

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA PAULA DE QUEIROZ

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NO SISTEMA PRODUTIVO SOJA / MILHO E
ALTERNATIVAS PARA SEU MANEJO

CURITIBA

2020

ANA PAULA DE QUEIROZ

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851)
(HETEROPTERA: PENTATOMIDAE) NO SISTEMA PRODUTIVO SOJA/MILHO E
ALTERNATIVAS PARA SEU MANEJO

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Adeney de Freitas Bueno

Co-orientador: Prof. Dr. Antônio Ricardo Panizzi

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Queiroz, Ana Paula de
Aspetos biológicos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851)
(Heteroptera: Pentatomidae) no sistema produtivo soja/milho e alternativas
para seu manejo. / Ana Paula de Queiroz. – Curitiba, 2020.
189 p. : il.

Orientador: Adeney de Freitas Bueno
Coorientador: Antônio Ricardo Panizzi

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências
Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Entomologia

1. Rotação de cultivos agrícolas 2. Percevejo (Inseto) 3. Plantas
hospedeiras 4. Pragas - Controle 5. Pragas – Controle biológico Título II.
Bueno, Adeney de Freitas III. Panizzi, Antônio Ricard, 1950- IV.
Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa
de Pós-Graduação em Entomologia.

CDD (22. ed.) 595.754



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ENTOMOLOGIA) - 40001016005P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ENTOMOLOGIA) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ANA PAULA DE QUEIROZ** intitulada: **Aspectos biológicos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema produtivo soja/milho e alternativas para seu manejo**, sob orientação do Prof. Dr. ADENEY DE FREITAS BUENO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 13 de Fevereiro de 2020.

ADENEY DE FREITAS BUENO

Presidente da Banca Examinadora

PAULO HENRIQUE GORGATTI ZARBIN

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

ALINE POMARI FERNANDES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL)

LUÍS AMILTON FOERSTER

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Aos meus pais, Ivanilda e Paulo, e aos meus irmãos Alison e Júnior, pelo incentivo e apoio e por acreditarem sempre no meu potencial.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pela saúde e disposição para concluir mais uma etapa acadêmica da minha formação;

A minha família, aos meus pais Paulo e Ivanilda, e irmãos, Júnior e Alison, pela paciência, companheirismo e incentivo ao longo de todos os desafios para que eu chegasse até aqui;

A Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia pela oportunidade de realizar o doutorado e aos professores do programa por todos os ensinamentos;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa durante o doutorado;

Ao Dr. Adeney de Freitas Bueno, pela confiança, orientação e, principalmente, pelo incentivo e participação na minha vida científica;

Ao Dr. Antônio Ricardo Panizzi, pela co-orientação e contribuição para a realização deste trabalho;

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Soja, pela disponibilidade de espaço e infraestrutura para realizar as pesquisas;

Aos técnicos do laboratório de Entomologia, Mari Estela Silva e Adair Vicente Carneiro, pelo auxílio na condução dos experimentos e também pela amizade. Assim como aos técnicos de campo: Antônio L. Pavão, Elias C. de Souza e Nivaldo F. Euclides pelo auxílio na condução dos experimentos de campo;

As grandes amigas que a entomologia me trouxe: Marcela L. M. Grande, Mariana M. Neiva, Bruna M. Favetti, Cintia Costa, Pamela G. G. Luski, Jaciara Gonçalves, Erica C. Braz, pela confiança, amizade, companheirismo e por todos momentos alegres;

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

Obrigada!

“Nada é suficientemente bom. Então vamos fazer o que é certo, dedicar o melhor dos nossos esforços para atingir o inatingível, desenvolver ao máximo os dons que Deus nos concedeu, e nunca parar de aprender.”

(Beethoven)

RESUMO

Há uma grande diversidade de espécies de percevejos que atacam a cultura da soja durante a safra de verão. Muitos deles, como *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), dispersam para a cultura do milho de segunda safra (outono-inverno) quando a soja cultivada no verão está sendo colhida, podendo causar danos severos à cultura subsequente. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os parâmetros biológicos de *D. melacanthus* no sistema produtivo soja/milho, visando seu manejo integrado. No capítulo 1 foi feita a revisão de literatura sobre o tema proposto. No capítulo 2, é relatada a biologia, preferência alimentar e preferência de oviposição de *D. melacanthus* por diferentes alimentos (plântula de milho, plântula de soja, grãos maduros de soja úmidos e plantas de trapoeraba, *Commelina benghalensis* C.). Os dados indicaram que grãos de soja umedecidos propiciaram um desenvolvimento mais rápido dos percevejos do que os demais alimentos. Os percevejos não conseguiram completar seu desenvolvimento quando se alimentaram apenas de trapoeraba, apesar da preferência em se alimentar e ovipositar nessa planta. No capítulo 3, avaliou-se diferentes estratégias de manejo de *D. melacanthus* na cultura da soja e os seus possíveis impactos na cultura do milho com e sem tratamento de sementes. Os tratamentos testados em soja na safra 2016/17 foram: 1) MIP-soja; 2) Controle tardio de percevejo em soja; 3) MIP-soja + dessecação + inseticida em R7. Na safra 2017/18 testou-se os mesmos tratamentos exceto inseticidas diferentes com dessecação + inseticida e dessecação apenas. No milho cada repetição foi subdividida em duas áreas (com e sem tratamento de sementes). O MIP-soja + dessecação + inseticida em R7 não proporcionou controle efetivo dos percevejos, ocorreu menor produtividade da soja com acúmulo de resíduos de produtos nos grãos. O MIP-soja e o controle tardio de percevejo resultaram em controle mais eficiente de *D. melacanthus*, reduzindo a sua população na cultura de milho subsequente. A utilização de sementes tratadas para controle de *D. melacanthus* em milho não reduziu a densidade populacional e o dano causado pelo percevejo às plantas. No capítulo 4, estudou-se as preferências hospedeiras de *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae) entre *Euchistus heros* (Fabricius, 1974), *D. melacanthus* e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851). Avaliou-se também o efeito do tamanho dos ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* nos parâmetros biológicos e morfológicas de *Te. podisi* criados em ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*. *Telenomus podisi* preferiu parasitar ovos de *D. melacanthus* devido ao seu possível melhor valor nutricional, o que resultou em desenvolvimento mais rápido e parasitoides maiores comparado aos obtidos em ovos de *P. nigrispinus*. No capítulo 5, avaliou-se aspectos biológicos do parasitoide *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 envolvendo a sua preferência hospedeira, biologia e morfometria entre ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*. *Trissolcus urichi* preferiu parasitar os ovos de *E. heros*, com maior taxa de emergência (%) e desenvolvimento mais rápido, além de produzir progênie de tamanho maior que os parasitoides emergidos de ovos de *D. melacanthus*. Por fim, no capítulo 6, estudou-se as interações competitivas entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus* e *E. heros*. Testou-se o impacto de intervalos (4 a 192 horas) entre a sequência de parasitismo na interação entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus* e *E. heros*; e o impacto da sequência de parasitismo na interação entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus*. Em ovos *D. melacanthus*, a sequência de parasitismo não afetou o número de ovos parasitados.

Entretanto, o número de ovos parasitados foi menor nos intervalos de desenvolvimento de 96 e 192h. Em ovos de *E. heros* houve interação na sequência de parasitismo e intervalo entre as espécies de parasitoides nos eventos de parasitismo para número de ovos parasitados, número de parasitoides emergidos total e de *Te. podisi* emergidos. Essa interação não foi observada para o número de adultos de *Tr. urichi* emergidos. A competição larval interespecífica afetou negativamente o número de ovos parasitados e o número de parasitoides emergidos, tanto nas liberações sequenciais das espécies de parasitoides quanto na liberação simultânea.

Palavras-chave: Sucessão de culturas 1. Percevejo barriga-verde 2. Plantas hospedeiras 3. Controle químico 4. Controle biológico 5.

ABSTRACT

There is a great diversity of stink bug species that attack soybean crop during the summer crop. Many of them, such as *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), disperse to second-crop (fall-winter) corn when summer-grown soybeans are harvested, which can cause severe damage to subsequent crops. Therefore, the objective of this work was to evaluate the biological parameters of *D. melacanthus* in the soybean / corn production system, aiming at its integrated management. In chapter 1, a literature review on the proposed theme was made. In Chapter 2, we report the biology, food preference and oviposition preference of *D. melacanthus* for different foods (corn seedling, soybean seedling, moist soybean and trapoeraba plants, *Commelina benghalensis* C.). The data indicated that moistened soybeans provided a faster development of stink bug than other foods. The stink bug could not complete their development when they fed only on trapoeraba, although the preference to feed and oviposit on this plant. In Chapter 3, we evaluated different management strategies of *D. melacanthus* in soybean crop and their possible impacts on corn crop with and without seed treatment. The treatments tested on soybean in the 2016/17 crop were: 1) IPM-soybean; 2) Late control of stink bug in soybean; 3) IPM-soybean + desiccation + insecticide in R7. In the 2017/18 crop the same treatments were tested except different insecticides with desiccation + insecticide and desiccation only. In maize each repetition was subdivided into two areas (with and without seed treatment). IPM-soybean + desiccation + insecticide in R7 did not provide effective control of stink bug, there was lower soybean productivity with accumulation of product residues in the grains. The use of treated seeds to control *D. melacanthus* in maize did not reduce population density and the damage caused by stink bug to plants. In Chapter 4, the host preferences of *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae) among *Euchistus heros* (Fabricius, 1974), *D. melacanthus* and *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) were studied. The effect of *E. heros*, *D. melacanthus* and *P. nigrispinus* egg size on the biological and morphological characteristics of *Te. podisi* reared in *E. heros*, *D. melacanthus* and *P. nigrispinus* eggs was also evaluated. *Telenomus podisi* preferred to parasitize *D. melacanthus* eggs due to their possible better nutritional value, which resulted in faster development and larger parasitoids compared to *P. nigrispinus* eggs. In chapter 5, biological aspects of the parasitoid *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 involving their host preference, biology and morphometric characteristics between eggs of *E. heros* and *D. melacanthus*. *Trissolcus urichi* preferred to parasitize *E. heros* eggs, with higher emergence rate (%) and faster development, and to produce larger progenies than parasitoids emerged from *D. melacanthus* eggs. Finally, in Chapter 6, we studied the competitive interactions between *Te. podisi* and *Tr. urichi* in eggs of *D. melacanthus* and *E. heros*. The impact of intervals (4 to 192 hours) between the parasitism sequence on the competitive interaction between *Te. podisi* and *Tr. urichi* in eggs of *D. melacanthus* and *E. heros* was tested; and the impact of parasitism sequence on the competitive interaction between *Te. podisi* and *Tr. urichi* in *D. melacanthus* eggs. In *D. melacanthus* eggs, the sequence of parasitism did not affect the number of parasitized eggs. However, the number of parasitized eggs was lower in the 96 and 192h developmental intervals. In *E. heros* eggs there was interaction between parasitism sequence and interval between parasitoid species in parasitism events for

number of parasitized eggs, number of total emerged parasitoids and *Te. podisi* emerged. This interaction was not observed for the number of emerged *Tr. urichi* adults. Interspecific larval competition negatively affected the number of parasitized eggs and the number of emerged parasitoids, both in sequential releases of parasitoid species and in simultaneous release.

