômicas/Unesp Botucatu

Botucatu, 31 de julho de 2019.

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais e familiares pelo apoio incondicional.

À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, por todas as oportunidades e momentos maravilhosos vividos que possibilitaram a realização de um sonho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À Prof^a. Dr^a. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno, pela orientação, apoio, ética e ensinamentos transmitidos.

À Dr^a Cristiane Müller pela coorientação, auxílio e ensinamentos.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Proteção de Plantas pelos conhecimentos transmitidos ao longo desta jornada.

Aos amigos e companheiros de trabalho do grupo AGRIMIP.

Ao meu namorado, pelo apoio a finalização do trabalho.

Aos demais amigos de departamento e de vida.

RESUMO

O Brasil destaca-se como o segundo maior produtor de soja [*Glycine max* (Linnaeus) Merrill] (Fabaceae) e o terceiro maior produtor de milho [*Zea mays* (Linnaeus)] (Poaceae) no mundo. Com essa situação, tornou-se comum o sistema de sucessão de culturas com soja e milho. Essa mudança do cenário agrícola favorece pragas polífagas, como o *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), praga-chave da cultura da soja, ocorrendo também no início do desenvolvimento das plantas de milho. Informações relacionadas ao comportamento, alimentação, sobrevivência de *E. heros* em plantas daninhas ocorrentes nessas lavouras é escasso, além dos reais danos ocasionados nas plantas submetidas ou não ao tratamento de sementes. A dissertação foi dividida em dois capítulos: sobrevivência de *E. heros* em hospedeiros alternativos presentes na sucessão de culturas e caracterização das injúrias causadas pelo percevejo em plântulas de milho. No primeiro capítulo o delineamento foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos (testemunha com dieta convencional, plântulas de milho, plantas de Buva (*Conyza canadensis* L.), plantas de Capim amargoso (*Digitaria insularis* L.), plantas de Azevém (*Lolium multiflorum* L.), plantas de Caruru (*Amaranthus viridis* L.), Trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e plantas de Corda-de-viola (*Ipomoea nil*)) e quatro repetições. Foram realizadas análises e anotações diárias verificando o desenvolvimento dos percevejos para construção da tabela de vida. Os parâmetros avaliados foram: período de incubação dos ovos, viabilidade da fase de ovo, duração de cada estágio ninfal, duração do período ninfal total, número de insetos deformados, mortalidade ninfal, razão sexual, período de maturidade sexual, fecundidade, mortalidade da fase adulta e peso de fêmeas e machos na fase adulta e conclui-se que milho (*Z. mays*), *C. canadensis*, *D. insularis*, *L. perene*, *A. viridis* e *C. benghalensis* não são boas fontes alimentares para ninfas de *E. heros*. A dieta convencional e *I. nil* possibilitaram a emergência de adultos, porém, os insetos alimentados com a planta daninha testada não geraram descendentes. Em casa de vegetação, foi realizado o experimento de caracterização de injúrias e estresse. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x11. O primeiro fator foi o tratamento de sementes e o segundo fator foram diferentes níveis de infestação, com ninfas e adultos. Foram avaliados: área foliar, altura, injúria, diâmetro de caule e massa seca de planta, determinação de proteínas totais, atividade de enzimas oxidativas e compostos fenólicos. Resultaram que o ataque de *E. heros* no estágio inicial do milho causa diminuição de área foliar, altura, diâmetro de planta e massa seca. O estresse ocasionou a diminuição da produção de proteínas pela planta e aumento da peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO), superóxido-dismutase (SOD) e compostos fenólicos. Os ensaios com infestação de ninfas ocasionaram maior estresse em comparação aos demais ensaios. As plantas com tratamento de sementes resultaram em maior área foliar, menor injúria, menor atividade das enzimas de estresse e compostos fenólicos bem como maior produção de proteínas quando comparado a plantas sem tratamento de sementes.

Palavras-chave: Percevejo-marrom. Sucessão de culturas. Plantas hospedeiras. Atividade enzimática.

ABSTRACT

Brazil stands out as the second largest producer of soybean [*Glycine max* (Linnaeus) Merrill] (Fabaceae) and the third largest producer of corn [*Zea mays* (Linnaeus)] (Poaceae) in the world. In such a way, the system of succession of crops with soybean and corn has become common. The change in the agricultural scenario favors polyphagous pests, such as *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), a key pest in soybean crops, also occurring at the beginning of the development of corn plants. Information related to the behavior, feeding, support of *E. heros* in weeds occurring in these crops is scarce, in addition to the real damage caused to plants submitted or not to seed treatment. The dissertation was splitted into two chapters: Survival of *E. heros* in alternative hosts present in the succession of cultures and characterization of the injuries caused by the brown stink bug in corn seedlings. In the first chapter, the design was completely randomized, with eight treatments (witness with conventional diet, corn seedlings, *Conyza. Canadensis* L., *Digitaria insularis* L., *Lolium multiflorum* L., *Amaranthus viridis* L., *Commelina benghalensis* L. and *Ipomoea nil* and four replications. Analyzes and daily notes were carried out verifying the development of stink bugs for the construction of the life chart. The parameters obtained were: egg incubation period, viability of the egg phase, time of each nymphal stage, duration of the total nymphal period, number of deformed insects, nymphal mortality, sex ratio, sexual maturity period, fecundity, adult phase mortality and weight of male and females in adulthood and it is concluded that corn (*Z. mays*), *C. canadensis*, *D. insularis*, *L. perennial*, *A. viridis* and *C. benghalensis* are not good food sources for *E. heros* nymphs. The conventional diet and *I. nil* enabled the emergence of adults, however, the insects fed with the tested weed did not generate offspring. In a greenhouse, injury and stress characterization experiment was carried out. The experimental design used was a randomized block in a 2x11 factorial scheme. The first factor was seed treatment and the second factor was different levels of infestation, with nymphs and adults. Were measured: leaf area, height, injury, stem diameter and dry mass of the plant, determination of total proteins, activity of oxidative enzymes and phenolic compounds. The *E. heros* attack in the corn initial stage causes a decrease in leaf area, height, plant diameter and dry mass. The stress caused a decrease in the production of proteins by the plant and an increase in peroxidase (POX), polyphenoloxidase (PPO), superoxide dismutase (SOD) and phenolic compounds. The essays with nymph infestation caused greater stress compared to other essays. Plants with seed treatment resulted in greater leaf area, less injury, less activity of stress enzymes and phenolic compounds, as well as higher protein production when compared to plants without seed treatment.

Key words: Brown stink bug. Crop succession. Host plants. Enzymatic activity.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPÍTULO 1 - DESENVOLVIMENTO DE <i>Euschistus heros</i> FABRICIUS (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS	17
RESUMO	17
ABSTRACT	18
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.1 Delineamento experimental	20
2.2 Ovos de <i>Euschistus heros</i>	20
2.3 Cultivo das plantas hospedeiras	21
2.4 Ambiente utilizado e instalação do experimento	21
2.5 Avaliação do período ninfal.....	21
2.6 Avaliação da fase adulta	22
2.7 Tabela de vida	22
2.8 Análise estatística	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1 Período total de desenvolvimento ovo-adulto	23
3.2 Desenvolvimento ninfal e sobrevivência	24
3.3 Razão sexual, peso de machos e fêmeas, adultos deformados e maturidade sexual.....	30
3.4 Longevidade e total de ovos	31
3.5 Tabela de vida	32
REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DE INJÚRIAS E ESTRESSE CAUSADOS POR <i>Euschistus heros</i> (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) EM PLANTAS DE MILHO (<i>Zea mays</i> L.)	35
RESUMO	35
ABSTRACT	36
1. INTRODUÇÃO	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
2.1 Caracterização da área experimental	38
2.2 Criação e manutenção da espécie <i>Euschistus heros</i>	39
2.3 Delineamento Experimental	39
2.4 Avaliações realizadas	42

2.4.1 Eficiência do tratamento de sementes no controle de <i>E. heros</i>	42
2.4.2 Área foliar	42
2.4.3 Altura de planta	42
2.4.4 Injúrias.....	43
2.4.5 Diâmetro de caule	43
2.4.6 Massa seca	43
2.5 Análises bioquímicas.....	43
2.5.1 Determinação da enzima peroxidase (POX)	44
2.5.2 Determinação da enzima polifenoloxidase (PPO)	44
2.5.3 Determinação de proteínas totais.....	44
2.5.4 Determinação de superóxido-dismutase (SOD)	44
2.5.5 Determinação de fenóis.....	45
2.6 Análise estatística	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
3.1 Eficiência do tratamento de sementes no controle de <i>E. heros</i>	45
3.2 Área foliar	46
3.3 Altura de planta	48
3.4 Injúria.....	49
3.5 Diâmetro de planta	50
3.6 Massa seca	51
3.7 Análises enzimáticas, compostos fenólicos e proteínas totais	51
3.7.1 Atividades da peroxidase, polifenoloxidase, superóxido-dismutase e compostos fenólicos nas folhas de milho.....	51
3.7.2 Expressão de proteínas totais nas folhas de milho	55
3.7.3 Atividade da peroxidase, polifenoloxidase, superóxido-dismutase e compostos fenólicos em caules de plantas de milho	57
3.7.4 Expressão de proteínas totais nos caules de milho	61
REFERÊNCIAS	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
REFERÊNCIAS	67

INTRODUÇÃO GERAL

A crescente demanda por alimentos direciona a agricultura para sistemas de produção que garantam o aumento da produtividade das culturas, bem como, o aproveitamento das áreas, com cultivos sucessivos (GIACHINI et al., 2017). Mais de 25 milhões de hectares estão em sistema de plantio direto e rotação de culturas no país. O sistema que merece maior destaque no território nacional é o envolvendo as culturas da soja (*Glycine max* L. Merrill) (Fabaceae) e milho (*Zea mays* L.) (Poaceae), devido às extensas áreas que essas culturas ocupam, pela importância no agronegócio, pelos efeitos benéficos e atuais problemas fitossanitários ocorrentes (RAZA et al., 2019).

O Brasil é o segundo maior produtor de soja no mundo, com aproximadamente 115 milhões de toneladas na safra 2018/19 (USDA, 2019; CONAB, 2019), perdendo apenas para os EUA, com aproximadamente 123,7 milhões de toneladas (USDA, 2019). Destaca-se também como o primeiro país em exportação e em área plantada, com aproximadamente 35,874 milhões de hectares (CONAB, 2019). A cultura é plantada em todo o território nacional, especialmente nos estados das regiões Centro-Oeste, Sul e Nordeste do país (CONAB, 2019). Enquanto que, para a cultura do milho, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial e a produção foi estimada em aproximadamente 100 milhões de toneladas para a safra 2018/19. Os estados com maior produção são Mato Grosso, Paraná e Goiás, concentrando mais de 50% de toda produção nacional (CONAB, 2019)

A soja é uma das principais culturas utilizadas para compor os sistemas de rotação e sucessão de culturas, tanto considerando os aspectos econômicos e por ser uma leguminosa eficiente em fixação de nitrogênio no solo. Nesse contexto, após a safra de soja, é comumente realizado o plantio de milho na maioria dos estados produtores, sendo uma atividade de grande rentabilidade para a segunda safra do ano (RAZA et al., 2019).

A segunda safra, mesmo que plantada com espécies diferentes da cultivada anteriormente, deve ser manejada com alto critério, visto que ambas as culturas podem receber infestações das mesmas espécies de pragas (SMANIOTTO; PANIZZI 2015). Durante todo o desenvolvimento das culturas, estas apresentam suscetibilidade a diversas pragas, as quais são responsáveis por perdas na produção (SILVA et al., 2012). A utilização sem posicionamento técnico dos produtos

fitossanitários empregados para o controle destes organismos, normalmente seleciona populações resistentes e reduz a população de inimigos naturais existentes (GUEDES; CUTLER, 2014).

Na cultura da soja, considerados como pragas-chave, os percevejos fitófagos (Pentatomidae) são de grande importância, pois atacam diretamente as vagens e os grãos ocasionando perdas na produção (PANIZZI et al., 2013). Após a dessecação e colheita da cultura, esses insetos deslocam-se em procura de alimento e abrigo em plantas existentes na área de cultivo ou em plantações próximas, outrora entram em estado de quiescência em meio à palhada existente no solo, esperando condições climáticas favoráveis e a emergência de plantas para se alimentarem e reproduzirem (CORRÊA- FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Na cultura do milho, principalmente na segunda safra, o ataque inicia-se após a sua emergência. O complexo de percevejos com as espécies *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) se alimentam e causam danos a plântulas de milho neste sistema de sucessão, ocasionando atraso no desenvolvimento da cultura, morte das plantas e consequentemente, redução na produtividade (PANIZZI et al., 2015).

O percevejo *E. heros* usualmente se alimenta de plantas da família Fabaceae, Solanaceae, Brassicaceae e Compositae (SMANIOTTO; PANIZZI 2015). Preferencialmente, alimenta-se da soja de dezembro a abril, época do cultivo no país. Após a senescência e colheita da cultura, dispersa-se para plantas alternativas ou permanece no solo (PANIZZI; NIVA, 1994). Os adultos apresentam coloração marrom-escura, com prolongamento no pronoto em forma de espinhos (PANIZZI, 2000). A longevidade média é de 116 dias e, seus ovos são depositados em pequenas massas de cor amarelada, com uma média de 5-8 ovos por massa. Próximo à eclosão das ninfas, os ovos apresentam coloração rósea. A oviposição ocorre preferencialmente nas folhas e vagens de soja (VILLAS-BÔAS; PANIZZI, 1980).

As ninfas recém-eclodidas medem aproximadamente 1,3 mm e tem corpo alaranjado-avermelhado e cabeça preta. Apresentam hábito gregário e permanecem sobre os ovos até o segundo ínstar. As ninfas de segundo a quinto ínstar apresentam colorações que variam de cinza a marrom. Iniciam a alimentação no segundo ínstar, porém é no terceiro ínstar que esses insetos mais se alimentam e começam a causar danos nas sementes de soja (GRAZIA et al., 1980). A duração média do desenvolvimento de ovo a adulto é de 28,4 dias a 25°C (PANIZZI, 2009).

Ao se alimentarem, injetam saliva contendo enzimas digestivas e sugam o conteúdo liquefeito (LUCINI; PANIZZI, 2018). Porém, essas enzimas possuem a capacidade de alterar a fisiologia e bioquímica dos tecidos (PEIFFER; FELTON, 2014; DEPIERI; PANIZZI, 2011) podendo causar a morte dos tecidos vegetais, das sementes e causar a produção de grãos chochos, enrugados e com baixo vigor (AZAMBUJA et al., 2013). A saliva dos percevejos contém ácido indolacético, que é considerado um composto fitotóxico para as plantas e resulta na retenção foliar, dificultando a colheita (PANIZZI et al., 2013). Em milho, tanto as ninfas quanto os adultos sugam a seiva das plantas. Atacam principalmente a base do colmo da planta, o que pode causar murcha, seca e perfilhamento. Pode haver formação de manchas enegrecidas no local da alimentação e, em folhas do cartuxo, pode causar enrolamento, deformação e amarelecimento (PANIZZI; CHOCOROSQUI, 2000).

