

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 31/07/2021

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 *Euschistus heros* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae) em hospedeiros alternativos e caracterização da injúria e estresse em plantas de milho (*Zea mays* 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. *Euschistus heros* - 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

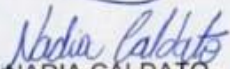
ORIENTADORA: REGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE FREITAS BUENO

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 Agrônômicas de Botucatu - UNESP



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



Pós-Doutoranda SIMONE SILVA VIEIRA
AGRIMIP / Faculdade de Ciências Agrônômicas/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 conseqüentemente, 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.

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.

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

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

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.; SILVA, F. A. C. Insetos sugadores de sementes (Heteroptera), PANIZZI, A. R. In: PANIZZI, 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.; PANIZZI, 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.; PANIZZI, 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.