Keywords: Succession of crops 1. green-belly stink bug 2. Host plants 3. Chemical control 4. Biological control 5.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1	Figura 1. Estádios de desenvolvimento de <i>Dichelops melacanthus</i> . Ovos (A), Ninfa de 5ª instar (B) e adulto (C).....27
	Figura 2. Estádios de desenvolvimento de <i>Euschistus heros</i> . Ovos (A), Ninfa de 5ª instar (B) e adulto (C).....29
	Figura 3. Adultos de <i>Telenomus podisi</i> parasitando ovos de <i>Euschistus heros</i>36
Capítulo 2	Figura 1. Esquema da gaiola do ensaio de preferência de oviposição com a distribuição dos círculos no interior da gaiola.....67
	Figura 2. Arena utilizada no teste de preferência alimentar de <i>Dichelops melacanthus</i> por diferentes plantas.....68
	Figura 3. Preferência alimentar de adultos de <i>Dichelops melacanthus</i> por diferentes alimentos. Média do acompanhamento das avaliações realizados no período de 24 e 48 horas. Medias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Alimento: plântula de soja (PS); trapoeraba (PT); plântula de milho (PM); fora do alimento (FA).....69
	Figura 4. Preferência de oviposição de <i>Dichelops melacanthus</i> em diferentes plantas hospedeiras. Alimentos: soja no estágio reprodutivo (SR4); plântulas de soja (PS); milho no estágio reprodutivo (MR2); plântula de Milho (PM); planta de trapoeraba (PT).70
Capítulo 3	Figura 1. Flutuação populacional de <i>Euschistus heros</i> e <i>Dichelops melacanthus</i> após o controle tardio desses percevejos na cultura da soja em duas safras (A) safra 2016/17 e (B) safra 2017/18 em Londrina-PR. Manejo da soja (tratamentos): 1) MIP-soja; 2) Controle de percevejo tardio na soja; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida; 4) MIP-soja com dessecação em R7.....85

Figura 2. Avaliações realizadas em áreas de milho (com e sem tratamento de sementes) para verificar o número de percevejos em 10 plantas/linha. Figuras (A e B) safra 2016/17 e (C e D) safra 2017/18. Manejo da soja (tratamentos): 1) MIP-soja; 2) Controle de percevejo tardio na soja; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida; 4) MIP-soja + dessecação em R7. Médias seguidas pela mesma letra em cada data de avaliação não diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade)88

Figura 3. Produtividade do milho com diferentes notas de injúria (BIANCO, 2005) causadas por *Dichelops melacanthus* em duas safras (A) 2016/17 e (B) 2017/18. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....89

Capítulo 4 **Figura 1.** Arenas adaptadas de Thuler et al (2007) utilizadas no teste de preferência hospedeira. (1A) Arena usada para testar a preferência hospedeira do parasitoide entre três espécies de hospedeiros. (1B) Arena usada para testar a preferência hospedeira do parasitoide entre duas espécies de hospedeiro.....111

Capítulo 5 **Figura 1.** Arenas de Thuler et al. (2007) utilizadas no teste de preferência hospedeira do parasitoide *Trissolcus urichi* Queiroz et al. (2018)133

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2	Tabela 1. Tempo de desenvolvimento de ninfas e longevidade de <i>Dichelops melacanthus</i> alimentadas com diferentes alimentos em laboratório a T: 25 ± 2 ° C, UR $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E.....65
	Tabela 2. Peso (mg) de machos e fêmeas, tamanho do pronoto, fecundidade e viabilidade dos ovos <i>Dichelops melacanthus</i> alimentados com diferentes plantas hospedeiras a 25° C, UR $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E.....66
Capítulo 3	Tabela 1. Produtividade, análise de resíduo e teste de tetrazólio da soja após adoção de diferentes estratégias de manejo de percevejos na safra 2016/17.....86
	Tabela 2. Produtividade, análise de resíduo e teste de tetrazólio da soja após adoção de diferentes estratégias de manejo de percevejos na safra 2017/17.....87
	Tabela 3. Produção do milho segunda safra 2016/17 após diferentes manejos na soja antecessora. Tratamento de sementes (TS) do milho.....90
	Tabela 4. Produção do milho segunda safra 2017/18 após diferentes manejos na soja antecessora. Tratamento de sementes (TS) do milho.....91
Capítulo 4	Tabela 1. Número de ovos de <i>Dichelops melacanthus</i> (Dm), <i>Euschistus heros</i> (Eh) e <i>Podisus nigrispinus</i> (Pn), parasitados por <i>Telenomus podisi</i> (%). Os bioensaios foram realizados a 25 ± 2 °C, $80 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 14/10 h C/E.....112
	Tabela 2. Tamanho dos ovos de <i>Dichelops melacanthus</i> , <i>Euschistus heros</i> e <i>Podisus nigrispinus</i> e características biológicas de <i>Telenomus podisi</i> criados em diferentes ovos hospedeiros a 25 ± 2

°C, UR 80 ± 10% e fotoperíodo de 14/10 h C/E.....113

Tabela 3. Caracteres morfológicos (mm) de *Telenomus podisi* criados em diferentes ovos hospedeiros a 25 ± 2°C, UR 80 ± 10% UR e fotoperíodo de 14/10 h C/E.....114

Capítulo 5

Tabela 1. Preferência de parasitismo e características biológicas de *Trissolcus urichi* criados em ovos de *Euschistus heros* e *Dichelops melacanthus*.....131

Tabela 2. Caracteres morfológicos (mm) de *Trissolcus urichi* criados em ovos de *Euschistus heros* e *Dichelops melacanthus* a 25 ± 2 °C, UR 80 ± 10% e fotoperíodo de 14/10 h C/E.....132

Capítulo 6

Tabela 1. Número de ovos de *Dichelops melacanthus* parasitados, parasitoides emergidos total e por espécie, em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) e sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h - *Trissolcus urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h)151

Tabela 2. Número de ovos de *Eushistus heros* parasitados em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) por espécies de parasitoides e sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h - *Trissolcus urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h)152

Tabela 3. Número de parasitoides emergidos total e por espécie em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) para as espécies de parasitoides e sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h - *Trissolcus urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h) em ovos de *Eushistus heros*.....153

Tabela 4. Número de *Telenomus podisi* emergidos de ovos de *Eushistus heros* após o parasitismo em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) entre as espécies de parasitoides e sequência de parasitismo (*Te. podisi* 2 h - *Trissolcus urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h)154

Tabela 5. Número de *Trissolcus urichi* emergidos de ovos de *Eushistus heros* após o parasitismo em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) entre as espécies de parasitoides e sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h - *Tr. urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h)155

Tabela 6. Número de ovos de *Dichelops melacanthus* parasitados, parasitoides emergidos total e por espécie em diferentes sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h - *Tr. urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h)156

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....	19
1.2 OBJETIVOS.....	21
1.2.1 Objetivo geral.....	21
1.2.2 Objetivos específicos.....	21
1.3 REVISÃO DE LITERATURA.....	23
1.3.1 Sistema produtivo soja primeira safra (verão) e milho segunda safra (outono- inverno).....	23
1.3.2 Complexo de percevejos pragas do sistema produtivo soja primeira safra (verão) e milho segunda safra (outono / inverno).....	24
1.3.2.1 Percevejo barriga-verde.....	26
1.3.2.2 Percevejo-marron.....	28
1.3.3 Plantas hospedeiras e pentatomídeos.....	30
1.3.4 Controle químico.....	32
1.3.5 Controle biológico.....	34
1.3.5.1 <i>Telenomus podisi</i>	36
1.3.5.2 <i>Trissolcus urichi</i>	37
1.4 REFERÊNCIAS.....	38
CAPÍTULO 2: BIOLOGIA E PREFERÊNCIA DE <i>Dichelops melacanthus</i> (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIFERENTES ALIMENTOS.....	47
2.1 RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
2.2 INTRODUÇÃO.....	49
2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.3.1 Criação dos insetos.....	51
2.3.2 Cultivo das plantas.....	51
2.3.3 Biologia de <i>D. melacanthus</i> em diferentes plantas.....	52
2.3.4 Preferência alimentar de <i>D. melacanthus</i> por diferentes plantas	53
2.3.5 Preferência de oviposição de <i>D. melacanthus</i> por diferentes plantas.....	54

2.3.6 Análise estatística	55
2.4 RESULTADOS	55
2.4.1 Biologia de <i>D. melacanthus</i> em diferentes plantas.....	55
2.4.2 Preferência alimentar de <i>D. melacanthus</i> por diferentes plantas	56
2.4.3 Preferência de oviposição de <i>D. melacanthus</i> por diferentes plantas.....	56
2.5 DISCUSSÃO	57
2.6 REFERÊNCIAS.....	61

CAPÍTULO 3: ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO PERCEVEJO BARRIGA-VERDE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) NO SISTEMA PRODUTIVO SOJA (VERÃO) SEGUIDO DE MILHO (OUTONO / INVERNO)

3.1 RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	72
3.2 INTRODUÇÃO	73
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	74
3.3.1 Análise estatística	77
3.4 RESULTADOS	77
3.5 DISCUSSÃO	79
3.6 REFERÊNCIAS.....	82

CAPÍTULO 4: PREFERÊNCIA HOSPEDEIRA DE *Telenomus podisi* ASHMEAD 1893 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE): PARASITISMO EM OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851), *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1974) E *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

.....	92
4.1 RESUMO.....	92
ABSTRACT.....	93
4.2 INTRODUÇÃO	94
4.3 MATERIAL E MÉTODOS	96
4.3.1 Colônias de parasitoides e hospedeiros.....	96
4.3.2 Preferência do hospedeiro de <i>Te. podisi</i> entre ovos de <i>E. heros</i> , <i>D. melacanthus</i> e <i>P. nigrispinus</i> e entre ovos <i>E. heros</i> e <i>D. melacanthus</i>	97
4.3.3 Tamanho do ovo hospedeiro.....	98

4.3.4	Biologia de <i>Te. podisi</i> em diferentes ovos hospedeiros	98
4.3.5	Caracteres morfológicos de <i>Te. podisi</i> criados em diferentes ovos hospedeiros.....	98
4.3.6	Análise estatística	99
4.4	RESULTADOS	99
4.4.1	Preferência do hospedeiro de <i>Te. podisi</i> entre ovos de <i>E. heros</i> , <i>D. melacanthus</i> e <i>P. nigrispinus</i> e entre ovos <i>E. heros</i> e <i>D. melacanthus</i>	99
4.4.2	Tamanho do ovo hospedeiro.....	99
4.4.3	Biologia de <i>Te. podisi</i> em diferentes ovos hospedeiros.....	100
4.4.4	Caracteres morfológicos de <i>Te. podisi</i> criados em diferentes ovos hospedeiros.....	100
4.5	DISCUSSÃO	101
4.6	REFERÊNCIAS.....	106