Quando submetidas a algum tipo de estresse, seja bióticos ou abióticos, as plantas reagem gerando uma série de respostas bioquímicas e fisiológicas, ativando diferentes rotas metabólicas e induzindo a formação de espécies reativas de oxigênio (ERO's), que são subprodutos tóxicos de processos metabólicos como a respiração e a fotossíntese e são utilizadas como moléculas de sinalização de respostas vegetais a diversos sinais, seja ambientais ou endógenos em consequência de estresses a nível celular (VANLERBERGHE, 2013; BARBOSA, 2014), podendo reduzir o potencial produtivo da planta.

Outro problema que causa reduções na produtividade das culturas é a competição com plantas daninhas, pois a planta invasora compete pela luz solar, nutrientes, água, diminui a qualidade do grão e compromete as operações. O conhecimento das plantas infestantes da área é importante para os produtores, pois auxilia na escolha de um manejo adequado destas plantas e principalmente um monitoramento constante de qualquer tipo de mudança da flora daninha, tanto ao nível de espécies predominantes quanto de biótipos dentro de cada espécie (COLBACH et al., 2019).

Atualmente, com a utilização em larga escala de soja e milho RR (tolerante a herbicida) houve um aumento substancial das aplicações de glifosato em campo, o que contribuiu na seleção de plantas resistentes ao seu modo de ação (GAZZIERO, 2005). Com a maior dificuldade no controle dessas plantas, há possibilidade de intensificar o problema de pragas das culturas de interesse, uma vez que algumas plantas daninhas comuns nos sistemas de sucessão de culturas entre soja e milho

podem desempenhar função de hospedeiras alternativas a esses insetos (PANIZZI et al., 2015).

Sendo uma praga polífaga, *E. heros* tem sido relatado se alimentando e completando o ciclo em plantas daninhas associadas a cultura da soja e do milho, como o amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.) (Euphorbiaceae) (PANIZZI; MENEGUIM, 1989) e o carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC) (Asteraceae) (PANIZZI, 1997).

Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar o desenvolvimento de *E. heros* em diferentes hospedeiros presentes no sistema de sucessão de culturas de soja e milho além de avaliar as injúrias e o estresse causado por diferentes níveis de infestação do percevejo em plântulas de milho com e sem tratamento de sementes.

CAPÍTULO 1

DESENVOLVIMENTO DE *Euschistus heros* FABRICIUS (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS

Bruna Catoia¹, Cristiane Müller², Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno¹

¹Departamento de Proteção Vegetal, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu – SP.

²Corteva Agriscience. AC Mogi-Mirim, CEP 13800-970, Mogi Mirim-SP. Caixa-postal: 226.

RESUMO

Avaliou-se parâmetros biológicos, a tabela de vida e a fertilidade de *E. heros* alimentados com diferentes hospedeiros, sendo: dieta convencional (vagem verde de feijão (*Phaseolus vulgaris*), amendoim (*Arachis hypogaea*) e grãos de soja (*Glycine max*)), milho (*Zea mays*), plantas de buva (*Conyza canadensis*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), azevém (*Lolium multiflorum*), caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e corda-de-viola (*Ipomoea nil*). Os insetos que se alimentaram de dieta convencional e *I. nil* foram os únicos que completaram o desenvolvimento de ovo à adulto, entre 29,56 e 47,28 dias, respectivamente. Por meio da tabela de vida determinou-se a duração média de uma geração (T) e a razão finita de aumento (λ), resultando em 53 dias e 1,08 para os insetos alimentados com dieta convencional e zero para os insetos que se alimentaram de *I. nil*, em ambos os parâmetros, pois não geraram descendentes. Esses resultados demonstram que o milho (*Z. mays*), *C. canadensis*, *D. insularis*, *L. multiflorum*, *A. viridis*, *C. benghalensis* e *I. nil* podem apenas auxiliar na manutenção e sobrevivência de populações de *E. heros* em condições de escassez de alimento em campo, não sendo adequadas para nutrição e perpetuação da espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Percevejo-marrom. Sucessão de culturas. Plantas daninhas. Tabela de vida.

ABSTRACT

Biological parameters and the life and fertility schedule of *E. heros* fed with different hosts were evaluated: conventional diet (green bean (*Phaseolus vulgaris*), Peanut (*Arachis hypogaea*) and soybean (*Glycine max*)); maize (*Zea mays*); *Conyza canadensis*; *Digitaria insularis*; *Lolium multiflorum*; *Amaranthus viridis*; *Commelina benghalensis* and *Ipomoea nill*. The insects that fed the conventional diet and *I. nill* were the only ones that completed the development from egg to adult, between 29.56 and 47.28 days, respectively. The average duration of one generation (T) and the finite rate of increase (λ) were determined by means of the life schedule, resulting in 53 days and 1.08 for the insects fed with conventional diet and zero for the insects that fed from *I. nill*, in both parameters, since they did not generate offspring. These results demonstrate that maize (*Z. mays*), *C. canadensis*, *D. insularis*, *L. multiflorum*, *A. viridis*, *C. benghalensis* and *I. nill* may only assist in the maintenance and survival of *E. heros* populations under conditions of food shortages in the field and aren't suitable for the nutrition and perpetuation of the species.

KEY WORDS: Brown stink bug. Crop succession. Host plants. Life schedule.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como o segundo maior produtor de soja (*Glycine max* L. Merrill) (Fabaceae) e o terceiro maior produtor de milho (*Zea mays* L.) (Poaceae) no mundo (CONAB, 2019). Com a necessidade do uso intensivo das terras agricultáveis, tornou-se comum os sistemas de sucessão e rotação de culturas, sendo o cultivo de sucessão entre soja e milho o de maior destaque (RAZA et al., 2019). Nos estados produtores de grãos, a segunda safra com milho é semeada após a colheita da soja. Esse cenário desencadeou o crescimento populacional de algumas espécies de pragas que podem causar danos significativos em diversas culturas, como os percevejos (SMANIOTTO; PANIZZI, 2015).

Os percevejos fitófagos (Hemiptera: Pentatomidae) são insetos sugadores, que para se alimentarem, introduzem o estilete no tecido da planta. Podem se alimentar de diversas estruturas, porém frutos e sementes são preferência de alimentação. Na cultura da soja, esses percevejos se alimentam de vagens e grãos, ocasionando a formação de grãos chochos, favorecendo a entrada de patógenos e causando a retenção foliar devido à saliva injetada, o que dificulta a colheita e causa perdas substanciais na produção (PANIZZI et al., 2015).

Após a dessecação e colheita da soja, muitas espécies de percevejos deslocam-se em procura de alimento e abrigo em plantas existentes na área de cultivo ou em plantações próximas. Outrora, entram em estado de quiescência em meio à palhada existente no solo, esperando condições climáticas favoráveis e a emergência de plantas para se alimentarem e se reproduzirem. Nessa ocasião, percevejos que antes causavam apenas danos em plantações de soja, passam a se alimentar de plântulas de milho. Dentre eles, destacam-se, com maior frequência e infestação, as espécies: *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) que causam atraso do desenvolvimento da cultura, amarelecimento e danos em folhas, morte da gema apical, diminuição do “stand” de plantas e redução na produtividade (PANIZZI et al., 2015).

Atualmente, com a adoção massal de plantas transgênicas com a tecnologia RR (Roundup Ready – plantas resistentes ao herbicida glifosato) o problema de controle de plantas daninhas se intensificou, pois muitas delas adquiriram resistência aos herbicidas comumente utilizados ou simplesmente por serem plantas de difícil

controle (COLBACH et al., 2019). Com isso, há possibilidade de intensificar o problema de pragas das culturas de interesse, uma vez que se manejadas erroneamente, algumas plantas daninhas comuns nos sistemas de sucessão de culturas entre soja e milho podem servir de hospedeiras alternativas a esses organismos (PANIZZI et al., 2015).

Euschistus heros, considerado uma das principais pragas do ciclo da soja é polífaga e, possui relatos de alimentação em diversas plantas, incluindo plantas daninhas associadas as culturas da soja e do milho (PANIZZI, 1997; PANIZZI; MENEGUIM, 1989). Nesse contexto, objetivou-se avaliar parâmetros biológicos e sobrevivência de *E. heros* em diferentes hospedeiros presentes no sistema de sucessão de culturas de soja e milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no laboratório do Grupo de Pesquisa em Manejo Integrado de Pragas (AGRIMIP), no Departamento de Proteção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA/UNESP, Campus de Botucatu-SP.

2.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos foram: T1 – dieta convencional (vagem verde de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (Fabaceae), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (Fabaceae) e grãos de soja (*G. max*)); T2 – plântulas de milho (*Z. mays*); T3 – plantas de Buva (*Conyza canadensis* L.) (Asteraceae); T4 – plantas de Capim amargoso (*Digitaria insularis* L.) (Poaceae); T5 – plantas de Azevém (*Lolium multiflorum* L.) (Poaceae); T6 – plantas de Caruru (*Amaranthus viridis* L.) (Amaranthaceae); T7 – Trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) (Commelinaceae) e T8 – plantas de Corda-de-viola (*Ipomoea nil*) (Convolvulaceae).

2.2 Ovos de *Euschistus heros*

Os ovos utilizados foram provenientes de uma criação estabelecida em laboratório em sala climatizada a temperatura de 25°C ± 3°C, UR 70% ± 10% e fotofase de 14 horas. Os adultos de *E. heros* foram mantidos em gaiolas de polietileno transparentes, com tampas vedadas com tecido “voile” para a circulação de ar. A dieta oferecida para os insetos foi composta por amendoim cru (*A. hypogaea*), vagem

de feijão (*P. vulgaris*) e sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.).

Após a cópula, as fêmeas ovipositaram em um tecido fixado na lateral interna da gaiola e todos os ovos foram recolhidos e acondicionados em recipientes de polietileno com tampas vedadas com tecido “voile” com capacidade de 1000 mL em B.O.D até a eclosão das ninfas.

O desenvolvimento de ovo a ninfa de primeiro ínstar se completou em cinco dias e logo após foi ofertado algodões umedecidos para o aporte de água até o segundo ínstar. A duração da fase ovo-segundo ínstar ocorreu em oito dias.

No primeiro dia do segundo ínstar, os insetos foram separados nos respectivos tratamentos com o auxílio de um pincel de cerdas macias.

2.3 Cultivo das plantas hospedeiras

As sementes utilizadas nos experimentos foram compradas na empresa Agrocósmos, de Engenheiro Coelho - SP. As plantas daninhas utilizadas foram cultivadas em casa-de-vegetação, semeadas em bandejas e após a germinação foram transplantadas em vasos de 40 L para crescimento, enquanto que, as plântulas de milho utilizadas foram plantadas em recipientes plásticos furados de 50mL cada para posteriormente serem ofertadas aos insetos.

2.4 Ambiente utilizado e instalação do experimento

Durante as primeiras 24 horas do segundo ínstar, as ninfas foram separadas para os tratamentos testados, contendo 20 ninfas por repetição. Foram utilizadas gaiolas de poliestireno com capacidade para 500mL, com tampas vedadas com tecido “voile” e papel para germinação como substrato. As gaiolas foram mantidas em laboratório climatizado, a temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14 horas. Foram feitos cortes de partes vegetativas e reprodutivas das plantas daninhas testadas, inseridas em espumas floral umedecida para a manutenção da turgidez, com exceção da dieta convencional e plântulas de milho e assim, foram ofertadas aos insetos. A troca dos alimentos ocorreu a cada dois dias.

2.5 Avaliação do período ninfal

Foram realizadas avaliações diárias a partir do momento da instalação do experimento até a emergência dos adultos. As avaliações contabilizaram a duração

(em dias) e taxa de sobrevivência de cada estágio ninfal, além do total de dias do desenvolvimento ovo-adulto.

Os insetos que sobreviveram, se tornaram adultos e ovipositaram, foram acompanhados, alimentados com a mesma planta ou dieta testada, avaliando viabilidade dos ovos, período de eclosão, duração dos ínstaras (em dias), taxa de sobrevivência e total de dias do desenvolvimento ovo-adulto.

2.6 Avaliação da fase adulta

Após a emergência dos adultos, dez casais de mesma idade foram colocados nas gaiolas dos respectivos tratamentos. Os parâmetros avaliados foram razão sexual, porcentagem de adultos com deformação, peso de machos e fêmeas virgens e após acasalamento, longevidade da fase adulta (dias), quantidade de ovos produzidos, ovos não fecundados, ovos fecundados sem eclosão, ovos eclodidos, mortalidade e número de ninfas nos respectivos hospedeiros.

2.7 Tabela de vida

Para os cálculos da tabela de vida foram utilizados adultos emergidos de cada tratamento, que foram separados em casais de mesma idade. Parâmetros como mortalidade das ninfas durante os estágios de desenvolvimento e de adultos foram contabilizados e utilizados no cálculo da taxa de sobrevivência. Os ovos ovipositados por fêmea durante a semana foram utilizados para cálculo da tabela de vida e acompanhados até a eclosão das ninfas e posteriormente até a fase adulta.

A partir dos dados anotados foi elaborada a tabela de vida. As colunas da tabela foram compostas por:

- a) **x**: intervalo de idade (estágio etário) no qual será tomada a amostra – adotou-se a contagem por semanas;
- b) **mx**: fertilidade específica, equivalendo ao número de descendentes produzidos durante o estágio x, representado por fêmeas. Considerando razão sexual (fêmeas / fêmeas + machos);
- c) **lx**: taxa de sobrevivência durante o estágio x, isto é, a probabilidade do inseto nascido estar vivo na idade específica;
- d) **mx.lx**: multiplicação da fertilidade específica (mx) com a taxa de sobrevivência (lx) durante um estágio específico (x);

e) **mx.lx.x**: multiplicação da fertilidade específica (mx), a taxa de sobrevivência (lx) e o número de semanas estudadas (x).

Após o preenchimento da tabela, foi feita a somatória de todos os valores na coluna de mx.lx e mx.lx.x. Em seguida, foram feitos os cálculos:

- Taxa líquida de reprodução (R_0) em dias: $R_0 = \sum mx.lx$
- Período médio (T), que contabiliza o período que compreende o nascimento das ninfas até adulto. É o tempo que dura uma geração: $T = \sum mx.lx.x / \sum mx.lx$
- Razão infinitesimal (rm): $rm = \ln R_0 / T$
- Razão finita de aumento (λ), que representa o número estimado de fêmeas geradas por semana: $\lambda = \text{anti log } (rm)$

2.8 Análise estatística

Os resultados foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos, a homogeneidade de variância dos tratamentos e consequentemente comparados pelo teste Tukey à 5%. Os resultados da variável sobrevivência por dias foram comparados pelo teste de Logrank ($\alpha=0,05$). Os valores da tabela de vida foram submetidos ao modelo Jackknife.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Período total de desenvolvimento ovo-adulto

Os períodos totais de desenvolvimento de ovo à adulto de cada tratamento testado diferiram entre si estatisticamente. Os insetos alimentados com dieta convencional emergiram adultos em 29,56 dias, enquanto que os alimentados com *I. nill* em 47,28 dias. Nos demais tratamentos, os insetos não completaram o ciclo de ovo à adulto (Tabela 1).

Tabela 1 - Duração total (dias) de ovo-adulto e sobrevivência (%) de *E. heros* em razão da alimentação em hospedeiros alternativos

Tratamentos	Ovo-adulto	
	Duração (dias)	Sobrevivência (%)
Dieta convencional	29,56 a	77 a
<i>Z. mays</i>	- ¹	0 c
<i>C. canadensis</i>	- ¹	0 c
<i>D. insularis</i>	- ¹	0 c
<i>L. multiflorum</i>	- ¹	0 c
<i>A. viridis</i>	- ¹	0 c
<i>C. benghalensis</i>	- ¹	0 c
<i>I. nill</i>	47,28 b	27 b
F	0,00	0,00
CV (%)	4,49	4,87
Erro padrão	0,19	1,85

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%

¹os insetos dos respectivos tratamentos não completaram o desenvolvimento

Em relação a porcentagem total de sobrevivência durante o desenvolvimento ovo-adulto, *E. heros* alimentados com dieta convencional obtiveram em média 77% de sobrevivência em todo o período estudado, já em alimentados com *I. nill*, a sobrevivência caiu para 27%. Os demais tratamentos, como não completaram o desenvolvimento de ovo à adulto, a porcentagem de sobrevivência foi nula (Tabela 1).

3.2 Desenvolvimento ninfal e sobrevivência

As médias de duração do segundo ínstar dos insetos diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Os percevejos alimentados com dieta convencional se desenvolveram mais rápido os insetos dos demais tratamentos. Alimentando-se de plântulas de milho, a duração do segundo ínstar aumentou quando comparado à dieta convencional. Os insetos alimentados com *C. canadensis* e *D. insularis* não concluíram o segundo ínstar ninfal porém, sobreviveram em média 6,22 e 4,81 dias, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Duração (dias) dos ínstar de *E. heros* em razão da alimentação em hospedeiros alternativos

Tratamentos	Duração (dias)			
	Segundo ínstar	Terceiro ínstar	Quarto ínstar	Quinto ínstar
Dieta convencional	5,00 a	5,71 b	4,95 b	5,90 b
<i>Z. mays</i>	7,08 bc	2,06 a	-	-
<i>C. canadensis</i>	6,22 ab ¹	-	-	-
<i>D. insularis</i>	4,81 a ¹	-	-	-
<i>L. multiflorum</i>	8,73 c	10,86 c	3,84 ab	0,60 a ¹
<i>A. viridis</i>	11,39 d	4,50 ab	2,60 a ¹	-
<i>C. benghalensis</i>	8,39 c	2,40 a ¹	-	-
<i>I. nill</i>	8,90 c	11,37 c	10,02 c	8,98 c
F	0,00	0,00	0,00	0,00
CV (%)	11,86	24,97	18,34	17,83
Erro padrão	0,40	0,61	0,32	0,24

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%

¹insetos morreram durante o ínstar estudado

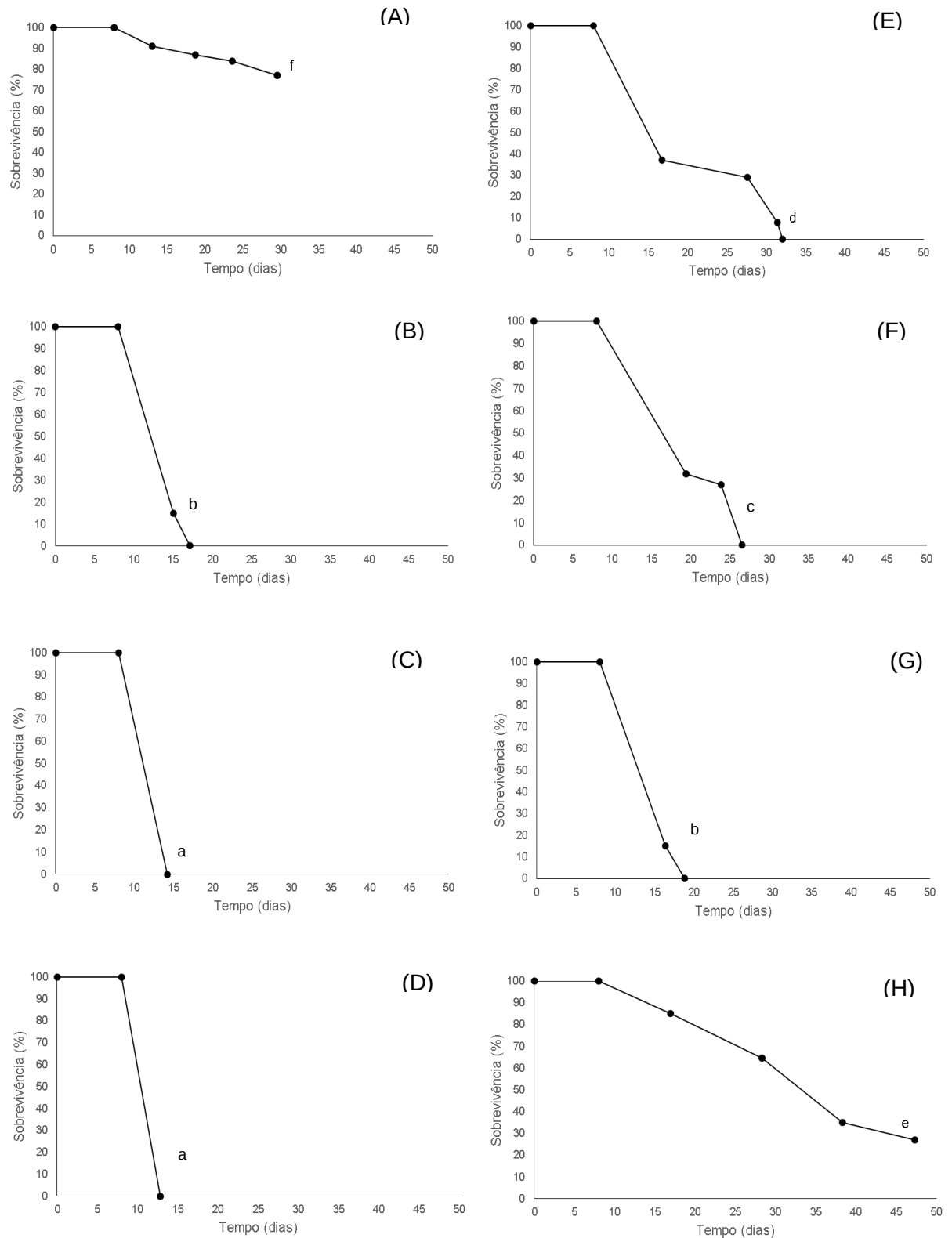
Insetos que se alimentaram de milho e *C. benghalensis* não concluíram o terceiro ínstar ninfal, sobrevivendo em média 2,06 e 2,4 dias. Com a dieta convencional e *A. viridis*, os percevejos concluíram o terceiro ínstar com maior rapidez, em média 5,71 e 4,5 dias, respectivamente. Com os demais tratamentos, *L. multiflorum* e *I. nill*, a duração do ínstar ultrapassou 10 dias para ambos (Tabela 2).

Durante o quarto ínstar, os insetos alimentados com *A. viridis* não sobreviveram, restando apenas os que foram criados em dieta convencional, *L. multiflorum* e *I. nill*. A duração do período diferiu entre os tratamentos remanescentes, 4,95, e 10,02 dias, respectivamente. Os insetos alimentados com *L. multiflorum* não completaram o quinto ínstar. Os remanescentes dos tratamentos completaram o quinto ínstar em 5,9 e 8,98 dias na devida ordem (Tabela 2).

As curvas de sobrevivência mostram a mortalidade de ninfas sob diferentes alimentações ao decorrer dos dias estudados. A mortalidade das ninfas alimentadas com *D. insularis* (Figura 1d) e *C. canadensis* (Figura 1c) não diferiram estatisticamente entre si, com 100% de mortalidade durante o segundo ínstar. Os tratamentos em que foram ofertadas plântulas de milho (Figura 1b) e *C. benghalensis* (Figura 1g) não sobreviveram ao terceiro ínstar e também não obtiveram diferenças estatísticas entre si, enquanto que, os demais tratamentos diferiram estatisticamente. *Ipomoea nill*

(Figura 1h) e a dieta convencional (Figura 1a) foram os tratamentos com maior taxa de sobrevivência, 77% e 27%, respectivamente (Tabela 1).

Figura 1 - Curvas de sobrevivência de *E. heros* alimentados com (A) dieta convencional, (B) milho (*Zea mays*), (C) *Conyza canadensis*, (D) *Digitaria insularis*, (E) *Lolium multiflorum*, (F) *Amaranthus viridis*, (G) *Commelina benghalensis* e (H) *Ipomoea nil*. Curvas seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Logrank ($\alpha=0,05$)



Para propiciar um ótimo desenvolvimento do percevejo diversos fatores devem ser considerados, como alimento, temperatura, umidade relativa e fotoperíodo. O impacto da alimentação sobre a duração dos estágios ninfais de *E. heros* e sua sobrevivência é algo estudado por pesquisadores (KRUPKE et al., 2006). Em estudo comprovou-se que, *E. heterophyla* propiciou um melhor desenvolvimento de ninfas quando comparada a alimentação com soja e *C. cajan* (PANIZZI; OLIVEIRA 1998). *Amaranthus retroflexus* (Amaranthaceae) permite o desenvolvimento das ninfas até quarto ínstar, causando altas taxas de mortalidade após este estágio (MEDEIROS; MEGIER, 2009).

A qualidade nutricional e aspectos morfológicos dos alimentos consumidos exercem grande influência na sobrevivência e desenvolvimento de artrópodes, uma vez que vitaminas, sais minerais, carboidratos, lipídios, aminoácidos, esteróis e aleloquímicos podem provocar alterações na digestibilidade e assimilação de compostos. O efeito da nutrição está intimamente correlacionado com a duração dos estágios de desenvolvimento, mortalidade e com o desempenho reprodutivo. Quando alimentados desde ninfas com alimentos adequados nutricionalmente, apresentam efeito positivo sob o desempenho dos adultos. Portanto, a quantidade e qualidade do alimento consumido na fase jovem podem afetar diretamente o crescimento, tempo de desenvolvimento, longevidade, fecundidade e capacidade de competição com outros adultos (PARRA, 1991).

Os resultados obtidos com a dieta convencional apresentaram-se satisfatórios no desenvolvimento dos percevejos quando comparada aos demais tratamentos e aproxima-se do resultado encontrado por Silva et al. (2008).

Euschistus heros não se desenvolveu até a fase adulta alimentado apenas com plântulas de milho porém, esta é frequentemente utilizada como forma de alimento em lavouras de produção. *D. melacanthus* também apresenta o mesmo comportamento quando alimentado apenas com plântulas de milho, não completando o desenvolvimento até a fase adulta e com altos índices de mortalidade no terceiro ínstar ninfal. Em plantas de soja, *E. heros* e *D. melacanthus* completam o desenvolvimento e tem capacidade de gerar descendentes férteis (CHOCOROSQUI, PANIZZI, 2008). Para esses insetos, a alimentação e o ataque em lavouras de milho nos estágios iniciais, podem ocorrer devido a escassez de alimento, em razão dos períodos de entressafra.

A nula sobrevivência de percevejos alimentados com *D. insularis* pode ser resultante de aspectos químicos e morfológicos da planta. Essa gramínea apresenta grande quantidade de tricomas nas folhas, colmos e bainhas, além de cera depositada sob a cutícula (CARVALHO et al., 2012). Essas estruturas podem dificultar o caminhar da ninfa sob suas folhas e inflorescências, dificultando a alimentação.

Lolium multiflorum, apresentou resultados diferentes que os demais tratamentos. As ninfas desenvolveram até o quinto ínstar, porém não chegaram ao estágio adulto. Essa planta, diferente da *D. insularis*, possui pouco ou nenhum pêlo e tricomas, além de ser amplamente utilizada como forrageira no sul do país pelo seu valor nutricional (FONTANELI et al., 2009). Essas características podem facilitar e incrementar a alimentação de *E. heros*, tanto em seu colmo ou inflorescências.

A alta densidade tricomática aliada a grande espessura de cutícula são características das plantas de *C. canadensis* (PROCOPIO et al., 2003). Na espécie de *C. benghalensis* estudada observa-se grande quantidade de pêlos tectores, longos e curtos, com extremidade afilada ou curva (SANTOS et al., 2002). As características de ambas espécies estudadas também podem estar associadas a dificuldade de caminhar e alimentação das ninfas de percevejo. Ao se alimentar de *C. benghalensis*, *D. melacanthus* conclui o período ninfal com aproximadamente 39 dias, enquanto que em sementes de soja apenas em 22 dias. Esses resultados indicam o potencial alimentício de *C. benghalensis* para outros indivíduos pertencentes a família Pentatomidae (SILVA et al., 2013).

O gênero *Ipomoea* (Corda de viola) contém diversas espécies de plantas com diferentes compostos de atividades farmacológicas, nutricionais e anti-nutricionais em quantidades que variam de acordo com a espécie (MEIRA et al., 2012). De modo geral, as plantas desse gênero apresentam grande quantidade de vitaminas, minerais e aminoácidos essenciais, bem como carboidratos, proteínas e açúcares (KROCHMAL-MARCZAK et al., 2014). Porém, as folhas de algumas espécies podem possuir quantidades consideráveis de ácido fítico, taninos, alcalóides e oxalatos, que são importantes anti-nutrientes (MEIRA et al., 2012). O desenvolvimento das ninfas de *E. heros* podem ter ocorrido devido ao alto valor nutricional atribuído às plantas desse gênero.

A presença de plantas daninhas no campo após a colheita da soja possibilita uma maior sobrevivência dos percevejos, servindo como “ponte verde” até a emergência da próxima cultura da área de produção (PANIZZII; NIVA, 1994). Áreas

com elevadas infestações de *L. multiflorum*, *A. viridis* e *I. nill* podem viabilizar a sobrevivência de *E. heros* por maior tempo (Figura 1). Em estudos anteriores de sobrevivência, *E. heros* não completou ciclo em plantas do gênero *Ipomoea*, o que pode sinalizar possível adaptação do inseto a alimentação nessas plantas. Por esta razão, o correto manejo de plantas daninhas durante todo o ciclo das culturas e entressafra pode contribuir para a diminuição da população de insetos fitófagos (PANIZZI et al., 2015).