CAPÍTULO 5. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE *Trissolcus urichi* CRAWFORD, 1913 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1974) E *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

5.1	RESUMO.....	115
	ABSTRACT.....	116
5.2	INTRODUÇÃO	117
5.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	118
5.3.1	Criação em laboratório de <i>Tr. urichi</i> , <i>E. heros</i> e <i>D. melacanthus</i>	118
5.3.2	Preferência hospedeira de <i>Tr. urichi</i> entre ovos de <i>E. heros</i> e <i>D. melacanthus</i>	119
5.3.3	Parasitismo de <i>Tr. urichi</i> em ovos de <i>E. heros</i> e <i>D. melacanthus</i>	120
5.3.3	Morfometria de adultos de <i>tr. urichi</i> quando criados em ovos de <i>E. heros</i> e <i>D. melacanthus</i>	120
5.3.4	Análise estatística	121
5.4	RESULTADOS	121
5.4.1	Preferência hospedeira de <i>Tr. urichi</i> entre ovos de <i>E. heros</i> e <i>D. melacanthus</i>	121
5.4.2	Parasitismo de <i>Tr. urichi</i> em ovos de <i>E. heros</i> e <i>D. melacanthus</i>	121

5.4.3 Morfometria de adultos de <i>tr. urichi</i> quando criados em ovos de <i>E. heros</i> e <i>D. melacanthus</i>	122
5.5 DISCUSSÃO	122
5.6 REFERÊNCIAS.....	126

CAPÍTULO 6: INTERAÇÃO COMPETITIVA ENTRE *Telenomus podisi* ASHMEAD

1893 E *Trissolcus urichi* CRAWFORD, 1913 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) e *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1974) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

6.1 RESUMO.....	135
ABSTRACT	135
6.2 INTRODUÇÃO	136
6.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	138
6.3.1 Criação e obtenção dos parasitoides e seus hospedeiros	138
6.3.2 Impacto de intervalos entre eventos de parasitismo na interação competitiva entre <i>Te. podisi</i> e <i>Tr. urichi</i> em ovos de <i>D. melacanthus</i> e <i>E. heros</i>	139
6.3.3 Impacto da sequência de parasitismo na interação competitiva entre <i>Te. podisi</i> e <i>Tr. urichi</i> em ovos de <i>D. melacanthus</i>	140
6.3.4 Análise estatística	141
6.4 RESULTADOS	141
6.4.2 Impacto de intervalos entre eventos de parasitismo na interação competitiva entre <i>Te. podisi</i> e <i>Tr. urichi</i> em ovos de <i>D. melacanthus</i> e <i>E. heros</i>	141
6.4.3 Impacto da sequência de parasitismo na interação competitiva entre <i>Te. podisi</i> e <i>Tr. urichi</i> em ovos de <i>D. melacanthus</i>	141
6.5 DISCUSSÃO	143
6.6 REFERÊNCIAS.....	146
CONSIDERAÇÕES FINAIS	157
REFERÊNCIAS DA TESE	159

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill é a principal expressão da rápida modernização da agricultura nacional, devido ao seu grande valor sócio-econômico, determinada pela ampla utilização de seus produtos e subprodutos (ORLANDI et al., 2012). Com extensas áreas cultivadas, essa leguminosa, está sujeita ao ataque de ampla gama de insetos-praga, que podem causar prejuízos desde a germinação até a colheita. Entre as pragas de maior relevância, os percevejos, especialmente aqueles pertencentes à família Pentatomidae, destacam-se por atacar a cultura da soja em sua fase de desenvolvimento reprodutiva, alimentando-se diretamente das sementes, causando danos e provocando deformações dos grãos (PANIZZI, 2007; WAQUIL & OLIVEIRA, 2009; PANIZZI et al., 2012). Há uma grande diversidade de espécies de percevejos que atacam a soja durante a safra de verão. Muitos desses percevejos dispersam para a cultura do milho (*Zea mays*) de segunda safra (outono-inverno) quando a soja de verão está sendo colhida. Estes sugam as plântulas de milho, podendo levá-las à morte dependendo da intensidade e fase de desenvolvimento da cultura em que o ataque ocorre (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2004).

Entre as espécies de percevejos mais comuns e importantes nesse sistema produtivo estão o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) e o percevejo barriga-verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (SILVA, 2006; SMANIOTTO & PANIZZI, 2015). O percevejo barriga-verde é uma importante praga de diversas culturas no Sul do Brasil, principalmente ao norte do Estado do Paraná, que vêm ganhando destaque nos últimos anos no sistema produtivo soja verão e milho segunda safra (outono-inverno) (SMANIOTTO & PANIZZI, 2015). Esta praga, ainda pouco estudada por ser considerada de importância secundária na soja, é uma praga-chave no milho (SILVA et al., 2013). Além disso, na cultura da soja, a importância econômica referente aos danos de *D. melacanthus* tem aumentado, provavelmente, devido às mudanças no cenário agrícola e também pela ampliação do cultivo do milho segunda safra em áreas onde também se cultiva a leguminosa (SMANIOTTO & PANIZZI, 2015). Apesar da elevação dos danos na cultura da soja pelo percevejo, poucos registros sobre os parâmetros biológicas e danos de *D. melacanthus* e alternativas de manejo

em culturas, além do milho, são realizadas e por isso foram estudados em mais detalhes nessa tese de doutorado.

É importante destacar que mudanças no hábito alimentar, de estruturas reprodutivas para tecidos vegetativos de outras espécies vegetais, são atribuídas à baixa disponibilidade de hospedeiros preferenciais (PANIZZI, 2000; MANFREDI-COIMBRA et al., 2005). Neste contexto, vale destacar que após a colheita da soja, o percevejo barriga-verde permanece no solo sobre os restos culturais, alimentando-se de plantas de milho e trigo cultivadas em sistema de semeadura direta (BIANCO, 2010). Nessas áreas, os percevejos encontram a palhada como abrigo e sementes maduras caídas no solo junto com plantas daninhas que servirão como alimento e assim esses insetos conseguem sobreviver, diferentemente do que ocorre em áreas de cultivo convencional, onde os percevejos são deslocados dos abrigos e mortos pelas operações de aração e gradagem (CHOCOROSQUI, 2004).

Na cultura da soja, os danos decorrentes da alimentação de *D. melacanthus* podem ocorrer no início da safra, com ataques aos cotilédones das plantas, causando amarelecimento, áreas necrosadas e consequente abscisão dos mesmos. Entretanto, as plantas de soja possuem tolerância ao ataque dos percevejos e se desenvolvem normalmente, apesar deste ataque inicial (PANIZZI, 1985). Mesmo ocorrendo desde o início do desenvolvimento da planta, a população de *D. melacanthus*, em geral, permanece em densidades reduzidas. No entanto, seus níveis populacionais e sua participação no complexo de percevejos sugadores de sementes da soja, no período reprodutivo da cultura, vêm aumentando com significativas injúrias sobre as vagens com grãos verdes, principalmente na região norte do estado do Paraná (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009; PANIZZI et al., 2012) e em ataques tardios a planta de soja, muitas vezes no estágio de desenvolvimento R7 e R8 (FEHR et al., 1971) quando os demais percevejos da soja são menos abundantes.

A principal forma de controle disponível para *D. melacanthus* é baseado no controle químico com utilização de inseticidas (ÁVILA & PANIZZI, 1995). Entretanto, atualmente, altas populações de percevejos estão chegando com maior intensidade e mais cedo nas lavouras de soja e milho. Isto tem levado os agricultores a aumentar o uso de inseticidas, muitas vezes, sem obter resultados satisfatórios (BUENO et al., 2015). Agravando ainda mais esse cenário, a falta de conhecimento por parte de técnicos e produtores sobre seu potencial de danos e também sobre a

tolerância da planta ao ataque, levam ao uso abusivo dos produtos químicos que são altamente tóxicos (CORRÊA-FERREIRA, 2005). Sendo assim, o desenvolvimento de métodos sustentáveis de manejo desta praga como o uso correto de inseticidas e o controle biológico, deve ser priorizado, para redução do impacto do percevejo barriga-verde no cenário agrícola.

Neste contexto, os parasitoides de ovos, são importantes inimigos naturais de percevejos da família Pentatomidae, e precisam ser melhor avaliados no manejo de *D. melacanthus* (PARRA, 2002). Dentre esses parasitoides, destaca-se *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae) que possui potencial de uso em programas de controle biológico, pois atua como regulador populacional de diversas espécies de percevejos. Outra espécie menos estudada, *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 (Hymenoptera: Platygasteridae) também pode desempenhar papel significativo, apesar da falta de informações publicadas sobre sua biologia e potencial de parasitismo. Esses parasitoides tem ampla distribuição no Brasil, ou seja, estão presente em diferentes agroecossistemas parasitando inúmeros insetos da família Pentatomidae (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995; ZERBINO & PANIZZI, 2019) o que mostra, sua adaptação a diferentes hospedeiros e condições de clima. Desta forma, a utilização de *Te. podisi* e *Tr. urichi* associado ao uso correto de inseticidas pode contribuir para o controle de *D. melacanthus* no sistema produtivo soja verão e milho segunda safra.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar os parâmetros biológicos de *D. melacanthus* e de seus parasitoides de ovos *Te. podisi* e *Tr. urichi* no sistema produtivo soja / milho visando aprimorar o manejo integrado dessa praga.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar os aspectos biológicos e comportamentais de *D. melacanthus* em diferentes alimentos como: soja, milho e a trapoeraba (*Commelina*

benghalensis C.) que usualmente estão presentes no sistema produtivo soja / milho.

- Avaliar diferentes estratégias de manejo de percevejos no sistema produtivo soja (verão) seguido de milho (outono / inverno).
- Avaliar a preferência hospedeira de *Te. podisi* no parasitismo de ovos de *D. melacanthus*, *E. heros* e *P. nigrispinus*.
- Verificar os parâmetros biológicas de *Tr. urichi* em ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*.
- Avaliar a possível interação competitiva entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus* e *E. heros*.

1.3 REVISÃO DE LITERATURA

1.3.1 Sistema produtivo soja primeira safra (verão) e milho segunda safra (outono-inverno)

A sucessão soja-milho é um sistema de produção amplamente utilizado no Brasil (CHIESA et al., 2016). Esse sistema corresponde a aproximadamente 35% da produção brasileira de grãos (CONAB, 2018). A soja é a maior fonte direta de renda na agricultura de produção de grãos no verão. Tornou-se a principal cultura cultivada no Brasil e, pela sua rentabilidade, tem expandido a cada ano ocupando lugar de outras culturas como, por exemplo, seu avanço sobre áreas de pastagens que tem sido reconvertida para o cultivo de grãos (CONAB, 2018). Atualmente, a soja é responsável por mais de 54% da área cultivada, permanecendo como principal responsável pelo aumento de área agricultável no país (CONAB, 2019). O consumo interno de soja no Brasil é de 44,0 milhões de toneladas, enquanto para exportação é destinado cerca de 40,9 bilhões de toneladas de soja segundo dados da Conab (2019). Em termos nacionais, a produção de soja se concentra no Centro-Oeste e no Sul, com aumento significativo em todas as regiões geográficas.

Por outro lado, a cultura do milho é plantada em diferentes épocas em diferentes regiões do país. A região Sul começa o plantio em julho, mas com picos de semeadura de agosto a outubro. As regiões Sudeste e Centro-Oeste e Norte (com exceção do estado de Tocantins) o plantio ocorre de outubro a dezembro, mas com pico em novembro (CONAB, 2016). A região Centro-Sul do estado do Paraná caracteriza-se como uma grande produtora de milho, com uma característica climática ideal para produção desta cultura, possuindo o segundo maior índice de produtividade do mundo (MENDES et al., 2011). Portanto, no estado do Paraná a produtividade do milho vem crescendo gradativamente nos últimos anos. No Brasil a maior parte do milho produzido é consumida internamente, principalmente na alimentação animal (63%) e no processamento industrial (10%), sendo que apenas 13% do que se produz é destinada à exportação (DUARTE, 2011).

Nos últimos anos, o processo de produção de grãos sofreu algumas alterações, como expansão das fronteiras agrícolas e o cultivo na mesma área durante o ano todo, tendo a cultura da soja concentrada seu cultivo no verão e a cultura do milho passando a ser cultivado predominantemente na segunda safra

(outono-inverno) (SMANIOTTO & PANIZZI, 2015). A cultura do milho segunda safra consolidou-se no Brasil nos últimos 15 anos, com crescimento expressivo de área, produção e produtividade. Segundo estimativas da Conab (2019) o plantio de milho segunda safra vai avançar nas principais regiões produtoras, devendo ocupar cerca de 30% da área plantada com soja. A destinação de área para o cultivo dessa gramínea deve ultrapassar 11 milhões de hectares, com aumento de 6,2 % (CONAB, 2019).

O milho de segunda safra, sucede o cultivo da soja no verão, possibilitando a otimização da mão-de-obra e maquinários da propriedade, diminuindo a sazonalidade da produção, do abastecimento e de preços. No entanto, segundo Duarte (2004) essa modalidade de cultivo apresenta um risco à produção maior do que a do milho plantado na primeira safra devido às condições climáticas instáveis. Um fator que vem contribuindo para a expansão da área da cultura do milho na segunda safra é a adoção do sistema plantio direto na palha da cultura da soja, que permite redução do tempo entre a colheita da lavoura de verão (soja) e a semeadura da lavoura de outono-inverno (milho de segunda safra) (TSUNECHIRO & GODOY, 2001).

1.3.2 Complexo de percevejos pragas do sistema produtivo soja primeira safra (verão) e milho segunda safra (outono / inverno)

Atualmente, o principal desafio do manejo integrado de pagas (MIP), no sistema produtivo soja primeira safra (verão) e milho segunda safra (outono-inverno), é manejar o complexo de percevejos que ataca as vagens da soja, causando danos nos grãos na safra de verão e que depois se movem para o milho de segunda safra, sugando as plântulas recém-emergidas (SMANIOTTO & PANIZZI, 2015).

Entre as espécies de percevejos mais comuns e importantes nesse sistema produtivo estão o percevejo-marrom, *E. heros*, e o percevejo barriga-verde, *D. melacanthus* (PANIZZI, 2000). O percevejo-marrom *E. heros* é considerado praga-chave da soja podendo danificar os grãos e sementes da soja entre as fases de “canivetinho” (R3) até o final do enchimento de grãos (R6) (BUENO et al., 2015). No entanto, devido à alta densidade populacional que esses percevejos atingem no final do ciclo da soja, estes também têm atacado a cultura do milho, cultivado na segunda safra logo após a colheita da safra principal, em início de desenvolvimento. No

milho, *E. heros* não tem o mesmo potencial de causar prejuízos como o percevejo barriga-verde, pois geralmente ficam localizados no cartucho da planta (BUENO et al., 2015). Roza-Gomes et al. (2011), comparando as injúrias causadas pelos percevejos *D. melacanthus*, *E. heros*, *Dichelops furcatus* (Fabricius, 1775) e *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) na fase inicial da cultura do milho, observaram que *E. heros* causaram poucas injúrias, menos intensos e evidentes do que ocasionados pelas três outras espécies. Entretanto, eventualmente, o percevejo-marrom pode atacar o colmo do milho, semelhantemente ao hábito do percevejo barriga-verde, e causar injúrias similares, matando a planta e reduzindo o estande inicial (BUENO et al., 2015).

Diferentemente de *E. heros*, o percevejo *D. melacanthus* é hoje conhecido como praga-chave no milho (ÁVILA & PANIZZI, 1995), causando danos cerca de três vezes mais intensos do que o percevejo-marrom (ROZA-GOMES et al., 2011; TORRES et al., 2013). Nas últimas duas décadas, essa espécie que era considerada praga secundária da soja, passou a atacar principalmente plântulas de milho, fato que ocorreu com a introdução desse novo sistema produtivo que concentrou a destinação da safra de verão ao cultivo da soja e a safra de outono-inverno ao cultivo do milho (segunda safra) (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2004; ROSA-GOMES, 2011). O percevejo barriga-verde pode causar injúria no milho quando se alimentam no meristema apical; ao extrair a seiva das plantas, injetam substâncias que têm ação tóxica para as mesmas (BRUSTOLIN et al., 2011). Ataques severos podem ocasionar a morte de plântulas, com a consequente redução do estande (PANIZZI & CHOCOROSQUI, 2000).

Panizzi & Chocorosqui (2000) observaram que o percevejo barriga-verde está associado com o sistema de semeadura direta, o qual fornece abrigo e alimento (sementes, vagens secas, etc.) aos insetos, resultando no crescimento populacional desta espécie. Ninfas e adultos de *D. melacanthus* são encontrados sobre o solo, próximos a base das plantas ou sob os restos culturais de soja e milho. Atualmente, populações elevadas de percevejos estão chegando com maior intensidade e cada vez mais cedo na cultura da soja e milho. Em regiões onde o milho segunda safra é cultivado após a colheita da soja, *D. melacanthus* encontra condições de clima e de diversidade alimentar que favorecem a sua sobrevivência e multiplicação a ponto de atingir populações que podem causar danos significativos nas culturas, especialmente nos seus estádios iniciais de desenvolvimento (ÁVILA & PANIZZI,

1995).

1.3.2.1 Percevejo barriga-verde

Os pentatomídeos do gênero *Dichelops* são exclusivamente neotropicais, e encontram-se divididos em três subgêneros *Dichelops* Spinola, 1837, *Diceraeus* Dallas, 1851 e *Prodichelops* Grazia, 1978 (GRAZIA, 1978). O subgênero *Dichelops* é o mais diverso, apresentando dez espécies descritas (GRAZIA, 1978; KLEIN et al., 2012). O subgênero *Diceraeus*, no qual compreende a espécie de estudo, possui quatro espécies descritas até o momento, *D. melacanthus*, *D. furcatus*, *Dichelops lobatos* Grazia, 1978 e *Dichelops phoenix* Grazia 1978 (Hemiptera: Pentatomidae) (POOCK-DA-SILVA et al., 2013). *Dichelops melacanthus* e *D. furcatus* são as principais espécies mais frequentemente observadas no Brasil (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2004; CROSARIOL-NETTO et al., 2015; PANIZZI et al., 2016).

As espécies *D. melacanthus* e *D. furcatus* são conhecidas popularmente como percevejo “barriga-verde”, e são consideradas pragas chave da fase inicial na cultura do milho (BIANCO & NISHIMURA, 1998; CHOCOROSQUI, 2001) e trigo (PEREIRA et al., 2010), e pragas-secundária na cultura da soja (PANIZZI et al., 1977). No Brasil esses percevejos apresentam distribuição nos estados de Amapá, Ceará, Rio Grande do Norte, Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso (GRAZIA, 1978) e Paraná (SILVA et al., 2013). *Dichelops furcatus* foi observado em regiões brasileiras produtoras de soja desde a década de 1970 (PANIZZI et al., 1977).

A ocorrência de *D. melacanthus* como praga primária em plantas de importância econômica foi relatada pela primeira vez no ano de 1993 em plântulas de milho no Mato Grosso do Sul (ÁVILA & PANIZZI, 1995). Nesse mesmo ano, esta espécie também foi observada em diferentes regiões do Paraná (CHOCOROSQUI, 2001). Pesquisas demonstram que *D. melacanthus* é a espécie de percevejo barriga-verde mais abundante no Brasil (ZERBINO & PANIZZI, 2019). Concentra-se em áreas agrícolas com temperaturas mais elevadas variando de 20 a 24 °C (MACHADO, 2014), em especial em áreas que tenha o cultivo do milho de segunda safra, e em áreas em pousio onde existem restos de outras culturas, como sementes de soja, milho e trigo, que são utilizadas como fontes alimentares (CHOCOROSQUI, 2001), além de contribuir para a manutenção e desenvolvimento populacional da

praga ao longo do ano.

Os ovos são de coloração verde-clara logo após a postura (**Figura 1A**) e verde escuro com 2 pontuações avermelhadas próximo ao momento da emergência das ninfas. As ninfas têm corpo oval-arredondado com coloração castanho-escuro, no 5º instar, apresentam tecas alares esverdeadas com coloração do corpo castanho-esverdeada (**Figura 1B**) (PEREIRA et al., 2007). Em média as posturas de *D. melacanthus* possuem 13 ovos, com um período de incubação de 4,4 dias, sendo a duração do primeiro instar de 3,2 dias, do segundo de 4,8; do terceiro de 3,6; do quarto de 4,1 e do quinto instar de 6,0 dias; o período total de ovo até adulto é de 26,1 dias (PEREIRA et al., 2007).

Os adultos medem, em média, 10,5 mm de comprimento, possuindo o corpo com forma similar a um losango. Em geral a coloração é castanha (vista dorsal) com abdome esverdeado (vista ventral) (GRAZIA, 1978). O tórax possui um pronoto estendido, a margem antero-lateral do pronoto é serrilhada e os ângulos umerais possuem forma de espinhos de coloração negra (**Figura 1C**) (CHOCOROSQUI, 2001; PEREIRA et al., 2007). Segundo Gassen (1996) e Carvalho (2007) as fêmeas de *D. melacanthus* ovipositam sobre folhas de plantas hospedeiras que estão germinando e sobre os restos culturais (palhada seca) em áreas de semeadura direta de milho.



Figura 1. Estádios de desenvolvimento de *Dichelops melacanthus*. Ovos (**A**), Ninfa de 5ª instar (**B**) e adulto (**C**). Foto: Adair V. Carneiro.