3.3 Razão sexual, peso de machos e fêmeas, adultos deformados e maturidade sexual

Razão sexual foi o único parâmetro avaliado que não diferiu estatisticamente entre os tratamentos. Os valores de peso de machos e fêmeas virgens e depois de acasalados diferiram entre os tratamentos avaliados, resultando em 75,06mg, 74,77mg e 77,02mg 81,20mg em insetos alimentados com dieta convencional e 58,18mg, 62,15mg e 69,73mg e 71,92mg em insetos que se alimentaram apenas de *I. nill*, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Razão sexual, porcentagem de insetos deformados (pernas e asas), maturidade sexual (dias) e peso de adultos (mg) virgens e acasalados (fêmeas e machos) de *Euschistus heros* em 24 horas após a emergência e 24 horas após acasalamento

Tratamentos	Razão sexual	Peso (mg)				Deformação	Maturidade sexual (dias)
		Fêmeas virgens	Fêmeas acasaladas	Machos virgens	Machos acasalados		
Dieta convencional	0,48 a	74,77 a	81,20 a	75,06 a	77,02 a	2,49 a	8,32 a
<i>I. nill</i>	0,46 a	62,15 b	71,92 b	58,18 b	69,73 b	16,99 b	12,63 b
F	0,55	0,001	0,00	0,00	0,00	0,025	0,001
CV (%)	7,22	3,34	2,17	3,91	1,61	21,31	8,64
Erro padrão	0,01	1,05	0,70	1,16	0,53	5,20	0,40

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%

A porcentagem de insetos que emergiram com algum grau de deformação aumentou nas ninfas que se alimentaram de *I. nill*, resultando em 16,99% contra 2,49% dos alimentados com dieta convencional, bem como a maturidade sexual desses insetos foi mais tardia, a primeira cópula em insetos alimentados com *I. nill* ocorreu após 12,63 dias, enquanto que os alimentados com dieta convencional a cópula ocorreu após 8,32 dias em média (Tabela 3).

O peso de fêmeas e machos virgens e acasalados encontrado foi semelhante ao encontrado por MEDEIROS; MEGIER (2009). Normalmente, as fêmeas de *E. heros* apresentam maior peso corpóreo que machos quando em condições ideais de desenvolvimento (SILVA et al., 2014; MENDOZA et al., 2016), porém, quando sofrem alguma alteração, tendem a apresentar o desenvolvimento alterado (MENDOZA et al., 2016). O baixo peso corpóreo de *E. heros* alimentados com *I. nill* pode ser consequência do teor de compostos anti-nutricionais presentes na planta (MEIRA et al., 2012).

A razão sexual se aproximou da já conhecida por Mendoza et al. (2016) e Silva et al. (2014). A maturidade sexual e a porcentagem de deformação estão intimamente ligadas a qualidade do alimento ingerido, além da temperatura e fotoperíodo para o primeiro parâmetro (KRUPKE et al., 2006).

3.4 Longevidade e total de ovos

O parâmetro longevidade de fêmeas e machos diferiu estatisticamente entre os tratamentos testados. Fêmeas adultas sobreviveram em média 60,76 dias em dieta convencional, enquanto que em *I. nill*, apenas 23,01 dias. Machos, por sua vez, sobreviveram 60,01 dias e 25,74 dias, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 - Longevidade (dias) e total de ovos por fêmeas, ovos eclodidos, fecundados sem eclosão e não fecundados de *Euschistus heros* sob diferentes alimentações

Tratamentos	Longevidade			Ovos		
	Fêmea	Macho	Total/fêmea	Eclodidos	Fecundados sem eclosão	Não fecundados
Dieta convencional	60,76 a	60,01 a	341,16 a	286,17 a	14,72 b	40,04 a
<i>I. nill</i>	23,01 b	25,74 b	44,14 b	0,00 b	0,00 a	44,14 a
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
CV (%)	4,57	2,98	3,35	3,93	10,33	14,22
Erro padrão	0,93	0,53	2,88	2,51	0,34	2,67

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%

Em dieta convencional, a média de ovos por fêmea se aproximou a 341 ovos. Os ovos eclodidos, fecundados sem eclosão (com mancha rósea) e não fecundados atingiram 286,17, 14,72 e 40,04 ovos, respectivamente. Enquanto que, os insetos alimentados com *I. nill* resultaram em uma média de 44,14 ovos por fêmea, sendo desse total, todos não fecundados (Tabela 4).

A longevidade também é um parâmetro intimamente ligado à alimentação e fatores abióticos (KRUPKE et al., 2006). A presença de compostos anti-nutricionais de *I. nill* podem ter influenciado na longevidade dos adultos testados, bem como na produção de ovos por fêmea e sua fecundação, uma vez que todos os ovos ovipositados não estavam fecundados (MEIRA et al., 2012).

3.5 Tabela de vida

A taxa líquida de reprodução (R_o) dos insetos alimentados com a dieta convencional atingiu a capacidade de aumento de 94,24. Esse parâmetro é calculado considerando o número de descendentes de cada fêmea acasalada e a respectiva mortalidade no período ninfal. A duração média de uma geração (T) foi de 53,39 dias e os valores da razão infinitesimal de aumento (rm) e razão finita de aumento (λ) foram de 0,08513 e 1,0888, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Tabela de vida de *Euschistus heros* alimentando-se de dieta convencional e *Ipomoea nil*

Tratamentos	R_o	T	rm	λ
Dieta convencional	94,24	53,39	0,08513	1,0888
<i>I. nill</i>	0	0	0	0

R_o – taxa líquida de reprodução dos indivíduos; T – duração média de uma geração em dias; rm - razão infinitesimal de aumento da espécie; λ – razão finita de aumento da espécie.

Todos os parâmetros avaliados para a tabela de vida de *I. nill* não obtiveram resultados pois todos os ovos produzidos pelos adultos não resultaram em descendentes (Tabela 5).

Conclui-se que milho (*Z. mays*), *C. canadensis*, *D. insularis*, *L. multiflorum*, *A. viridis* e *C. benghalensis* não são adequadas como fonte alimentar para o desenvolvimento de ninfas de *E. heros*. A dieta convencional e *I. nill* possibilitaram a emergência de adultos, porém, os insetos alimentados com a planta daninha testada não geraram descendentes. *E. heros* pode se alimentar de plantas de milho apenas em consequência das poucas opções de alimentação após a retirada a soja da lavoura, tendo, portanto, a necessidade de maiores estudos relacionados a esse inseto. Logo, esses hospedeiros alternativos podem apenas auxiliar na manutenção e sobrevivência das populações deste inseto nos períodos de escassez de alimento em condições de campo.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO L. B. et al.. Pool of resistance mechanisms to glyphosate *Digitaria insularis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 60(2):615–622, 2012.
- CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R.. Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. **Neotrop. entomol.**, Londrina , v. 37. 2008. Doi: 10.1590/S1519-566X2008000400001.
- COLBACH, N. et al. The response of weed and crop species to shading: Which parameters explain weed impacts on crop production? **Field Crops Research**, 238, 45-55.2019. doi:10.1016/j.fcr.2019.04.008
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 6. Safra 2018/19. Junho, 2019.
- FONTANELI, R. N. et al. Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira. 1. Ed. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2009. 340 p.
- KROCHMAL-MARCZAK, B. et al. Nutrition value of the sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivated in south – eastern Polish conditions. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research**. v..4, 169-178, 2014.
- KRUPKE, C. H. et al. Diel periodicity of *Euschistus conspersus* (Heteroptera: Pentatomidae) aggregation, mating, and feeding. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 99, p. 169-174, 2006.
- MEDEIROS, L.; MEGIER, G. A. Ocorrência e desempenho de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) em Plantas hospedeiras alternativas no Rio Grande do Sul. **Neotrop Entomol.** 2009.
- MEIRA, M. et al. Review of the genus *Ipomoea*: traditional uses, chemistry and biological activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 2012.
- MENDOZA, A. C. et al. Lyophilized artificial diet for rearing the neotropical *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 41-49, 2016. Doi:10.1093/jisesa/iew025
- PANIZZI, A. R. et al. Manejo integrado dos percevejos barriga-verde, *Dichelops* spp. em trigo. **Embrapa Trigo**, *Ser. Documentos*, 114. 2015.
- PANIZZI, A. R.; MENEGUIM, A. M. Performance of nymphal and adult *Nezara viridula* on selected alternate host plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 50: 215-223. 1989.
- PANIZZI, A. R.; NIVA, C. C. Overwintering strategy of the brown stink bug in northern Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 29. P. 509-511. 1994.
- PANIZZI, A. R.; OLIVEIRA, E.D.M. Performance and seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* nymphs and adults on a novel food plant (pigeonpea) and soybean. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 88, p. 169-175, 1998.

PANIZZU, A.R. Entomofauna changes with soybean expansion in Brazil, p. 166-168. In Napompeh, B. (ed). **Proceedings World Soybean Research Conference**, 5, 581 p. 1997.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 9-57.

PROCOPIO, S.O. et al . Estudos anatômicos de folhas de espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil: III - *Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* e *Ipomoea cairica*. **Planta daninha**, v. 21, n. 1, p. 1-9, Apr. 2003.

RAZA, M. A. et al. Effect of planting patterns on yield, nutrient accumulation and distribution in maize and soybean under relay intercropping systems. **Scientific Reports**, 9(1). 2019. doi:10.1038/s41598-019-41364-1

SANTOS, I.C. et al . Caracteres anatômicos de duas espécies de trapoeira e a eficiência do glyphosate. **Planta daninha**, Viçosa , v. 20, n. 1, p. 1-8, Apr. 2002 .

SILVA, C.C.; LAUMANN, R.A.; BLASSIOLI, M.C.; PAREJA, M.; BORGES, M. *Euschistus heros* mass rearing technique for the multiplication of *Telenomus podisi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.575-580, 2008

SILVA, G. V. et al. No impact of Bt soybean that express Cry1Ac protein on biological traits of *Euschistus heros* (Hemiptera, Pentatomidae) and its egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera, Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 58, n. 3, p. 285-290, 2014. Doi: dx.doi.org/10.1590/S0085-56262014000300010

SILVA, J. J. et al. Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) host plants. **Neotrop Entomol.** p. 141-145. 2013

SMANIOTTO, L. L.; PANIZZU, A. R. Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the Neotropics. **Florida Entomologist**, Florida, n. 1, v. 98, p. 7-17, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1653/024.098.0103>

USDA. **World agricultural supply and demand estimates**. 2019. Disponível em:<<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: jun. 2019.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DE INJÚRIAS E ESTRESSE CAUSADOS POR *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) EM PLANTAS DE MILHO (*Zea mays* L.)

Bruna Catoia¹, Mirela Mayumi Nagaoka¹, Cristiane Müller², Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno¹

¹Departamento de Proteção Vegetal, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu – SP.

²Corteva Agriscience. AC Mogi-Mirim, CEP 13800-970, Mogi Mirim-SP. Caixa-postal: 226.

RESUMO

O milho é uma das culturas agrícolas de maior importância nacional e sua produtividade pode ser afetada por insetos-praga. *Euschistus heros*, praga-chave da cultura da soja, tem ganhado relevância na fase inicial da cultura do milho. Sendo assim, o estudo teve por objetivo caracterizar as injúrias e o estresse causados por *E. heros* em plantas de milho tratadas e não tratadas com inseticidas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e o delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x11, em que o primeiro fator foi o tratamento de sementes e o segundo fator foram diferentes níveis de infestação, entre ninfas e adultos. Foram avaliados a área foliar das plantas, altura, injúria, diâmetro de caule e massa seca, além de expressão de proteínas totais, atividade de enzimas oxidativas e compostos fenólicos. O ataque de *E. heros* no estágio inicial do milho causa diminuição de área foliar, altura, diâmetro de planta e massa seca. As plantas com tratamento de sementes resultaram em maior área foliar e menor injúria quando comparado a plantas sem tratamento de sementes. As plantas de milho, quando submetidas ao estresse por alimentação de *E. heros* apresentam diminuição na produção de proteínas, aumento da expressão da POX, PPO, SOD e fenóis. As plantas de milho não submetidas ao tratamento de sementes com inseticida apresentaram maior estresse quando comparado com as demais.

PALAVRAS-CHAVE: Percevejo-marrom. Insetos fitófagos. Pragas agrícolas. Atividade enzimática.

ABSTRACT

Corn is one of the agricultural crops of greatest national importance and its productivity can be affected by insect pests. *Euschistus heros*, a key pest in soybean cultivation gained relevance in the initial phase of corn cultivation. Thus, the study aimed to characterize the injuries and stress caused by *E. heros* in corn plants treated and not treated with insecticides. The experiment was conducted in a greenhouse and the experimental design used was the randomized blocks in a 2x11 factorial scheme, in which the first factor was seed treatment and the second factor was different levels of infestation, between nymphs and adults. The plant leaf area, height, injury, stem diameter and dry mass were evaluated, as well as the expression of total proteins, activity of oxidative enzymes and phenolic compounds. The attack of *E. heros* in the initial stage of corn causes a decrease in leaf area, height, plant diameter and dry mass. Plants with seed treatment resulted in a larger leaf area and less injury when compared to plants without seed treatment. Corn plants, when subjected to stress by feeding *E. heros*, show decreased protein production, increased expression of POX, PPO, SOD and phenols. Corn plants not subjected to seed treatment with insecticide showed greater stress when compared to the others.

KEY-WORDS: Brown stink bug. Phytophagous insects. Agricultural pests. Enzymatic activity.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta pertencente à família Poaceae, sendo um dos principais cereais cultivados mundialmente e indispensável à humanidade, uma vez que é insumo para elaboração de diversos produtos e muito utilizado na alimentação animal e humana (CONAB, 2019).

No panorama mundial, o Brasil é terceiro maior produtor, antecedido por Estados Unidos e China (USDA, 2019). Sua produção foi estimada em aproximadamente 97 milhões de toneladas para a safra 2018/19 e os estados com maior produção são Mato Grosso, Paraná e Goiás, concentrando mais de 50% de toda produção nacional (CONAB, 2019).

Apesar de atingir bons rendimentos, a produção nacional é afetada por diversos fatores, sendo os insetos-praga responsáveis por perdas significativas durante todo o desenvolvimento das plantas de milho (VALICENTE, 2015). Nesse sentido, o aumento de problemas com insetos-praga está diretamente relacionado as alterações no processo produtivo de grãos no país, com plantio de áreas de milho logo após a colheita da soja, possibilitando uma ponte verde entre culturas e a adoção do sistema de plantio direto, oferecendo condições favoráveis para a sobrevivência de insetos-praga por maior tempo nos agroecossistemas (SMANIOTTO; PANIZZI, 2015).

Além disso, o sistema de produção soja-milho tem levado a mudanças na entomofauna associada às culturas. Em função disso, o complexo de percevejos responsáveis por danos na fase reprodutiva da cultura da soja, se adaptou e tem causado danos a fase inicial da cultura do milho (SMANIOTTO; PANIZZI 2015).