Para se alimentarem, os adultos de *D. melacanthus* introduzem seus estiletes na base das plântulas de milho através da bainha até as folhas internas causando posteriormente necrose ou outras lesões (BRUSTOLIN et al., 2011). Viana et al. (2009) relatam que entre os sintomas apresentados estão deformações das plantas

podendo levá-las à morte e/ou intenso perfilhamento que originam perfilhos improdutivos. Ele utiliza estruturas reprodutivas de plantas como sementes, vagens, espigas para ter um bom desempenho de ninfas e adultos; e se esse tipo de alimento não estiver disponível, alimenta-se de outras partes da planta, ou outras plantas, como plântulas de milho, porém o desenvolvimento poderá ficar comprometido (CHOCOROSQUI, 2001).

Apesar de *D. melacanthus* aparentemente apresentar preferência pelas plantas da família Poaceae como milho, trigo, centeio, entre outras, esta espécie é observada na cultura da soja (Fabaceae), desde a década de 70 (PANIZZI et al., 1977). Isso ressaltou reavaliar nesse trabalho a preferência alimentar e de oviposição dessa espécie entre as diferentes plantas hospedeiras presentes no sistema produtivo soja (no verão) e milho (no outono-inverno). No norte do Paraná, *D. melacanthus* tem sido observado em soja no verão e em milho segunda safra (outono-inverno) (SMANIOTTO & PANIZZI, 2015). E isso pode estar ocorrendo devido às mudanças no cenário agrícola decorrentes da concentração da destinação da safra de verão ao cultivo da soja e da safra de outono-inverno ao cultivo do milho (segunda safra), que têm propiciado o estabelecimento dessa praga (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2004). Segundo Bianco (2010) o problema do ataque dessa praga fica justamente ainda mais agravado quando ocorrem esses sistemas de cultivos baseados na sucessão soja/milho ou soja/trigo, pois os insetos alimentam-se de grãos de soja caídos ao solo por ocasião da colheita, e também de plantas daninhas, como a trapoeraba (*Commelina* spp.), dessa forma mantendo-se vivos nos períodos de entressafra.

1.3.2.2 Percevejo-marrom

O percevejo-marrom, *E. heros*, é nativo da região Neotropical sendo encontrado na maioria das regiões da América do Sul (CORRÊA-FERREIRA & PANIZZI, 1999). Estudos de zoneamento ecológico, realizado na década de 1990, mostraram que *E. heros* é a espécie mais abundante desde a região norte do Paraná até o Centro-Oeste brasileiro, parecendo mais adaptada às regiões de temperaturas médias elevadas (CIVIDANES & PARRA, 1994).

Euschistus heros apresenta oviposição de 1 até 25 ovos por postura, colocados em pequenos grupos com período de incubação de 7,1 dias, sendo que

inicialmente os ovos são de coloração amarela (**Figura 2A**), adquirindo coloração alaranjada em estádios mais avançados. Nesta fase pode se notar a presença de pontuações nos ovos, fato que indica a presença do embrião, sendo que essas pontuações são os olhos das ninfas em desenvolvimento que podem ser vistos através do córion do ovo (VILLAS BÔAS & PANIZZI, 1980; COSTA et al., 1998).

Durante o desenvolvimento ninfal, *E. heros* passa por cinco instares, sendo que as ninfas recém eclodidas usualmente permanecem sobre o córion e, em geral, durante o primeiro ínstar, os insetos não se alimentam. As ninfas maiores de 3° a 5° instar apresentam coloração que pode variar de cinza a marrom (**Figura 2B**). O percevejo-marrom apresenta comportamento gregário nos primeiros estádios de desenvolvimento que pode ser explicado como uma proteção contra a dessecação (LOCKWOOD & STORY, 1986). Vários fatores interferem na duração do ciclo biológico desses insetos. Segundo Cividanes (1994) a duração média de ovo a adulto foi de 28,4 dias a 25 °C.

Os adultos de *E. heros* têm 11 mm de comprimento, são de coloração marrom, com dois espinhos laterais pontiagudos escuros no protórax, além disso, sobre o dorso apresentam uma meia-lua branca, mais precisamente no final do escutelo, com dois espinhos no protórax (**Figura 2C**) (PANIZZI, 2000; PANIZZI & NIVA, 1994). A longevidade média de adultos machos é de 46,5 dias e para fêmeas é de 52,1 dias (COSTA et al., 1998). No entanto, Corrêa-Ferreira & Panizzi (1999) afirmam que a longevidade média de adultos do percevejo-marrom pode atingir em torno de 116 dias, dias dependendo da época do ano, e alguns adultos podem viver até 300 dias.



Figura 2. Estádios de desenvolvimento de *Euschistus heros*. Ovos (**A**), Ninfa de 5ª instar (**B**) e adulto (**C**). Foto: Adair V. Carneiro (A e B); Jovenil J. Silva (C).

O período de maior ocorrência do percevejo-marrom na cultura da soja é

entre os meses de novembro a abril, sendo que o pico populacional se dá entre março e abril, normalmente no período entre os estádios R5 a R7 da cultura. Contudo, Corrêa-Ferreira (2005) afirma que o percevejo-marrom pode estar presente ainda na fase vegetativa da cultura, quando não há ocorrência de danos às plantas de soja com até oito percevejos por planta, apesar de não ser afetada a produtividade, tampouco a qualidade das sementes.

No decorrer da safra de soja, o percevejo-marrom normalmente passa por três gerações, após a colheita da soja os insetos se alimentam de hospedeiros alternativos, completam a quarta geração e após esta geração vão para o solo e entram em quiescência, ficando abrigados de parasitoides e predadores, embaixo da palhada. Durante este período, que dura cerca de sete meses, os insetos não se alimentam, porém conseguem sobreviver através das reservas de lipídios armazenadas (PANIZZI, 1997).

1.3.3 Plantas hospedeiras e pentatomídeos

Os pentatomídeos são geralmente polívoros, alimentando-se de uma ampla variedade de plantas de diferentes famílias, entretanto, esses insetos podem apresentar preferência por determinadas plantas (BERNAYS & CHAPMAN, 1994). As plantas hospedeiras para a maioria dos percevejos da família Pentatomidae são inúmeras devido à grande quantidade de espécies existentes de plantas e de percevejos (MEDEIROS, 2009). Na falta de plantas hospedeiras preferenciais, os percevejos utilizam outras plantas que podem ser cultivadas ou não-cultivadas (NASCA et al., 2001). Nesse processo de escolha de plantas, o desempenho biológico do percevejo, muitas vezes pode ser alterado, o que interfere no tempo de desenvolvimento, taxa de crescimento, diminuição de consumo, e até diminuição de peso que pode ocasionar a morte do inseto (STOYENOFF et al., 1994). Entretanto, a melhora do desempenho biológico do inseto pode também ocorrer, onde os insetos utilizando diferentes plantas hospedeiras, podem aumentar a taxa de reprodução, o peso e diminuir o tempo para o seu desenvolvimento (MOREAU et al., 2003). Por isso, é importante conhecer os aspectos biológicos das pragas se alimentando das principais espécies vegetais que compõe o sistema produtivo.

A interação entre plantas e insetos depende de alguns fatores. Esses fatores podem ser responsáveis pela escolha da planta que são usualmente substâncias

químicas como os alomônios, antixenóticos, repelentes, incitantes de locomoções, supressores, deterrentes, antibióticos, toxinas, redutores da digestibilidade, cairomônios, atraentes, arrestantes e incitantes de alimentação ou oviposição (JONES, 2014).

Segundo Smaniotto & Panizzi (2015) a espécie *D. furcatus* foi observada se alimentando de 32 espécies de plantas em 13 famílias, sendo destas apenas sete consideradas plantas hospedeiras, ou seja, onde ocorre reprodução. Já *Dichelops melacanthus*, foi referido em 29 espécies de plantas distribuídas em 10 diferentes famílias, sendo destas cinco espécies consideradas plantas hospedeiras onde foi observada ocorrer a reprodução.

No norte do Paraná, *D. melacanthus* tem sido observado em soja no verão e em trigo e aveia preta, *Avena strigosa* P., no inverno, e em outras plantas hospedeiras como ervas daninhas (BIANCO & NISHIMURA 1998). Silva (2009) e Silva (2013) verificaram ocorrência de adultos e ninfas de *D. melacanthus* em crotalária, *Crotalaria lanceolata* F., evidenciando que essa planta é de importância como complemento alimentar para o inseto adulto.

Outra planta hospedeira importante é a trapoeraba, *Commelina benghalensis* C., erva daninha comum em diversos sistemas produtivos e que provoca perdas significativas de produtividade em cultivo agrícolas e dificulta as operações de colheita. Chocorosqui & Panizzi (2008) observaram em áreas infestadas com trapoeraba um grande número de *D. melacanthus*. Silva et al. (2013) também relataram a presença de ninfas e adultos de *D. melacanthus* em trapoeraba, mostrando que esse percevejo utiliza essa planta como hospedeira para obtenção de recurso alimentar para a reprodução, já que foi encontrada grande quantidade de ninfas (SILVA et al., 2013).

O percevejo-marrom, pode se alimentar de várias espécies de plantas, incluindo leguminosas, solanáceas e brassicáceas (PANIZZI & OLIVEIRA, 1998). Na soja esse percevejo completa três gerações, e neste período pode também se alimentar de amendoim-bravo, *Euphorbia heterophylla* L. Após a colheita da soja, os percevejos podem se alimentar de carrapicho-de-carneiro, *Acanthospermum hispidum* DC, de girassol, *Helianthus annuus* L., ou de feijão-guandu, *Cajanus cajan* L. (PANIZZI & ROSSI, 1991). Nas plantas de feijão-guandu esse percevejo completa sua quarta geração, antes de entrar em quiescência sob folhas mortas caídas no solo e restos de cultura (PANIZZI & VIVAN, 1997).

1.3.4 Controle químico

O percevejo barriga-verde, *D. melacanthus*, geralmente permanece sob abrigo da palhada ou de touceiras de plantas daninhas e torrões após a colheita da soja no verão até a emergência do milho segunda safra atacando as plantas recém-germinadas bem no início de seu desenvolvimento. Além do percevejo barriga-verde, o percevejo-marrom também dispersa para cultura do milho após a colheita da soja de verão. Portanto, é essencial que o manejo dessas pragas seja realizado no sistema agrícola levando em consideração a cultura antecessora ao cultivo do milho, onde a população que danifica as plântulas de milho recém-germinadas é formada (CARVALHO, 2007).

A utilização do controle químico é a alternativa mais usada no milho com objetivo de minimizar a ação de pragas iniciais e evitar perdas de produtividade (CRUZ et al., 1999; van LENTEREN & BUENO 2003). Entre os inseticidas utilizados para o controle desses percevejos os produtos químicos do grupo dos neonicotinoides e piretroides são os mais utilizados (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). Esses inseticidas são registrados pelo Ministério da Agricultura para o controle químico de percevejos tanto para pulverizações aéreas quanto para tratamentos de sementes. Comparando-se esses dois sistemas de controle, o tratamento de sementes com inseticidas neonicotinoides, apresenta maior vantagem por ser mais eficiente e seletivo aos inimigos naturais (BIANCO, 2005; BUENO et al., 2015). No entanto, em condições de alta densidade populacional dessa praga, a utilização do tratamento de sementes deve ser associada a pulverização da parte aérea com inseticida (MARTINS et al., 2009). Para o controle via pulverizações, é preciso estar atento ao momento mais adequado para efetuá-las. Pulverizações atrasadas, ou seja, depois dos 10-15 dias de idade da planta, podem tornar ineficaz o controle. Pulverizações antecipadas podem ser desnecessárias e só aumentar gastos e impactos ambientais do agrotóxico utilizado (BUENO et al., 2015).

O controle químico do percevejo barriga-verde na cultura do milho tem sido alvo de pesquisas. Gomes (1998) cita que monocrotofós (150 g i.a. ha⁻¹), metamidofós (300 g i.a. ha⁻¹) e paration metílico (480 g i.a. ha⁻¹) em pulverização apresentam controle eficiente sobre *D. melacanthus* quando aplicados em pulverização foliar. Em outro trabalho, Martins et al. (2009), estudando o controle químico da praga no milho em Cassilândia, MS, verificaram que o thiametoxan (0,15

kg pc. ha⁻¹), aplicado no tratamento de sementes, reduziu os danos causados pelo inseto, uma vez que as parcelas tratadas com esse produto apresentaram uma média de 5% de plantas atacadas pelo percevejo, enquanto que a testemunha (sem inseticida) apresentou 18% de ataque.

Os trabalhos sobre controle químico do percevejo barriga-verde levam somente em consideração a aplicação de produtos via tratamentos de sementes ou pulverização foliar (CECCON et al., 2004; ALBUQUERQUE et al., 2006), não havendo informações a respeito do efeito de aplicações no período da dessecação, nem a comparação conjunta de aplicações via tratamento de sementes, via foliar e na dessecação para o manejo da praga. Essa decisão deve ser tomada com base nos resultados da vistoria da área a ser dessecada, para determinação da ocorrência ou não de pragas.

Segundo Martins et al. (2009) a utilização de inseticidas no manejo de dessecação (monocrotofós e cipermitrina) e pulverização foliar (cipermetrina + tiametoxam ou endosufam + NaCl) não proporcionaram redução de plantas atacadas por *D. melacanthus*. O tratamento de sementes com imidacloprido reduziu a densidade populacional acumulada e a injúria causada pelo percevejo em milho (CHIESA et al., 2016). Para Martins & Weber (1998) a utilização de imidacloprido em tratamento de sementes associada ou não a pulverizações com inseticidas foi eficiente no controle da praga na cultura do milho.

1.3.5 Controle biológico

O controle biológico é o uso de uma ou mais espécies de um organismo benéfico (no caso os inimigos naturais) para reduzir a população de um organismo indesejado (no caso as pragas). Na sua concepção mais ampla, o controle biológico é a base do MIP, e encontra-se inserido na parte que se refere aos fatores naturais limitantes do desenvolvimento das pragas. O controle biológico tem sido usado há pelo menos 2000 anos, mas o uso moderno começou no final do século XIX (van LENTEREN & GODFRAY, 2005).

São conhecidas quatro estratégias diferentes de utilização do controle biológico: controle biológico natural (CBN), controle biológico conservativo (CBCo), controle biológico clássico (CBCI) e controle biológico aumentativo (CBA) (EILENBERG et al., 2001). O CBA é uma das estratégias que tem grande potencial

para o manejo de pragas, destacando-se nos últimos anos, sendo aplicado hoje em mais de 30 milhões de ha em todo o mundo (van LENTEREN et al., 2017).

Os percevejos são atacados por uma variedade de inimigos naturais, incluindo os microorganismos, parasitoides e predadores (SLANSKY JUNIOR & PANIZZI, 1987). Nesse contexto, entre os agentes de CBA utilizados em programas de liberação inundativa, os parasitoides de ovos merecem destaque, uma vez que interrompem o desenvolvimento da praga ainda na fase de ovo, não permitindo que a mesma cause qualquer prejuízo à lavoura (PARRA et al., 2002). Entre esses parasitoides de ovos, destaca-se as espécies *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae) e *Te. podisi*, ambos são parasitoides de ovos de percevejos da família Pentatomidae. No Norte do Paraná, *Tr. basalis* e *Te. podisi* mantêm-se ativos durante a maior parte do ano, devido à disponibilidade de ovos de pentatomídeos em plantas hospedeiras alternativas (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995).

Trissolcus basalis foi encontrado pela primeira vez em 1979 parasitando ovos de *Nezara viridula* (Linnaeus 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), na região de Londrina no estado do Paraná (CORRÊA-FERREIRA, 1986). A partir de 1979, as observações e os estudos sobre *Tr. basalis* se intensificaram sendo que a espécie se destaca por apresentar ocorrência natural na região de Londrina (CORRÊA-FERREIRA, 1986). Além de *Tr. basalis*, outra espécie encontrada parasitando ovos de pentatomídeos é *Te. podisi*. Chocorosqui (2001) encontrou ovos de *D. melacanthus* parasitados por *Te. podisi*. Da mesma forma, Corrêa-Ferreira & Moscardi (1995) mostraram que 50% do parasitismo em ovos de *D. melacanthus*, coletados no norte do Paraná, foi por *Te. podisi*.

Euschistus heros, de acordo com Pacheco & Corrêa-Ferreira (2000) é o hospedeiro preferencial de *Te. podisi*. A preferência demonstrada por *E. heros*, em parasitismo natural, indica o possível uso desse agente em liberações, juntamente com *Tr. basalis* (CORRÊA-FERREIRA, 1993), buscando-se manter a população dos percevejos abaixo do nível de dano econômico no período mais crítico de ataque. Segundo Godoy et al. (2005) *Te. podisi* foi a espécie predominante, em ovos de *E. heros* com 98% de parasitismo na região de São Gabriel do Oeste, MS.

O parasitismo em pentatomídeos adultos é conhecido em várias espécies, principalmente por dípteros taquinídeos e microhimenópteros. Os taquinídeos são responsáveis pelo parasitismo de adultos de *N. viridula*, *Dichelops* sp., e *E. heros*

relatado por Panizzi et al. (1977) e Corrêa-Ferreira (1984). Corrêa-Ferreira et al. (2005) observaram em soja, taxa de parasitismo de aproximadamente 95% em adultos de *D. melacanthus* pelo parasitoide da família Tachinidae, taxa superior a observada pelo parasitoide, *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae).

1.3.5.1 *Telenomus podisi*

O parasitoide *Te. podisi* (Platygastridae ou Scelionidae, conforme alguns autores) é a principal espécie da subfamília Telenominae no Brasil (CORRÊA-FERREIRA & PANIZZI, 1999), sendo agente de controle biológico potencial de pentatomídeos associados à cultura da soja (MACIEL et al., 2007; RIFFEL et al., 2010; PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 2000). A distribuição de *Te. podisi* abrange tanto áreas tropicais quanto temperadas (CORRÊA-FERREIRA & ZAMATARO, 1989) e sua ocorrência no Brasil se estende desde o Centro-oeste até o extremo Sul do país (MEDEIROS et al., 1997; MOREIRA & BECKER, 1986). Na região Sul, principalmente no norte do Paraná, *Te. podisi* é abundante em lavouras de soja, especialmente pelas elevadas populações de seu hospedeiro preferencial *E. heros* (CORRÊA-FERREIRA 1993). Ainda, Foerster & Queiróz (1990) constataram como sendo este o principal parasitoide em ovos de *P. guildinii*, *D. furcatus* e *E. heros*, ocorrendo em mais de 80% dos ovos parasitados.

Telenomus podisi na fase adulta apresenta vida livre e se alimenta de néctar e os seus ovos são depositados no interior dos ovos de diferentes hospedeiros (CORRÊA-FERREIRA, 1993). O parasitoide, no interior do ovo do hospedeiro, passa pelas fases do ovo, larva e pupa, sendo que no período 10 a 12 dias após o parasitismo, os adultos emergem (CORRÊA-FERREIRA, 1993). Quando adulto, apresentam coloração preta e 1 mm de comprimento (**Figura 3**). Para o gênero *Telenomus* os machos emergem de um a dois dias antes que as fêmeas, e após a emergência dessas, copulam imediatamente deixando as fêmeas aptas para iniciar a oviposição (CAVE, 2000). As fêmeas apresentam fecundidade média de 250 ovos, depositados nos primeiros dias de vida (VIEIRA et al., 2018). As fêmeas de *Te. podisi* são capazes de realizar posturas desde o primeiro dia de vida nos ovos de *E. heros*, no entanto, no segundo dia ocorre a maior produção de descendentes e maior proporção de fêmeas em relação ao número de machos (SILVA et al., 2018).

Ainda de acordo com os mesmos autores, a longevidade média de *T. podisi* é de 30,9 dias.

Como a maioria dos parasitoides da família Platygasteridae, *Te. podisi* apresenta capacidade elevada de busca por hospedeiros (ORR, 1988). Aliado a isto, é necessário conhecer seu potencial reprodutivo em ovos de *D. melacanthus*, assim como os parâmetros biológicos desse parasitoide nesse hospedeiro o que foi objetivo de parte dessa tese.



Figura 3. Adultos de *Telenomus podisi* parasitando ovos de *Euschistus heros*. Foto: Adair V. Carneiro.

1.3.5.2 *Trissolcus urichi*

O gênero *Trissolcus* possui varias espécies que são utilizadas como agentes de controle biológico de percevejos. As espécies *Tr. basalis*, *Trissolcus brochymenae* (Ashmead, 1887), *Trissolcus teretis* (Johnson, 1987) (Hymenoptera: Platygasteridae) e *Tr. urichi* são relatados parasitando ovos de percevejos da família Pentatomidae (CORRÊA-FERREIRA, 2002; LAUMANN et al., 2008). O parasitoide *Tr. urichi*, apresenta ampla distribuição geográfica, incluindo o México, Trindade e Tobago, República Dominicana, Panamá, Uruguai, Argentina, Brasil e Paraguai (JOHNSON, 1987; MOLINARI et al., 2008).

No Brasil, *Tr. urichi* é registrada em pelo menos 8 estados predominando nas regiões Centro-Norte (PAZ-NETO et al., 2015). Existem registros dessa espécie parasitando ovos de *Edessa mediatubunda* (Fabricius, 1794), *E. heros*, *D. furcatus*, *P. guildini*, *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851), *Thyanta perditor* (Fabricius, 1794) e *Chinavia (Acrosternum) aseedum* Rolston 1983 (Hemiptera: Pentatomidae) (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI 1995; FAVETTI et al., 2013). Entretanto, existem poucos estudos realizados com a espécie *Tr. urichi*, em diferentes percevejos que estão presentes na soja.