Entre o complexo dos percevejos fitófagos, destaca-se o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) como a espécie que ocorre com maior frequência e abundância nas regiões produtoras de soja. Atualmente, é considerado a principal praga da cultura da soja durante o estágio reprodutivo, devido à adaptação a altas temperaturas e grandes amplitudes térmicas, sua ocorrência é predominante no Centro Oeste e nas demais áreas produtoras de soja do país. Em função do comportamento e hábitos alimentares, a identificação de percevejos no campo de produção de milho é dificultada. De forma geral, *E. heros* pode ser encontrado sob restos de cultura (palhada) nos horários mais quentes do dia, bem como em grãos após a colheita da soja e em plantas daninhas remanescentes da cultura anterior, preferindo os horários de temperaturas mais

amenas para se alimentar (PANIZZI et al., 2015).

Os primeiros relatos da ocorrência do percevejo-marrom em lavouras de milho surgiram nos últimos anos e nunca estiveram associados a danos expressivos nesta cultura, provavelmente pela competição com outras pragas das principais regiões produtoras. Nas últimas safras, foi observado maiores infestações do percevejo-marrom, registrando-se o ataque nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura do milho (PANIZZI et al., 2015). Entretanto, os sintomas do ataque são menos notados, pois o estilete de *E. heros* é curto e dificilmente provoca danos severos como o perfilhamento ou, até mesmo, a morte da planta. Normalmente, o que se observa são lesões simétricas nas folhas mais novas e desenvolvimento mais lento das plantas atacadas, originando plantas com espigas pequenas ou até mesmo, nos casos mais severos, plantas sem espigas, comprometendo a produtividade final da lavoura (SMANIOTTO; PANIZZI 2015).

Como consequência da alimentação desses percevejos, pode ocorrer a formação de espécies reativas de oxigênio (ERO's), importante alteração metabólica para plantas em condição de estresse. A eliminação dessas espécie reativas de oxigênio e a proteção contra os danos oxidativos nos tecidos das plantas ocorrem através de um sistema de defesa antioxidante, representado pelas enzimas peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO), superóxido-dismutase (SOD) e compostos secundários, como os fenóis (ZHAO et al., 2016).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as injúrias e o estresse causado por diferentes níveis de infestação do percevejo *E. heros* em plântulas de milho com e sem tratamento de sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na cidade de Botucatu – SP, na Faculdade de Ciências Agronômicas, junto ao departamento de Proteção Vegetal. Foi conduzido em casa-de-vegetação e o híbrido utilizado foi Syn8a98 Viptera, safra 2016/17, peneira 22c, de ciclo precoce. A unidade experimental foi composta por dois vasos plásticos com capacidade para 12 litros, onde foram cultivadas 3 plantas de milho em cada vaso, seguindo as recomendações para a cultura.

2.2 Criação e manutenção da espécie *Euschistus heros*

Os insetos utilizados eram provenientes de uma criação estoque estabelecida em laboratório em sala climatizada a temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, UR $70\% \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Os adultos de *E. heros* foram mantidos em gaiolas compostas por caixas de polietileno transparentes, cujas tampas foram vedadas com tecido “voile” permitindo a circulação de ar. Inicialmente, 25 casais foram colocados em cada recipiente e, após a cópula, as fêmeas ovipositaram em um tecido fixado na lateral interna da gaiola. Os ovos foram recolhidos e armazenados em placas de Petri e após a emergência, as ninfas foram transferidas para as gaiolas. Os adultos foram sexados e transferidos para as gaiolas para oviposição. A dieta oferecida para adultos e ninfas foi composta por amendoim cru (*Arachis hypogaea* L.), vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) (SILVA, et al., 2008).

2.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2×11 , em que o primeiro fator foi o tratamento de sementes e o segundo fator foram os níveis de infestação. Os tratamentos foram: uma fêmea por planta (T1); duas fêmeas por planta (T2); um macho por planta (T3); dois machos por planta (T4); um casal por planta (T5); dois casais por planta (T6); uma ninfa de 3º ínstar por planta (T7); duas ninfas de 3º ínstar por planta (T8); uma ninfa de 5º ínstar por planta (T9); duas ninfas de 5º ínstar por planta (T10) e testemunha sem infestação (T11). Os tratamentos foram compostos por 5 repetições. Os níveis de infestação foram baseados no nível de controle de percevejos preconizado na cultura da soja (HOFFMAN-CAMPO et al., 2012).

O tratamento de sementes foi realizado com imidacloprido (150g/L) + tiodicarbe (450g/L) seguindo as recomendações do fabricante do produto comercial (350 mL. ha⁻¹) e logo em seguida realizou-se a semeadura.

A infestação ocorreu no estágio fenológico V1 (Figura 1 e 2). Os insetos utilizados foram mantidos sem alimento por 24 horas antes da infestação, apenas com água. Após 48h os insetos foram retirados das plantas. Foi confeccionado gaiolas a partir de copos de 770mL e tecido tipo “voile” (Figura 3 e 4).

Figura 2 – Plantas de milho apresentando primeira folha verdadeira expandida (V1), antes das infestações



Fonte: Autoria própria.

Figura 3 - Infestação artificial com *E. heros*



Fonte: Autoria própria.

Figura 4 - Gaiolas utilizadas no experimento



Fonte: Autoria própria.

Figura 3 - Área experimental no dia da infestação



Fonte: Autoria própria.

Para as análises bioquímicas, em cada tratamento foram retiradas duas amostras, sendo a primeira composta pela primeira folha expandida da planta e a segunda pelo caule da planta de milho.

2.4 Avaliações realizadas

Após as 48h foram contabilizados os insetos mortos e posteriormente retirados da unidade experimental. Foi coletado amostras da primeira folha expandida e caule de duas plantas por tratamento. As amostras foram acondicionadas em papel alumínio e imediatamente submergidas em nitrogênio líquido para paralisação das atividades enzimáticas para posteriormente, realização das extrações e análises.

Avaliações como área foliar, altura, injúria, diâmetro de caule e massa seca foram realizadas dez dias após a retirada dos insetos da unidade experimental, para possibilitar a melhor expansão das folhas, caracterização e visualização das injúrias.

2.4.1 Eficiência do tratamento de sementes no controle de *E. heros*

Foi contabilizado os insetos mortos nos diferentes tratamentos e posteriormente determinou-se a eficiência do tratamento de sementes com imidacloprido e tiodicarbe sob as diferentes infestações de *E. heros*. Ressalta-se que, para o cálculo da eficiência do controle houve a correção da mortalidade natural e utilizou-se como testemunha os demais tratamentos do presente trabalho, plantas não submetidas ao tratamento de sementes e cultivadas em mesma casa-de-vegetação, proporcionando condições idênticas de cultivo, além da utilização da fórmula de Abbott (1925), descrita a seguir:

$$MC (\%) = \frac{\% Mo - \% Mt}{100 - \% Mt} \times 100$$

MC = Mortalidade corrigida

Mo= Mortalidade Observada

Mt= Mortalidade na Testemunha

2.4.2 Área foliar

Duas plantas foram coletadas para determinação da área foliar com medidor de área foliar de bancada (LICOR, modelo LI-3100).

2.4.3 Altura de planta

Foi medido a altura de planta em duas plantas de milho, do solo até o anel da última folha dobrada.

2.4.4 Injúrias

Para caracterizar as injúrias foi adotada uma escala de notas, onde 0 (zero) será atribuída para plantas isentas de injúrias; 1 (um) para plantas com folhas com pontuações, sem redução de porte; 2 (dois) para plantas com leve injúria no cartucho (parcialmente enrolado), com redução de porte; 3 (três) para plantas com cartucho encharutado (preso) ou plantas perfilhadas e; 4 (quatro) para plantas com cartucho seco ou morto (Figura 5) (COPATTI; OLIVEIRA, 2011).

2.4.5 Diâmetro de caule

O diâmetro de caule foi aferido com auxílio de um paquímetro, no terço médio da planta.

2.4.6 Massa seca

As plantas foram cortadas rente ao solo e lavadas individualmente para secagem em estufa (a 65°C durante seis dias ou até massa constante) para posterior avaliação da massa seca da parte aérea.

2.5 Análises bioquímicas

Como mencionado anteriormente, foram utilizadas duas plantas por tratamento e retirado as primeiras folhas expandidas e caule. O material vegetal foi acondicionado em papel alumínio e imediatamente submergidas em nitrogênio líquido para paralização e preservação da atividade enzimática. O material foi mantido em freezer até a realização das extrações e análises.

O material vegetal foi macerado em cadinhos com nitrogênio líquido e posteriormente adicionado o tampão fosfato de potássio pH 6,7 a 0,1M para extração (0,100mg de material vegetal para 5 mL de tampão) e centrifugado a 10.000 rpm por 5 minutos em centrífuga refrigerada a 5°C. O sobrenadante foi retirado e a alíquota restante foi acondicionada em freezer em Eppendorfs enumerados para as análises de peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO), proteínas totais e superóxido-dismutase (SOD).

Para a análise de fenóis existente nas plantas foi utilizado 0,100mg de material vegetal e adicionou-se 5 mL de acetona a 50% para a extração. O material ficou submerso em banho ultrassom por 20 minutos e depois centrifugado a 5.000 rpm por

dez minutos. Foi retirado o sobrenadante e todo o processo é repetido, formando então uma alíquota que foi mantida em freezer até a análise.

As análises foram realizadas em triplicata para homogeneidade dos dados.

2.5.1 Determinação da enzima peroxidase (POX)

As amostras foram preparadas em tubos de vidro com 1,0 mL da extração, 0,5 mL do tampão fosfato de potássio e 0,5 mL de solução fenol e aminoantipirina (APP). Os tubos foram levados para o banho-maria a 30°C por 5 min e a reação paralisada com a imersão destes em água fervente. A leitura foi realizada a 505nm no espectrofotômetro e o valor resultante foi utilizado no cálculo de determinação da atividade da peroxidase. A unidade específica da enzima peroxidase resulta-se em $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$ (LIMA et al., 1999).

2.5.2 Determinação da enzima polifenoloxidase (PPO)

As amostras foram preparadas em tubos de ensaio com 0,3 mL da extração e 1,85 mL de catecol a 0,1M. Os tubos foram levados para o banho-maria a 30°C por 30 min para ocorrer a reação. Ao final desse tempo, foi adicionado 0,8 mL de ácido perclórico para paralisar a reação e realizada a leitura a 395 nm no espectrofotômetro. O valor da leitura foi utilizado para o cálculo da determinação da enzima polifenoloxidase e a unidade específica resultou-se em $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$ (LIMA et al., 1999).

2.5.3 Determinação de proteínas totais

Para a análise, as amostras foram preparadas com 50 μL da extração bruta e 2,5 mL da solução de Bradford. A reação ocorreu por 15 minutos e posteriormente foi feita a leitura em espectrofotômetro a 595 nm (BRADFORD, 1976).

2.5.4 Determinação de superóxido-dismutase (SOD)

As amostras foram preparadas com 50 μL da extração bruta e 2,950 μL da solução de trabalho (para 120 mL de tampão fosfato 50mM pH 7,8 adicionou-se 13mM de metionina, 75 μM de NBT, 100 nM EDTA e 2 μM de riboflavina). Com a iluminação (15 W a 25°C) dos tubos iniciou-se a reação e, após 5 min, o final da reação foi determinado pela interrupção da luz. O composto formado pela reação, redução do NBT, foi determinado pela leitura de absorção do espectrofotômetro a 560nm. Os tubos sem reação (branco) foram mantidos com papel alumínio, para proteção contra

a luz. A leitura obtida no espectrofotômetro foi utilizada para o cálculo de determinação da SOD e a unidade específica definida foi U. μg^{-1} proteína (KOSHIBA, 1999; PEIXOTO et al., 1999).

2.5.5 Determinação de fenóis

Para determinação de fenóis totais na amostra, as amostras foram preparadas com 0,1 mL do extrato para fenóis já feito, 0,9 mL de água deionizada, 0,5 mL de Folin, 2,5 mL de carbonato de sódio a 20%. Os tubos foram agitados e deixados descansar por 30 min para a reação acontecer. Após esse tempo, foi feita a leitura em espectrofotômetro a 725nm (SINGLETON et al., 1999).

2.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos, a homogeneidade de variância dos tratamentos para permitir a aplicação da ANOVA. As médias referentes aos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Eficiência do tratamento de sementes no controle de *E. heros*

Observa-se que, a maior mortalidade em consequência do tratamento de sementes foi constatada nos tratamentos com infestação de uma fêmea por planta (50,68%), um macho por planta (50,04%), duas fêmeas por planta (47,84%), um casal por planta (46,33%) e dois machos por planta (46,28%). Enquanto que o menor valor foi constatado na testemunha (0%), como esperado (Tabela 6).

Tabela 6 – Mortalidade de *E. heros* submetido a alimentação em plantas de milho tratadas com inseticida no tratamento de sementes

Níveis de infestação	% E
1 fêmea	50,68 a
2 fêmeas	47,84 ab
1 macho	50,04 a
2 machos	46,28 ab
1 casal	46,33 ab
2 casais	42,91 b
1 ninfa 3º ínstar	32,77 c
2 ninfas 3º ínstar	32,61 c
1 ninfa 5º ínstar	35,48 c
2 ninfas 5º ínstar	36,91 c
Testemunha	0,00 d
F	0,000
CV (%)	4,44
Erro padrão	0,982

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Esses resultados validam o que foi encontrado por Quintela et al. (2006) pois, a utilização de tratamento de sementes reduz a intensidade dos danos causados às plantas bem como, auxilia no controle do inseto.

3.2 Área foliar

Analizou-se a influência dos níveis de infestação na área foliar obtida nas plantas de milho sob os diferentes tratamentos (Tabela 7). O tratamento que infestou duas ninfas de 3º ínstar por planta (332,62 cm²) apresentou menor área foliar do que as demais plantas submetidas ao tratamento de sementes. A testemunha obteve os maiores valores de área foliar, como esperado, em plantas submetidas ou não ao tratamento de sementes (523,76 e 532,84 cm², respectivamente). Em plantas não submetidas ao tratamento de sementes, a menor área foliar também foi no tratamento com infestação de duas ninfas de 3º instar por planta (326,21 cm²).

Tabela 7 - Área foliar (cm²), altura de planta (cm), injúria, diâmetro de planta (mm) e massa seca (g) de plantas de milho sob diferentes níveis de infestação de *Euschistus heros*.

Tratamentos	Área foliar (cm ²)		Altura de planta (cm)		Injúria		Diâmetro de planta (mm)		Massa seca (g)	
	C/ TS	S/ TS	C/ TS	S/ TS	C/ TS	S/ TS	C/ TS	S/ TS	C/ TS	S/ TS
1 fêmea	468,01 abc	435,95 bc	28,64 a	27,56 a	0,10 de	0,25 d	10,85 b	10,82 bc	2,09 a	2,15 a
2 fêmeas	458,57 abcd	433,98 bc	28,29 ab	27,55 a	0,20 cde	0,30 d	10,15 bc	10,33 bc	1,95 ab	1,97 ab
1 macho	442,93 abcd	431,25 bc	28,66 a	27,86 a	0,20 cde	0,20 d	9,85 bc	10,45 bc	1,81 abcd	2,08 a
2 machos	488,38 ab	439,67 b	28,90 a	27,12 a	0,35bcde	0,35 d	9,39 bc	10,12 bc	1,90 abc	1,99 ab
1 casal	464,69 abc	458,95 b	28,78 a	27,59 a	0,30 bcde	0,40 c	9,48 bc	9,85 bc	1,97 ab	1,75 c
2 casais	445,60 abcd	439,84 b	28,45 a	27,09 a	0,60 abc	0,65 b	9,24 bc	9,37 bc	1,85 abc	1,91 ab
1 ninfa 3º instar	384,15 cde	354,89 c	24,20 c	25,18 bc	0,75 ab	0,80 ab	9,18 bc	9,08 bc	1,26 d	1,38 d
2 ninfas 3º instar	332,62 e	326,21 d	26,06 b	23,98 c	1,00 a	1,00 a	9,34 bc	08,54 c	1,36 cd	1,27 d
1 ninfa 5º instar	416,46 bcde	358,96 c	25,67 bc	25,87 bc	0,55 abcd	0,60 c	9,38 bc	8,86 c	1,44 bcd	1,39 d
2 ninfas 5º instar	374,49 de	355,15 c	25,08 bc	25,67 bc	0,75 ab	0,95 a	8,92 c	8,13 c	1,46 bcd	1,33 d
Testemunha	523,76 a	532,84 a	28,38 a	28,24 a	0,00 e	0,00 e	12,02 a	12,67 a	2,25 a	2,45 a
F	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
CV (%)	13,18		4,01		14,85		8,65		21,53	
Erro padrão	18,17		0,49		0,10		0,26		0,11	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Esses valores são comprovados por Bridi et al. (2016), que observou que o ataque de *D. melacanthus* influencia negativamente na área foliar de plantas de milho.

As ninfas de percevejos apresentam maiores taxas de alimentação a partir do 3º até o 5º ínstar, em contrapartida, adultos apresentam menores taxas de alimentação. Além da sucção de seiva, ao se alimentarem, injetam saliva com enzimas digestivas no tecido vegetal, que são fitotóxicas (LUCINI; PANIZZI, 2018), alterando a fisiologia e bioquímica dos tecidos (PEIFFER; FELTON, 2014), além de desbalanceamento hormonal, o que pode prejudicar o crescimento das folhas.

Considerando o tratamento de sementes, plantas tratadas obtiveram maior área foliar que as não tratadas com o inseticida (Tabela 8). Isso ocorre, pois, as plantas tratadas são ótimas alternativas de manejo contra insetos de início de cultura, enquanto que, em plantas sem tratamento de sementes os insetos continuam vivos e se alimentando (CHIESA et al., 2016).

Tabela 8 - Área foliar (cm²), altura de planta (cm), injúria, diâmetro de planta (mm) e massa seca (g) de plantas de milho submetidas ou não ao tratamento de sementes e infestação com *Euschistus heros*

Tratamentos	Área foliar (cm ²)	Altura de planta (cm)	Injúria	Diâmetro de planta (mm)	Massa seca (g)
Sem TS	420,47 b	27,70 a	0,50 a	9,83 a	1,78 a
Com TS	452,16 a	27,04 b	0,33 b	9,91 a	1,64 b
F	0,0049	0,0023	0,0021	0,1458	0,0017
CV (%)	13,18	4,01	14,85	8,65	21,53
Erro Padrão	7,75	0,14	0,04	0,11	0,05

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

A produtividade na cultura do milho está correlacionada à área foliar de alguns genótipos, portanto, a perda de área foliar pode acarretar a diminuição na produção de fotoassimilados e reduzir o descarregamento dos produtos da fotossíntese nos grãos, diminuindo seu potencial produtivo (SANGOI et al., 2011).

3.3 Altura de planta

Em relação à altura de planta, em plantas submetidas ao tratamento de sementes o valor foi maior na testemunha (28,38 cm) e menor em plantas infestadas com uma ninfa de 3º instar por planta (24,20 cm), enquanto que, em plantas não submetidas ao tratamento de sementes, a maior altura também foi no tratamento

testemunha (28,24 cm) e menor nas plantas infestadas com duas ninfas de 3º instar (23,98 cm) (Tabela 7).

Quando comparado a altura de plantas apenas com os tratamentos com e sem tratamento de sementes, verifica-se que, plantas não submetidas ao tratamento de sementes apresentaram maiores valores (27,70 cm) quando comparadas com plantas submetidas (27,04 cm) (Tabela 8).

A altura de planta também pode ser influenciada pela alta taxa de alimentação das ninfas de *E. heros*, além dos compostos fitotóxicos e desbalanceamento hormonal (PEIFFER; FELTON, 2014), uma vez que os tratamentos que obtiveram menores valores foram os infestados com ninfas.

Em suas pesquisas, Bridi et al. (2016) obteve que, a altura das plantas de milho diminuiu em função da quantidade de *D. melacanthus*. O ataque do percevejo ocorre na fase inicial do milho, a redução na altura de plantas pode levar ao comprometimento de seu potencial produtivo.

3.4 Injúria

Em relação às injúrias causadas, por nota, verificou-se que em ambos os tratamentos, seja com ou sem tratamento de sementes, os maiores valores de injúrias revelaram-se nas plantas infestadas com duas ninfas de 3º instar (1,00 e 1,00, respectivamente), enquanto os menores valores foram encontrados na testemunha, zerando ambos (Tabela 7).

Quando comparado os tratamentos, sendo submetidos ou não ao tratamento de sementes, a maior nota de injúria foi encontrada em plantas sem o tratamento com o inseticida (0,50) (Tabela 8) (Figura 6).

Figura 4 - Sintomas causados *E. heros*, (A) folha sem danos, (B) folha com pontuações leves, (C) folha com danos acentuados



Fonte: Dados originais da pesquisa.

Esses valores também podem ser explicados pela alta taxa de alimentação das ninfas de *E. heros* comparadas aos adultos. Além de que, os danos causados pela espécie *E. heros* não são tão expressivos quando comparado a outras espécies de percevejos que atacam a fase inicial da cultura do milho (ROZA-GOMES et al., 2011).

3.5 Diâmetro de planta

Em relação ao diâmetro de planta, o tratamento com infestação de duas ninfas de 3º instar por planta, uma ninfa de 5º instar e duas ninfas de 5º instar resultaram nos menores valores de diâmetro de planta (8,54, 8,86 e 8,13 mm, respectivamente), ao passo que o maior valor foi encontrado na testemunha (12,67 mm), nos ensaios sem tratamento de sementes. Em tratamentos submetidos ao inseticida, o menor valor de diâmetro de plantas foi encontrado nas plantas infestadas com uma ninfa de 5º instar (8,92 mm) e o maior valor na testemunha (12,02 mm) (Tabela 7).

A análise estatística realizada para comparar os experimentos tratados ou não com inseticida de tratamento de sementes não apresentou diferença estatística (Tabela 8).

Esses resultados confirmam o que foi encontrado por Bridi et al. (2016), que a infestação de percevejos nas fases iniciais do milho tem potencial de diminuir o diâmetro do caule da planta.

Em lavouras com alta densidade de plantas com colmos finos há maior suscetibilidade ao acamamento e ao quebramento destas (MANSFIELD; MUMM, 2014).

3.6 Massa seca

Em plantas tratadas com o inseticida, os maiores valores de massa seca foram encontrados na testemunha (2,25 g) e no tratamento infestado com uma fêmea por planta (2,09 g), ao mesmo tempo que para os menores valores não houve diferença estatística entre os demais tratamentos (Tabela 7).

Nas plantas não tratadas com o inseticida, os menores valores foram encontrados nos tratamentos infestados com duas ninfas de 3º instar por planta (1,27 g), duas ninfas de 5º instar (1,33 g), uma ninfa de 3º instar (1,38 g) e uma ninfa de 5º instar (1,39 g) e menores valores nos tratamentos testemunha (2,45 g) e uma fêmea por planta (2,15 g) (Tabela 7).

Comparando os tratamentos submetidos ou não ao inseticida de tratamento de sementes, obteve-se maior massa seca nas plantas tratadas com o inseticida (1,78 g) e por último, as não tratadas, com 1,64 g (Tabela 8).

A diminuição da massa seca ocorre em consequência do menor desenvolvimento da planta sob ataque.

3.7 Análises enzimáticas, compostos fenólicos e proteínas totais

3.7.1 Atividades da peroxidase, polifenoloxidase, superóxido-dismutase e compostos fenólicos nas folhas de milho

A atividade da enzima peroxidase (POX) foi crescente de acordo com os tratamentos e seu potencial de dano nas folhas do milho. Nas infestações de plantas com tratamento de sementes verificou-se uma maior atividade enzimática nos tratamentos com uma ninfa de 3º instar (0,206 log μ KAT. μ g⁻¹ proteína), duas ninfas de 3º instar (0,283 log μ KAT. μ g⁻¹ proteína), uma ninfa de 5º instar (0,220 log μ KAT.

μg^{-1} proteína) e duas ninfas de 5º ínstar (0,190 log $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g}^{-1}$ proteína). A menor atividade enzimática se deu na planta testemunha (0,23 log $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g}^{-1}$ proteína), bem como nas infestações em plantas sem tratamento de sementes que, os tratamentos com maior expressão da enzima também foram com uma ninfa de 3º ínstar (0,293 log $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g}^{-1}$ proteína), duas ninfas de 3º ínstar (0,230 log $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g}^{-1}$ proteína) e uma ninfa de 5º ínstar (0,206 log $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g}^{-1}$ proteína). Não houve interação significativa entre os fatores (Tabela 9).

Tabela 9 – Atividade da peroxidase (POX) e expressão de compostos fenólicos em folhas de milho sob diferentes infestações de *E. heros*

Níveis de infestação	POX (log $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g} \text{ proteína}^{-1}$)		Fenóis (mg.gMS ⁻¹)	
	C/ TS	S/ TS	C/ TS	S/ TS
1 fêmea	0,093 cde	0,090 def	0,880 c	0,913 c
2 fêmeas	0,083 de	0,073 ef	0,910 c	0,953 c
1 macho	0,153 bcd	0,110 cdef	0,856 c	0,893 c
2 machos	0,126 bcd	0,136 bcde	0,900 c	0,943 c
1 casal	0,093 cde	0,076 def	0,890 c	0,926 c
2 casais	0,180 bcd	0,126 cdef	0,936 c	0,980 c
1 ninfa 3º ínstar	0,206 ab	0,293 a	1,230 ab	1,320 ab
2 ninfas 3º ínstar	0,283 a	0,230 ab	1,236 ab	1,363 a
1 ninfa 5º ínstar	0,220 ab	0,206 abc	1,150 b	1,236 b
2 ninfas 5º ínstar	0,190 abc	0,173 bcd	1,270 a	1,363 a
Testemunha	0,023 e	0,030 f	0,583 d	0,590 d
F	0,000		0,000	
CV (%)	24,59		3,83	
Erro Padrão	0,014		0,016	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

A expressão dos compostos fenólicos nos testes com tratamento de sementes foi significativamente maior nas infestações com duas ninfas de *E. heros* de 5º instar (1,270 mg.gMS⁻¹), duas ninfas de 3º instar (1,236 mg.gMS⁻¹) e uma ninfa de 3º instar (1,230 mg.gMS⁻¹), indicando maior a atividade da planta contra radicais livres, enquanto que a menor expressão desses compostos se dá na testemunha (0,583 mg.gMS⁻¹), como o esperado (Tabela 9).

Analisando os tratamentos com plantas submetidas ou não ao tratamento de sementes, observa-se que não houve diferença estatística na atividade da enzima peroxidase (POX), no entanto, ao analisarmos a expressão de compostos fenólicos, este apresentou diferença significativa, constatando que plantas não submetidas ao tratamento de sementes contaram com maior expressão de fenóis ($1,043 \text{ mg.gMS}^{-1}$) quando comparado a plantas que passaram pelo tratamento de sementes ($0,985 \text{ mg.gMS}^{-1}$) (Tabela 10).

Tabela 10 – Atividade da peroxidase (POX) e expressão de compostos fenólicos nas folhas de milho submetidas ou não ao tratamento de sementes e infestação de *E. heros*

Tratamentos	POX (log $\mu\text{KAT}.\mu\text{g}^{-1}$ proteína)	Fenóis (mg.gMS^{-1})
Sem TS	0,140 a	1,043 a
Com TS	0,150 a	0,985 b
F	0,277	0,000
CV (%)	24,59	3,83
Erro Padrão	0,006	0,006

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

As análises de expressão das enzimas polifenoloxidase (PPO) e superóxido-dismutase (SOD) apresentaram interação significativa entre os tratamentos e plantas submetidas ou não ao tratamento de sementes. Observa-se que a expressão da enzima polifenoloxidase foi maior nos tratamentos com infestação de dois casais por planta ($134,31 \mu\text{KAT}.\mu\text{g proteína}^{-1}$), duas ninfas de 3º instar ($126,62 \mu\text{KAT}.\mu\text{g proteína}^{-1}$), uma ninfa de 5º instar ($117,94 \mu\text{KAT}.\mu\text{g proteína}^{-1}$), duas ninfas de 5º instar ($103,65 \mu\text{KAT}.\mu\text{g proteína}^{-1}$) e uma ninfa de 3 instar ($94,78 \mu\text{KAT}.\mu\text{g proteína}^{-1}$) quando submetidas ao tratamento de sementes, enquanto que, nos tratamentos não submetidos, as maiores expressões foram nas infestações de duas ninfas de 3º instar por planta ($179,34 \mu\text{KAT}.\mu\text{g proteína}^{-1}$) e uma ninfa de 3º instar por planta ($166,42 \mu\text{KAT}.\mu\text{g proteína}^{-1}$). Quando relacionado as infestações aos tratamentos de sementes, percebe-se maior expressão dessa enzima nas plantas não tratadas (Tabela 11).