1.4 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. A.; BORGES, L. M.; IACONO, T. O.; CRUBELATI, N. C. S.; SINGER, A. C. Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, p.15- 25, 2006.
- ALVAREZ, A. E.; TJALLINGII, W. F.; GARZO, E.; VLEESHOUWERS, V.; DICKE, M.; VOSMAN, B. Location of resistance factors in the leaves of potato and wild tuberbearing *Solanum* species to the aphid *Myzus persicae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 121, p. 145-157, 2006.
- AVILA, C. J.; FANIZZI, A. R. Occurrence and damage by *Dichelops* (*Neodichelops*) *melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on corn. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 193-194, 1995.
- BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. E. Behavior: the process of host-plant selection. **Host-plant selection by phytophagous insects**, p. 95-165, 1994.
- CECCON, G.; RAGA, A.; DUARTE, A. P.; SILOTO, R. C. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**, v. 63, p. 227-237, 2004.
- BIANCO, R.; NISHIMURA, M. Efeito do tratamento de sementes de milho no controle do percevejo barriga verde (*Dichelops furcatus*). **Congresso Brasileiro de Entomologia**, 17, p. 203, 1998.
- BIANCO, R. O percevejo barriga-verde no milho e no trigo em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, V. 89, p.46-51, 2005.
- BUENO, A. F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; BIANCO, R. Silenciosos e daninhos. **Revista cultivar**, v. 196, p. 25-27, 2015.
- BRUSTOLIN, C.; BIANCO, R.; NEVES, P. M. O. J. Inseticidas em pré e pós-emergência do milho (*Zea mays* L.) associados ao tratamento de sementes sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, p. 215-223, 2011.

CARVALHO, E. S. M. *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema de plantio no Sul do Mato Grosso do Sul: flutuação populacional, hospedeiros e parasitismos. 2007. 57p. (Dissertação Mestrado) – **Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2007.**

CAVE, R. D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol**, v. 21, p. 21-26, 2000.

CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Zoneamento ecológico de *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii* (West.) e *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae) em quatro estados produtores de soja do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, p. 219-226, 1994.

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da Soja e seu Manejo. Embrapa CNPSo, **Circular Técnica**, v.24, p. 01-45, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Utilização do parasitoide de ovos *Trissolcus basal* (Wollaston) no controle de percevejos da soja. Londrina. **Circular Técnica**, v. 11, p. 40, 1993.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da soja e seu manejo. Londrina. **Circular Técnica**, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ZAMATARO, C. E. O. Reproductive capacity and longevity of the egg parasitoids *Trissolcus basal* (Wollaston) and *Trissolcus mitsukurii* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, p. 621-626, 1989.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Ocorrência natural do complexo de parasitóides de ovos de percevejos da soja no Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, 1986.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. *Trissolcus basal* sp. para o controle de percevejos da soja. **Controle biológico no Brasil. Parasitoides e predadores.** Manole, São Paulo, p. 449-476, 2002.

CHIESA, A. C. M.; SISMEIRO, M. N. D. S.; PASINI, A.; ROGGIA, S. Seed treatment for management of the green-belly stink bug in the crop succession of soybean and corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 301-308, 2016.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) population and damage and its chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 487-492, 2004.

CHOCOROSQUI, V. R. Biecológia de espécies de *Dichelops* (Diceræus) (Heteroptera: Pentatomidae) e danos em soja, milho e trigo no Norte do Paraná. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, p. 186, 2001.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 353-360, 2008.

CROSARIOL-NETTO, J.; MICHELOTTO, M. D.; GRIGOLLI, J. F. J.; GALLI, J. A.; PIROTTA, M. Z.; BUSOLI, A. C. Damages caused by *Dichelops melacanthus* (Heteroptera: Pentatomidae) in conventional and transgenic corn hybrids. **Bioscience Journal**, v. 31, p. 1092–1101, 2015.

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Manejo das pragas iniciais de milho mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos. **(Circular Técnica 31)**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1999. 39p.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v. 46, p. 387-400, 2001.

FAVETTI, B. M.; KRINSKI, D.; BUTNARIU, A. R.; LOIÁCONO, M. S. Egg parasitoids of *Edessa mediatunda* (Fabricius) (Pentatomidae) in lettuce crop. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, p. 236-237, 2013.

FERNANDES, F. L., BACCI L.; FERNANDES, M. S. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. **EntomoBrasilis**, v. 3, p. 1-10, 2010.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, p. 929-931, 1971.

FOERSTER, L. A.; QUEIROZ, J. M. Incidência natural de parasitismo em ovos de pentatomídeos da soja no Centro-Sul do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 19, p. 221-232, 1990.

SILVA, G. V.; BUENO, A. F.; NEVES, P. M. O. J.; FAVETTI, B. M. Biological Characteristics and Parasitism Capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) on Eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 210, 2018.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.

GRAZIA, J. Revisão do gênero *Dichelops* Spinola, 1837 (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatomini). **Iheringia, Serie Zoológica**, v. 53, p. 3-119, 1978.

GOMEZ, S. A. Controle químico do percevejo *Dichelops* (Neodichelops) *melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) na cultura do milho safrinha. **Circular Técnica**, Dourados: Embrapa: CPAO, 1998. 5p.

HIROSE, E., PANIZZI, A. R. & CATTELAN, A. J. Effect of relative humidity on emergence and on dispersal and regrouping of first instar *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology** v. 35, p. 757-761, 2006.

JOHNSON, N. F. Systematics of New World *Trissolcus*, a genus of pentatomid egg parasites (Hymenoptera: Scelionidae): Neotropical species of the flavipes group. **Journal of Natural History**, v. 21, p. 285-304, 1987.

JONES, O. Pheromones and other semiochemicals: essential tools for IPM. **International Pest Control**, v. 56, p. 88-90, 2014.

KLEIN, J. T.; BARCELLOS, A.; GRAZIA, J.; REDAELLI, L. R. Contributions to the knowledge of *Dichelops* (*Dichelops*) with the description of a new species

(Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae: Pentatominae: Carpocorini). **Zootaxa**, v. 3157, p.61-68, 2012.

LAUMANN, R. A.; MORAES, M. C. B.; PAREJA, M., ALARCAO, G. C.; BOTELHO, A. C.; MAIA, A. H. N.; BORGES, M. Comparative biology and functional response of *Trissolcus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) and implications for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) biological control. **Biological Control**, v. 44, p. 32-41, 2008.

LIANG, L. Y.; Liu, L. F.; Yu, X. P.; Han, B. Y. Evaluation of the Resistance of Different Tea Cultivars to Tea Aphids by EPG Technique. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, p. 2028-2034, 2012.

LOCKWOOD, J. A.; STORY, R. N. Adaptive functions of nymphal aggregation in the southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Environmental Entomology**, v. 15, p. 739-749, 1986.

MARTINS, G. L. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Controle químico do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 475-478, 2009.

MARTINS, J. C.; WEBER, L. F. Imidacloprid no tratamento de sementes associado ou não a pulverizações com inseticidas no controle de *Dichelops furcatus* (Fabr.) na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. Resumos. Recife: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1998.

MEDEIROS, L.; MEGIER, G. A. Ocorrência e desempenho de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas hospedeiras alternativas no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 459-463, 2009.

MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; FARIA, M. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; ROSÁRIO, J. G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no Centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, p. 176–192, 2011.

MOLINARI, A.; LA PORTA, N. C.; MASSONI, F. Parasitoides (Hymenoptera y Diptera) de hemípteros fitófagos. IN: Chinchas fitófagas em soja. Revisión y avances em el estudio de su ecología y manejo. INTA, Manfredi, p. 107-128, 2008.

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

McLEAN, D. L.; KINSEY, M. G. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. **Nature**, v. 202, p. 1358-1359, 1964.

NASCA, A. J.; LEMME, M. C.; Salvatore, A.; Arce, O. Relación alimentaria insecto-planta em asociad vegetales asociadas a la soja. **Revista Industrial y Agrícola de Tucumán**, v. 78, p. 1-8, 2001.

NIVA, C. C.; PANIZZI, A. R. Efeitos do cloreto de sódio no comportamento de *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) em vagem de soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, p. 251-257, 1996.

PARRA, J. R. P. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Coord.) Controle biológico no Brasil, parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. Cap. 1. P.1-13.

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

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

PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; NEWMAN, G. G.; TURNIPSEED, S. G. Efeito de inseticidas na população das principais pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 6, 1977.

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. Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. **Annual review of entomology**, v. 42, p. 99-122, 1997.

PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B.; NEWMAN, G. G.; TURNIPSEED, S. G. Insetos da soja no Brasil. **EMBRAPA, Boletim Técnico**. n. 2, v. 1, 20 p, 1977.

PANIZZI, A. R.; ROSSI, C. E. The role of *Acanthospermum hispidum* in the phenology of *Euschistus heros* and *Nezara viridula*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 59, p. 67-74, 1991.

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 (pigeon pea) and soybean. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 88, p. 169-175, 1998.

PANIZZI, A. R. & CHOCOROSQUI, V. R. Os percevejos inimigos. **A Granja**, v. 56, p. 40-42, 2000.

PANIZZI, A. R.; AGOSTINETTO, A.; LUCINI, T.; PEREIRA, P. R. V. Effect of green-belly stink bug, *Dichelops furcatus* (F.) on wheat yield and development. **Crop Protection**, v. 79, p. 20–25, 2016.

PAZ-NETO, A. D. A.; QUERINO, R. B.; MARGARÍA, C. B. Egg parasitoids of stink bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on soybean and cowpea in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 98, p. 929–932, 2015.

PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R.; TONELLO, L. S. Caracterização das fases de desenvolvimento e aspectos da biologia do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). Passo Fundo, RS: Comitê de Publicações da Embrapa Trigo. 2007.

POOCK-DA-SILVA, P.; BARÃO, K. R.; GRAZIA, J. Contributions to the knowledge of *Dichelops* Spinola: description of a new species of *Dichelops* (Diceraeus) and of the male of *Dichelops* (Prodichelops) *divisus* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae: Pentatominae: Carpocorini). **Zootaxa**, v. 3609, p. 060-068, 2013.

RIFFEL, C. T.; PRANDO, H. F.; BOFF, M. I. C. First record of *Telenomus podisi* (Ashmead) and *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) Parasitizing

eggs of the Rice Stem Bug, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), in Santa Catarina, Brazil. **Neotropical entomology**, v. 39, p. 447-448, 2010.

ROZA-GOMES, M. F.; SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. D. S., & PANIZZI, A. R. (2011). Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1115-1119, 2011.

SALAS, F. J. S.; LOPES, J. R. S.; FERERES, A. Resistência de cultivares de batata a *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 1008-1015, 2010.

SILVA, J. J.; VENTURA, M. U.; SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on host plants. **Neotropical entomology**, v. 42, p. 141-145, 2013.

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

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. D. (2010) Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, 45: 767–769, 2010.

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

STOYENOFF, J. L.; WITTER, J. A.; MONTGOMERY, M. E.; CHILCOTE, C. A. Effects of host switching on gypsy moth (*Lymantria dispar* (L.) under field conditions. **Oecologia**, v. 97, p. 143-157, 1994.

ROZA-GOMES, M. F.; SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. da S.; PANIZZI, A. R. Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciência Rural**, v.41, p. 1115-1119, 2011.

TORRES, A. B. A.; OLIVEIRA, N. C.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERREIRO, J. C. Injúrias causadas pelo ataque dos percevejos-marrom e barriga verde durante o desenvolvimento inicial do milho. **Journal of Agronomic Sciences**, v.2, p. 169-177, 2013.