Tabela 11 – Atividade da polifenoloxidase (PPO) e superóxido-dismutase (SOD) em folhas de milho sob diferentes infestações de *E. heros*

Níveis de infestação	PPO ($\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$)		SOD ($\text{U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$)	
	C/ TS	S/ TS	C/ TS	S/ TS
1 fêmea	57,39 cdeA	48,02 efA	78,74 cA	81,55 cA
2 fêmeas	43,94 deA	39,83 efA	78,67 cB	82,27 cA
1 macho	84,37 bcdA	62,88 defA	78,32 cA	81,13 cA
2 machos	82,63 bcdA	78,84 cdeA	78,25 cB	81,85 cA
1 casal	66,85 cdA	42,21 efA	82,23 cA	85,11 cA
2 casais	134,31 aA	73,73 cdeB	82,30 cB	85,84 cA
1 ninfa 3º ínstar	94,78 abcB	166,42 abA	103,48 bB	117,27 bA
2 ninfas 3º ínstar	126,62 abB	179,34 aA	116,26 aB	128,54 aA
1 ninfa 5º ínstar	117,94 abA	120,55 bcA	106,37 bB	117,37 bA
2 ninfas 5º ínstar	103,65 abcA	109,18 cdA	121,21 aB	126,54 aA
Testemunha	15,10 eA	17,76 fA	61,43 dA	62,37 dA
F	0,000		0,000	
CV (%)	20,96		2,00	
Erro Padrão	7,25		1,069	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si e, médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Nos tratamentos submetidos a tratamento de sementes observou-se que a expressão da superóxido-dismutase foi maior no tratamento com duas ninfas de 5º instar por planta ($121,21 \text{ U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$) e duas ninfas de 3º instar por planta ($116,26 \text{ U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$). Nos tratamentos não submetidos ao tratamento de sementes, a expressão da enzima também foi maior nos tratamentos com duas ninfas de 3º instar por planta ($128,54 \text{ U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$) e duas ninfas de 5º instar por planta ($126,54 \text{ U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$). Quando comparado os tratamentos com plantas submetidas ou não ao tratamento de sementes, verifica-se que a expressão da enzima superóxido-dismutase foi significativamente maior nas plantas que não sofreram tratamento de sementes (Tabela 11).

Os estresses causados pela alimentação dos percevejos nas plantas, promovem mudanças bioquímicas que tem a capacidade de iniciar a produção de ERO's e compostos secundários de defesa, como o acúmulo de peróxido no mesófilo

e cloroplasto das plantas, compostos fenólicos (ZHAO et al., 2016) e a produção de enzimas de estresse, como a POX e PPO, que agem na proteção das plantas à herbivoria e podem apresentar efeitos sinérgicos a resposta de defesa (MARCHI-WERLE et al., 2014).

A POX, conhecida por ser uma oxiredutase, que tem a capacidade de transferir o hidrogênio de um doador para o H_2O_2 , constitui-se em uma proteção antioxidativa em plantas. Sua atividade indica que a planta sofreu algum estresse, seja biótico ou abiótico. Plantas transgênicas normalmente apresentam maiores expressões de POX quando comparadas com as plantas convencionais, indicando que a enzima pode afetar a expressão de genes relacionados a resistência de pragas. A PPO, pode reagir com aminoácidos, proteínas e outros compostos das plantas. Plantas com tecido infectado geralmente apresentam altos teores da enzima quando comparada às sadias. Apresentam grande importância pois tem envolvimento com os mecanismos de defesa das plantas e na senescência (SUZUKI et al., 2014).

A SOD, sendo uma das enzimas de estresse, desempenha papel chave no sistema de defesa antioxidante através da dismutação de O_2^- a H_2O_2 e O_2 , portanto, auxilia na eliminação de radicais livres, que são altamente tóxicos para as plantas. Altas expressões de SOD estão intimamente ligadas a uma maior produção de peróxido de hidrogênio, que é uma importante molécula em vários processos metabólicos dentro das células vegetais. Essa alta expressão pode ser responsável pela produção de radicais livres, lignificação de áreas da planta e a produção de compostos fenólicos, atuando como gatilho para respostas de proteção a herbivorias (ALBRECHT et al., 2009).

3.7.2 Expressão de proteínas totais nas folhas de milho

Foi realizada a análise fatorial da produção de proteínas totais e não apresentou interação significativa, portanto as variáveis foram analisadas separadamente.

Observou-se que as análises que compreendem a testemunha apresentaram maiores teores de proteínas totais (110,94 e 111,23 mg de proteína.gMS⁻¹), seguidos dos tratamentos com a infestação de um e dois casais por planta (102,02, 101,35, 110,69 e 101,17 mg de proteína.gMS⁻¹, respectivamente). Os menores valores de proteína foram encontrados nas análises dos tratamentos com infestação de duas ninfas de 3º ínstar (57,74 e 56,30 mg de proteína.gMS⁻¹) e duas ninfas de 5º ínstar

(57,18 e 57,04 mg de proteína.gMS⁻¹) por planta. Os demais tratamentos resultaram em valores medianos de proteínas totais na planta (Tabela 12).

Tabela 52 - Acúmulo de proteínas totais (mg de proteína.gMS⁻¹) nas folhas de milho sob diferentes níveis de infestação de *E. heros*

Níveis de infestação	Proteínas totais (mg de proteína.gMS ⁻¹)	
	C/ TS	S/ TS
1 fêmea	90,91c	87,46c
2 fêmeas	76,96e	75,86e
1 macho	88,52c	87,85c
2 machos	85,43d	84,37d
1 casal	102,02b	101,35b
2 casais	110,69a	101,17b
1 ninfa 3º ínstar	60,03f	58,73f
2 ninfas 3º ínstar	57,74g	56,30g
1 ninfa 5º ínstar	64,99f	59,77f
2 ninfas 5º ínstar	57,18g	57,04f
Testemunha	110,94a	111,23a
F	0,00	0,00
CV (%)	1,34	2,43
Erro padrão	4,17	4,58

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Em relação ao acúmulo de proteínas em plantas de milho infestadas com *E. heros*, observou-se que as plantas que passaram pelo tratamento de sementes resultaram em um maior acúmulo (82,29 mg de proteína.gMS⁻¹) que as plantas sem tratamento de sementes (79,73 mg de proteína.gMS⁻¹) (Tabela 13).

Tabela 13 - Acúmulo de proteínas totais (mg de proteína.gMS⁻¹) nas folhas de milho submetidas ou não ao tratamento de sementes e infestação de *E. heros*

Tratamentos	Proteínas totais (mg de proteína.gMS ⁻¹)
Sem TS	79,73 b
Com TS	82,29 a
F	0,00
CV (%)	4,17
Erro Padrão	0,571

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Sob estresse, as culturas apresentam respostas complexas gerando impacto no seu metabolismo (LIU et al., 2015). Para controlar os efeitos adversos das ERO's, as plantas limitam a síntese de proteínas e aumentam a produção de enzimas,

contatando que, quando maior o estresse sofrido pela planta, menor a expressão de proteínas totais nos tecidos vegetais (OBATA et al., 2015). Sendo assim, plantas protegidas por tratamento de sementes com inseticidas sofrem menos estresse por ataque de pragas que plantas sem tratamento de sementes pois os insetos continuam vivos, se alimentando (CHIESA et al., 2016).

3.7.3 Atividade da peroxidase, polifenoloxidase, superóxido-dismutase e compostos fenólicos em caules de plantas de milho

A expressão da peroxidase (POX) foi maior nos tratamentos infestados com uma ninfa de 5º instar por planta ($0,273 \log \mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$) e uma ninfa de 3º instar por planta ($0,246 \log \mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$) e, menor na testemunha ($0,043 \log \mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$) nas plantas que foram submetidas ao tratamento de sementes, enquanto que, em tratamentos não submetidos, a maior expressão da enzima se dá no tratamento infestado com uma ninfa de 5º instar por planta ($0,353 \log \mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$) e menor nas plantas infestadas com uma fêmea e na testemunha ($0,066$ e $0,040 \log \mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$, respectivamente). Contudo, quando comparado todos os tratamentos com os fatores com e sem tratamento de sementes, as segundas apresentaram, de um modo geral, maior expressão da enzima, o que demonstra maior estresse oxidativo e maior combate às ERO's (Tabela 14).

Tabela 14 – Atividade da peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO) e superóxido-dismutase (SOD) em caules de milho sob diferentes níveis de infestação de *E. heros*

Níveis de infestação	POX (log μ KAT. μ g proteína ⁻¹)		PPO (μ KAT. μ g proteína ⁻¹)		SOD (U. μ g ⁻¹ proteína)	
	C/ TS	S/ TS	C/ TS	S/ TS	C/ TS	S/ TS
1 fêmea	0,070 efA	0,066 fA	34,12 fA	39,22 eA	80,81 cB	87,42 cA
2 fêmeas	0,080 defA	0,080 efA	48,90 efA	46,26 deA	82,02 cB	87,44 cA
1 macho	0,123 cdeA	0,136 cdeA	72,08 deA	67,80 dA	80,39 cB	87,00 cA
2 machos	0,143 cdB	0,200 bcA	87,53 cdB	108,77 cA	81,60 cB	87,02 cA
1 casal	0,056 fA	0,086 defA	47,15 fA	40,04 eA	84,37 cB	91,00 cA
2 casais	0,146 cA	0,143 cdeA	91,33 bcdA	70,88 dB	85,58 cB	91,14 cA
1 ninfa 3º ínstar	0,246 abA	0,240 bA	94,79 bcdB	137,85 bA	107,01 bB	122,91 bA
2 ninfas 3º ínstar	0,183 bcA	0,146 cdA	113,05 bB	181,13 aA	144,55 aB	154,98 aA
1 ninfa 5º ínstar	0,273 aB	0,353 aA	147,47 aB	198,56 aA	109,86 bB	123,01 bA
2 ninfas 5º ínstar	0,183 bcA	0,170 cA	104,34 bcA	108,65 cA	139,64 aB	154,21 aA
Testemunha	0,043 fA	0,040 fA	25,58 fA	23,99 eA	70,93 dA	70,90 dA
F	0,006		0,000		0,000	
CV (%)	16,25		10,32		2,82	
Erro padrão	0,013		3,624		1,648	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna e, médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Em um experimento com plantas de feijão caupi, algodão e tomate infestadas artificialmente com *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) por 48h, apresentou maiores taxas de peroxidase do que as plantas sem infestação (SINGN et al., 2013).

Em plantas submetidas ao tratamento de sementes, a expressão da polifenoloxidase (PPO) foi maior no tratamento com uma ninfa de 5º instar por planta (147,47 $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$) e menor no infestado com uma fêmea por planta e na testemunha (34,12 $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$ e 25,58 $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$, respectivamente). Em plantas não submetidas ao tratamento de sementes, a expressão da PPO foi maior nos tratamentos infestados com uma ninfa de 5º instar por planta (198,56 $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$) e duas ninfas de 3º instar por planta (181,13 $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$), demonstrando que estas sofreram maior estresse oxidativo, enquanto que a menor expressão se deu nos tratamentos infestados com uma fêmea por planta (39,22 $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$) e na testemunha (23,99 $\mu\text{KAT} \cdot \mu\text{g proteína}^{-1}$). De um modo geral, os tratamentos não submetidos ao tratamento de sementes apresentaram maior expressão da PPO (Tabela 14).

Para a expressão da superóxido-dismutase (SOD), em plantas submetidas ao tratamento de sementes foi significativamente maior nos tratamentos com duas ninfas de 5º instar por planta (139,64 $\text{U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$) e menor na testemunha (70,93 $\text{U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$). Em plantas não submetidas ao tratamento de sementes, a expressão da SOD foi maior nos tratamentos infestados com duas ninfas de 3º instar por planta (154,98 $\text{U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$) e duas ninfas de 5º instar por planta (154,21 $\text{U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$) e, menor na testemunha (70,90 $\text{U} \cdot \mu\text{g}^{-1} \text{ proteína}$). A expressão da SOD foi significativamente maior nos tratamentos não submetidos a tratamento de sementes, indicando maior ação enzimática (Tabela 14).

Com o estresse ocasionado pela alimentação dos insetos, observa-se um aumento nos teores de SOD, pois é considerada a primeira enzima na linha de defesa da planta. Essa enzima, responsável pela dismutação de radicais O_2^- , em H_2O_2 e O_2 tem ação antioxidante e capacidade de aumentar a tolerância das plantas ao estresse, além de produzir o substrato para ativação de outras enzimas de defesa. É caracterizada pela interação inseto-planta e considerada um dos principais meios de defesa das plantas (SINGN et al., 2013).

Swiatek (2014) constatou em um estudo que quando houve a exposição de híbridos de milho ao déficit hídrico e ao ataque de ácaros rajados (*Tetranychus urticae*)

(KOCH, 1836) a atividade da SOD aumentou substancialmente. A ação da SOD gera substrato para ativação das demais enzimas, como a peroxidase, que caracteriza-se pela interação inseto-planta, compreendendo como um dos principais meios de defesa das plantas (VAN LOON, 2006).

A expressão dos compostos fenólicos em caules das plantas de milho foi significativamente maior nas plantas infestadas com duas ninfas de 3º instar (1,360 e 1,486 mg.gMS⁻¹) e duas ninfas de 5º instar (1,393 e 1,483 mg.gMS⁻¹) e menor nas testemunhas (0,623 e 0,576 mg.gMS⁻¹), em ambos os tratamentos, sendo submetidos ou não ao tratamento de sementes (Tabela 15).

Tabela 15 – Expressão de compostos fenólicos em caules de milho sob diferentes níveis de infestação de *E. heros*

Níveis de infestação	Fenóis (mg.gMS ⁻¹)	
	C/ TS	SI/ TS
1 fêmea	0,896 c	0,906 c
2 fêmeas	0,930 c	0,973 c
1 macho	0,876 c	0,886 c
2 machos	0,920 c	0,923 c
1 casal	0,910 c	0,963 c
2 casais	0,950 c	0,993 c
1 ninfa 3º instar	1,233 b	1,360 b
2 ninfas 3º instar	1,360 a	1,486 a
1 ninfa 5º instar	1,190 b	1,276 b
2 ninfas 5º instar	1,393 a	1,483 a
Testemunha	0,623 d	0,576 d
F	0,00	0,00
CV (%)	4,00	4,00
Erro Padrão	0,024	0,024

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Comparando estatisticamente os tratamentos submetidos ou não ao tratamento de sementes nota-se que a expressão de compostos fenólicos foi significativamente maior nos tratamentos sem o tratamento de sementes (1,075 mg.gMS⁻¹) (Tabela 16).

A imposição de estresse por meio da alimentação dos insetos tem o potencial de promover alterações bioquímicas, que iniciam a produção de compostos secundários e de ERO's, acumulando peróxido nos cloroplastos e no mesófilo (ZHAO et al., 2016). Além desses compostos, os compostos fenólicos produzidos têm como função primordial atuar no metabolismo de proteção das plantas, protegendo-as quando atacadas por insetos, liberando compostos que são deterrentes, estando correlacionados às demais enzimas de estresse, como a POX e a PPO, apresentando efeito cooperativo na resposta de defesa.

Tabela 16 – Expressão de compostos fenólicos em caules de milho sob diferentes níveis de infestação de *E. heros*

Tratamentos	Fenóis (mg.gMS⁻¹)
Sem TS	1,075 a
Com TS	1,025 b
F	0,00
CV (%)	4,00
Erro Padrão	0,007

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

3.7.4 Expressão de proteínas totais nos caules de milho

A expressão de proteínas totais nos caules das plantas de milho foi significativamente maior nos tratamentos Testemunhas, submetidos ou não ao tratamento de sementes (111,41 e 111,16 mg de proteína.gMS⁻¹, respectivamente). Enquanto que, os menores valores se encontram nos tratamentos infestados com duas ninfas de 3º instar por planta (55,09 mg de proteína.gMS⁻¹), em plantas submetidas ao tratamento de sementes e, duas ninfas de 5º instar por planta (50,58 mg de proteína.gMS⁻¹, em plantas sem tratamento de semente (Tabela 17). Esses resultados demonstram que, plantas com menor ou nenhum estresse, seja biótico ou abiótico, apresentam maiores teores de proteínas totais, enquanto que, plantas submetidas à estresse, menores valores de proteínas, conforme encontrado por Obata et al. (2015).

Tabela 17 - Acúmulo de proteínas totais (mg de proteína.gMS⁻¹) nos caules de milho sob diferentes níveis de infestação de *E. heros*

Níveis de infestação	Proteínas totais (mg de proteína.gMS ⁻¹)	
	C/ TS	S/ TS
1 fêmea	89,41 c	87,04 c
2 fêmeas	75,88 e	73,37 d
1 macho	84,25 cd	83,31 c
2 machos	78,12 de	74,78 d
1 casal	97,76 b	97,65 b
2 casais	97,56 b	97,51 b
1 ninfa 3º instar	62,36 f	56,34 ef
2 ninfas 3º instar	55,09 g	51,79 ef
1 ninfa 5º instar	60,34 fg	57,60 e
2 ninfas 5º instar	57,77 fg	50,58 f
Testemunha	111,41 a	111,16 a
F	0,00	0,00
CV (%)	3,07	3,07
Erro padrão	1,38	1,38

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Quando equipara-se o acúmulo de proteínas em plantas submetidas ou não ao tratamento de sementes, as primeiras apresentam maiores teores (79,09 proteína.gMS⁻¹) (Tabela 18). Esses resultados confirmam o encontrado por Chiesa et al. (2016), que em estudo constatou que plantas com tratamento de sementes sofrem menor estresse quando comparadas com as não tratadas.

Tabela 18 - Acúmulo de proteínas totais (mg de proteína.gMS⁻¹) nos caules de milho submetidas ou não ao tratamento de sementes e infestação de *E. heros*

Tratamentos	Proteínas totais (mg de proteína.gMS ⁻¹)
Sem TS	76,47 b
Com TS	79,09 a
F	0,00
CV (%)	3,07
Erro Padrão	0,42

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Com a modificação no metabolismo das plantas para produzir as enzimas de estresse para amenizar ou controlar os efeitos das ERO's, expressão de proteínas totais também pode ser afetada. As plantas têm como potencial limitar a síntese de proteínas e aumentar a atividade de enzimas oxidativas para combate as ERO's pois realizam uma transição no metabolismo de síntese proteica para hidrólise (BILGIN et al., 2010). Além do ataque de insetos, estresses abióticos resultam na diminuição de

proteínas solúveis contidas nas plantas (DONG; LI, 2007). A expressão de proteínas pode variar de acordo com a idade da planta, sendo mais ativas em tecidos verdes como folhas e caules jovens, decrescendo com o crescimento da planta e na fase reprodutiva (RAO, 2005).

Portando, conclui-se que o ataque de *E. heros* no estágio inicial do milho tem o potencial de diminuir a área foliar da planta, altura, diâmetro de colmo e consequente massa seca. Plantas submetidas ao tratamento de sementes resultaram em maior área foliar e menor injúria em consequência da maior proteção com o inseticida sistêmico e maior mortalidade dos insetos.

As plantas de milho, quando submetidas ao estresse por alimentação de *E. heros*, apresentaram mudanças bioquímicas para a produção de defesas antioxidantes para minimizar o estresse causado. Esse estresse ocasionou a diminuição da produção de proteínas pela planta, bem como o aumento da peroxidase (POX), polifenoloxidase (PPO), superóxido-dismutase (SOD) e compostos fenólicos. Os tratamentos estudados com infestação de ninfas dos insetos foram os causadores de maior estresse quando comparado com os demais tratamentos.

Plantas de milho não submetidas ao tratamento de sementes apresentaram maior estresse que os demais, com menor produção de proteínas e maior atividades dos compostos fenólicos e enzimas oxidativas.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L.P., BRACCINI, A.L., ÁVILA, M.R., BARBOSA, M.C., RICCI, T.T., ALBRECHT, A.JR.P. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra, **Scientia Agraria**. 10: 191-198. 2009.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantifications of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

BILGIN, D. D.; ZAVALA, J. A.; ZHU, J. IN, Clough, SJ, Ort, DR, and Delucia, EH. Biotic stress globally downregulates photosynthesis genes. **Plant Cell Environ**,v. 33, p. 1597-1613. 2010.

BRIDI, M.; KAWAKAMI, J.; HIROSE, E. Danos do percevejo *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) na cultura do milho, 2016, Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/283/272>, Acesso em: jun. 2019.

CHIESA, A. C. M. et al. Tratamento de sementes para manejo do percevejo-barriga-verde na cultura de soja e milho em sucessão, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, , v, 51, p, 301-308, 2016.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 6. Safra 2018/19. Junho, 2019.

COPATTI, J. F.; OLIVEIRA, N. C. Danos iniciais causados pelos percevejos *Dichelops melacanthus* e *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em plantas de milho. **Campo Digit@l**, v. 6, n. 1, p. 54-60, 2011.

DONG, H. Z.; LI, W. J. Variability of endotoxin expression in Bt transgenic cotton. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 193, n. 1, p. 21–29, 2007.

KOSHIBA, T. Cytosolic ascorbate peroxidase in seedlings and of maize (*Zea mays*). *Plant and Cell Phys.*, v. 34. p. 713-721, 1999.

LIMA, G. P. P. et al. Polyamines and peroxidase activity in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under saline stress. **Sci. Agricola**, v. 56, n. 1, 1999.

LIU Z. et al. Temporal transcriptome profiling reveals expression partitioning of homeologous genes contributing to heat and drought acclimation in wheat (*Triticum aestivum* L.). **BMC Plant Biol.** 15:152. 2015.

LUCINI, T.; PANIZZI, A. R. Electropenetrography Monitoring of the Neotropical Brown-Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) on Soybean Pods: An Electrical Penetration Graph-Histology Analysis. **Journal of Insect Science**, Volume 18, Issue 6. 2018. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey108>

MANSFIELD, B. D.; MUMM, R. H. Survey of plant density tolerance in U.S. maize germplasm. **Crop Science**, 54, 157 – 173, 2014.

MARCHI-WERLE, L et al. Characterization of peroxidase changes in tolerant and susceptible soybeans challenged by soybean Aphid (Hemiptera: Aphididae). **J. Econ. Entomol.**107:2014.

OBATA, T. et al. Metabolite profiles of maize leaves in drought, heat, and combined stress field trials reveal the relationship between metabolism and grain yield. **Plant Physiol.** 2015.

PANIZZI, A. R. et al. Manejo integrado dos percevejos barriga-verde, *Dichelops spp.* em trigo. *Embrapa Trigo, Ser. Documentos*, 114. 2015.

PEIFFER, M.; FELTON, G. W. Insights into the saliva of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), **PloS one** 9: e88483, 2014. pmid:24586332

PEIXOTO, H. P. P. et al. Aluminium effects on lipid peroxidation and the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Rev.Bras. Fis. Vegetal**, v. 11. n. 03. p. 137-43, 1999.

QUINTELA, E. L.; SILVA, J. F. A.; FERREIRA, S. B.; OLIVEIRA, L. F. C.; LEMES, A. C. O. **Efeito do tratamento de sementes com inseticidas químicos sobre danos de percevejos fitófagos e sobre lagarta do cartucho do milho**. Embrapa Arroz e Feijão. (Circular Técnica, 76). Santo Antônio de Goiás, 2006.

ROZA-GOMES, M, F. et al. Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciência Rural**, v,41, n,7, p,1115-1119, 2011.

SANGOI, L. et al. Maize tillering, leaf area, and grain productivity under different spatial arrangement. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 6, p. 609-616, 2011

- SILVA, C.C. et al. *Euschistus heros* mass rearing technique for the multiplication of *Telenomus podisi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v,43, p,575-580, 2008.
- SINGH, H. et al. Differential peroxidase activities in three different crops upon insect feeding. **Plant signaling & behavior**, v. 8, n. 9, p. 1–7, 2013.
- SINGLETON, V. L. et al. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**. vol. 299. 1999.
- SMANIOTTO, L. L.; PANIZZI, A. R. Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the Neotropics. **Florida Entomologist**, Florida, n. 1, v. 98, p. 7-17, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1653/024.098.0103>
- SUZUKI, N. et al. Abiotic and biotic stress combinations. **New Phytol.** 203, 32–43. 2014.
- ŚWIĄTEK, M.; KIELKIEWICZ, M.; ZAGDANSKA, B. Insect-resistant Bt-maize response to the short-term non-target mite-pest infestation and soil drought. **Acta Physiologiae Plantarum**. 36, 2705–2715. 2014.
- USDA. **World agricultural supply and demand estimates**. 2019. Disponível em:<<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: jun. 2019.
- VALICENTE, F. H. Manejo de pragas, In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. (Ed.) **Milho: do plantio a colheita**. UFV, cap, 12, p, 273-293. 2015.
- VAN LOON, L. C.; REP, M.; PIETERSE, C. M. J. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. **Annu. Rev. Phytopathol.**, v. 44, p. 135-162, 2006.
- ZHAO, F. et al. The Difference of Physiological and Proteomic Changes in Maize Leaves Adaptation to Drought, Heat, and Combined Both Stresses. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1471, 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com este trabalho evidenciam a importância do manejo correto do percevejo *Euschistus heros* em lavouras. Este percevejo, importante praga da soja, vem causando danos em plantações de milho em consequência de cultivos sucessivos sem pousio ou por falha no manejo de plantas daninhas, possibilitando uma “ponte verde” para sua sobrevivência.

Plantas de milho e algumas daninhas, como *C. canadensis*, *D. insularis*, *L. perene*, *A. viridis* e *C. benghalensis* não são fontes alimentares adequadas para a sobrevivência e desenvolvimento do inseto, enquanto que, *I. nill* possibilita o desenvolvimento e a emergência de adultos sem gerar descendentes.

O ataque de *E. heros* no estágio inicial da cultura do milho pode diminuir a área foliar das plantas, bem como a altura, diâmetro de colmo e massa seca em consequência de uma série de mudanças bioquímicas causadas pelo estresse biótico, como a diminuição da produção de proteínas pela planta, o aumento da atividade das enzimas de estresse e a expressão de compostos fenólicos. O tratamento de sementes com inseticida ocasionou menores estresses, menor injúria e maior área foliar, reforçando a importância da adoção deste método de controle para produtores.

REFERÊNCIAS

- AZAMBUJA, R. et al. Comparative biology of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) feeding on cotton and soybean reproductive structures. **Neotropical Entomology**. 42. P. 359-365, 2013. Doi: 10.1007/s13744-013-0132-6
- BARBOSA, M. R. et al. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**. V. 44. P. 45 -460, 2014.
- COLBACH, N. et al. The response of weed and crop species to shading: Which parameters explain weed impacts on crop production? **Field Crops Research**. 238, 45-55, 2019. doi:10.1016/j.fcr.2019.04.008
- CÔRREA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo** (Circular Técnica, 24). Londrina: Embrapa Soja. 45 p. 1999.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 6. Safra 2018/19. Junho, 2019.
- DEPIERI, R.; PANIZZI A. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical entomology** 40: 197–203, 2011. pmid:21584400
- GIACHINI, R, M, et al, Panorama dos sistemas de produção de milho safrinha nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, **Embrapa Milho e Sorgo**, 2017,
- GRAZIA, J. et al. Estudo das ninfas de pentatomídeos (Heteroptera) que vivem sobre soja (*Glycine max* (L.) Merrill): I – *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v, 9, p, 39-51. 1980.
- GUEDES, R. N. C.; CUTLER, G. C. Insecticide-induced hormesis and arthropod pest management. **Pest. Manag. Sci.** 70. 690–697, 2014.
- LUCINI, T.; PANIZZI, A. R. Electropenetrography Monitoring of the Neotropical Brown-Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) on Soybean Pods: An Electrical Penetration Graph-Histology Analysis. **Journal of Insect Science**. Volume 18. Issue 6, 2018. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey108>
- PANIZZI, A. R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. V. 29. P. 1-12, 2000.
- PANIZZI, A. R. et al. Insetos que atacam vagens e grãos, In: HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**, Londrina: Embrapa, 2013, p, 335-421,
- PANIZZI, A. R.; MENEGUIM, A. M. Performance of nymphal and adult *Nezara viridula* on selected alternate host plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 50: 215-223. 1989.
- PANIZZI, A. R. Entomofauna changes with soybean expansion in Brazil. P. 166-168. In NAPOMPETH, B. (ed). **Proceedings World Soybean Research Conference**. 5, 581 p. 1997.

PANIZZZI, A. R. et al. **Manejo integrado dos percevejos barriga-verde, *Dichelops* spp, em trigo**. Embrapa Trigo. 40 p. Doc. No. 114. 2015.

PANIZZZI, A. R.; CHOCOROSQUI, V. R. **Os percevejos inimigos**. A Granja. N.616. p.40-42. 2000.

PANIZZZI, A. R.; NIVA, C. C. Overwintering strategy of the brown stink bug in northern Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 29. P. 509-511. 1994.

PANIZZZI, A. R.; SILVA, F. A. C. Insetos sugadores de sementes (Heteroptera), PANIZZZI, A. R. In: PANIZZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Embrapa Informação Tecnológica. p. 465-522. 2009.

PEIFFER, M.; FELTON, G. W. Insights into the saliva of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). **PloS one** 9: e88483,2014, pmid:24586332

RAZA, M. A. et al. Effect of planting patterns on yield, nutrient accumulation and distribution in maize and soybean under relay intercropping systems. **Scientific Reports**. 9(1). 2019. doi:10,1038/s41598-019-41364-1

SILVA, F. A. C. et al. Feeding activity, salivary amylase activity, and superficial damage to soybean seed by adult *Edessa meditabunda* (F.) and *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotrop, Entomol**. 41. 386–390. 2012.

SMANIOTTO, L. L.; PANIZZZI, A. R. Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the Neotropics. **Florida Entomologist**. N. 1. V. 98. P. 7-17. 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10,1653/024,098,0103>

USDA. **World agricultural supply and demand estimates**. 2019. Disponível em:<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>. Acesso em: jun. 2019.

VANLERBERGHE, G., C. Alternative oxidase: A mitochondrial respiratory pathway to maintain metabolic and signaling homeostasis during abiotic and biotic stress in plants. **Int. J. Mol. Sci**. 14: 6805–6847. 2013.

VILLAS-BÔAS, G. L.; PANIZZZI, A. R. Biologia de *Euschistus heros* (Fabricius. 1789) em soja (*Glycine max* L. Merrill). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. V. 9. P. 105-113. 1980.