TJALLINGII, W. F. Electronic recording of penetration behavior by aphids. **Entomological Experimentalis et Applicata**, v. 24, p. 721-730, 1978.

TJALLINGII, W. F. Electrical recording of stylet penetration activities. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Eds.). *Aphids, their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: World Crop Pests, 1988. vol. 2B., p. 95-108.

van LENTEREN, J. C.; BUENO V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, 48: 123-139, 2003.

van LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KOHL, J., RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 62, p. 1-25, 2017.

van LENTEREN, J. C.; GODFRAY, H. C. J. European science in the enlightenment and the discovery of the insect parasitoid life cycle in The Netherlands and Great Britain. **Biol Control**, v. 32, p. 12–24, 2005.

VILLAS BÔAS, G. L. & PANIZZI, A. R. Biologia de *Euchistus heros* (Fabricius, 1978) em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** v. 9, p. 105-113, 1980.

ZERBINO, M. S. & PANIZZI, A. R. The underestimated role of pest pentatomid parasitoids in Southern South America. **Arthropod-Plant Interactions**, p. 1-16, 2019.

CAPÍTULO 2. BIOLOGIA E PREFERÊNCIA DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIFERENTES ALIMENTOS

2.1 RESUMO

Avaliou-se a biologia, preferência alimentar e preferência de oviposição de *D. melacanthus* em diferentes alimentos. Três experimentos independentes foram realizados: 1) biologia de *D. melacanthus* em: plantas de trapoeraba (PT), *Commelina benghalensis* C.; grão de soja umedecido + plântula de soja (GSU + PS); plântula de milho + planta de trapoeraba (PM + PT); grãos de soja umedecido + plântula de milho (GSU + PM); plantas de trapoeraba + grãos de soja umedecido (PT + CSU); plântula de milho (PM); dieta padrão (DP). 2) preferência alimentar de *D. melacanthus* por: plântula de soja + planta de trapoeraba (PS + PT); plântula de soja + grão de soja umedecido (PS + GSU); plântula de milho + planta de trapoeraba (PM + PT); plântula de milho + grãos de soja umedecido (PM + GSU); plântula de milho + plântula de soja (PM + PS); trapoeraba + grãos de soja umedecido (T + GSU). 3) preferência de oviposição de *D. melacanthus*: soja no estágio reprodutivo (SR4); e milho no estágio reprodutivo (MR2). No geral, grãos de soja umedecidos (GSU) propiciaram um desenvolvimento mais rápido dos percevejos, apresentando menor tempo de desenvolvimento ninfal de 2° a 5° instar quando comparado as combinações sem esse alimento. Ainda, as combinações de grãos de soja umedecidos (GSU) com plântulas de milho (PM) ou plantas de trapoeraba (PT) proporcionaram maior longevidade de adultos associada com maior peso de adultos, fecundidade e viabilidade dos ovos. *Dichelops melacanthus* não conseguiram completar o desenvolvimento em trapoeraba, apesar de ser um alimento preferido para alimentação e oviposição dos adultos.

Palavras-chave: Percevejo barriga-verde, ponte verde, plantas hospedeiras, preferência nutricional.

BIOLOGY AND PREFERENCE OF *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) IN DIFFERENT FOOD

ABSTRACT

Biology, food preference and oviposition preference of *D. melacanthus* in different foods were evaluated. Three independent experiments were carried out: 1) biology of *D. melacanthus* in: trapoeraba plants (TP) *Commelina benghalensis* C.; moistened soybean + soybean seedling (MS + SS); corn seedling + trapoeraba plant (CS + TP); moistened soybeans + corn seedling (MS + CS); trapoeraba plants + moistened soybeans (TP + MS); corn seedling (CS); standard diet (SD). 2) *D. melacanthus* food preference for: soybean seedling + trapoeraba plant (SS + TP); soybean seedling + moistened soybean (SS + MS); corn seedling + trapoeraba plant (CS + TP); corn seedling + moistened soybean (CS + MS); trapoeraba plant + moistened soybean (TP + MS). 3) *D. melacanthus* oviposition preference: soybean in the reproductive stage (SR4), and maize at reproductive stage (MR2). In addition, combinations of moistened soybeans (MS) with corn seedlings (CS) or trapoeraba plants (TP) provided higher adult longevity associated with higher adult weight and egg fecundity and viability. *Dichelops melacanthus* failed to complete development in trapoeraba, despite being a preferred food for adult feeding and oviposition.

Keywords: Green-belly stink bug, green bridge, host plants, nutritional preference.

2.2 INTRODUÇÃO

A agricultura se intensificou em todo o mundo. Em algumas áreas, principalmente nos trópicos, as condições climáticas permitem o cultivo de duas ou até três safras por ano. Esse uso intensivo da área, com culturas sucessivas ao longo do ano, leva a formação de uma 'ponte verde', que aumenta a disponibilidade de plantas ao longo do ano que servem de alimento para pragas, facilitando assim seu crescimento populacional e ataque às lavouras (BUENO et al., 2012). O aumento das fontes de alimentos disponíveis para os insetos também permite que espécies de insetos polípagos, anteriormente consideradas pragas secundárias, cresçam em importância econômica e se tornem pragas-chaves em vários agroecossistemas (PEDIGO, 2002). Isto vem ocorrendo recentemente com o percevejo-barriga verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) no sistema produtivo composto pela soja *Glycine max* (L.) Merrill cultivada na primeira safra (verão) seguida do cultivo do milho, *Zea mays* L. de segunda safra (outono / inverno) (BUENO et al., 2015; CORRÊA-FERREIRA & SOSA-GÓMEZ, 2017). Esta espécie de percevejo sempre foi encontrada em diversas leguminosas, principalmente em soja desde a década de 70 (PANIZZI et al., 1977). No entanto, apenas a partir da década de 90, *D. melacanthus* vem sendo também reportada atacando plântulas de milho (ÁVILA & PANIZZI, 1995; PANIZZI & CHOCOROSQUI, 2000). No milho, estes insetos sugam as plântulas podendo levá-las à morte dependendo da intensidade e fase de desenvolvimento da cultura em que o ataque ocorre (PANIZZI & CHOCOROSQUI, 2000).

Esse ataque ao milho tem sido favorecido pela 'ponte verde' promovida com o cultivo da soja na safra de verão e do milho na segunda safra (outono / inverno), o que tem oferecido alimento para o desenvolvimento e sobrevivência dessa espécie ao longo do ano que após a colheita da soja permanece na área em grandes quantidades atacando a cultura sucessora do milho (BUENO et al., 2015; CORRÊA-FERREIRA & SOSA-GÓMEZ, 2017). Além disso, diversas plantas não cultivadas presentes nesse sistema produtivo também podem estar associadas a esses insetos, como é o caso da trapoeraba (*Commelina benghalensis* C.) entre outras (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2008; SILVA et al., 2013). Entretanto, apesar da elevação dos danos de *D. melacanthus* na soja e milho nos últimos anos, ainda poucos registros sobre seus aspectos biológicos e comportamentais em diferentes

alimentos foram realizados até o momento. Nesse contexto é importante destacar que a mudança no hábito alimentar observada em *D. melacanthus*, de estruturas reprodutivas da soja durante o verão para tecidos vegetativos de outras espécies vegetais como o milho no outono / inverno, pode ser atribuída à baixa disponibilidade de hospedeiros preferenciais (MANFREDI-COIMBRA et al., 2005). Sendo assim, vale destacar que após a colheita da soja, o percevejo barriga-verde permanece no solo sob restos culturais, alimentando-se de plantas de milho e trigo cultivadas em sistema de semeadura direta (BIANCO, 2010). Nessas áreas, os percevejos encontram a palhada como abrigo e sementes maduras de soja caídas no solo como alimento e assim conseguem sobreviver, diferentemente do que ocorre em áreas sob cultivo convencional, onde os percevejos são deslocados dos abrigos e mortos pelas operações de aração e gradagem (CHOCOROSQUI, 2004).

A qualidade dos alimentos encontrados por *D. melacanthus* ao longo do ano desempenha um papel importante, porque suas estratégias de forrageamento visam otimizar a mistura e o equilíbrio correto de nutrientes. Portanto, compreender a resposta de insetos como *D. melacanthus* a diferentes fontes de alimento representa um desafio fundamental para o desenvolvimento de estratégias duráveis de controle de pragas (DESPRÉS et al., 2007; KIANPOUR et al., 2014). O manejo de pragas polípagas e móveis requer sistemas de manejo que se concentram não apenas em uma única safra sazonal em um único campo ou fazenda, mas também em sistemas de cultivo em áreas extensas de paisagens agrícolas (ABEL et al., 2007; WU, 2007; HERDE, 2009).

A disponibilidade de culturas próximas como fontes alimentares e sequências de rotação de culturas desempenham papéis importantes na dinâmica populacional e nos surtos de herbívoros polípagos. Portanto, a identificação das preferências, biologia e comportamento da alimentação de insetos é crucial para encontrar soluções econômica e ecologicamente sustentáveis para os problemas causados por esses herbívoros (BEHMER, 2009). Sendo assim, estudos com o propósito de avaliar os parâmetros biológicos, preferência alimentar e de reprodução desse percevejo em diferentes plantas hospedeiras presentes no sistema produtivo soja primeira safra (verão) e milho segunda safra (outono / inverno), são informações cruciais para obter o melhor delineamento de estratégias de manejo da praga. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a biologia, preferência alimentar e preferência de oviposição de *D. melacanthus* por diferentes alimentos.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1 Criação dos insetos

A criação de *D. melacanthus* foi iniciada com insetos coletados em áreas de soja e milho em Londrina, PR, Brasil (23 ° 11'11,7 " S e 51 ° 10'46,1 " W), no ano de 2016/17 e criadas por quinze gerações. A colônia foi mantida em condições controladas em sala climatizada a 25 ± 2°C, umidade 70 ± 10% e fotoperíodo 14/10h [C/E] (PANIZZI et al., 2000). Os adultos de *D. melacanthus* foram mantidos em caixas de plástico (20 x 20 x 24 cm de altura) com o fundo forrado com papel filtro e nas laterais dos potes foram colocados tecidos (algodão cru), para servir de substrato para postura. Para alimentação foi utilizado a dieta padrão composta por: vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.), amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.), sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Ainton) (PANIZZI et al., 2000). A cada dois dias realizou-se a manutenção das caixas e a troca dos alimentos.

As massas de ovos (posturas) foram retiradas a cada dois dias e acondicionadas em caixa gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) forradas com papel filtro contendo uma vagem verde de feijão como fonte de alimento/umidade para as ninfas. Ao atingir o quarto instar as ninfas eram transferidas para potes plásticos de adultos com o mesmo alimento e procedimento previamente descritos.

2.3.2 Cultivo das plantas

Para realização dos ensaios foram utilizadas as seguintes plantas: milho (híbrido - Biomax mix – BM810), soja (cultivar - BRS 388 RR) e trapoeraba (espécie - *Commelina benghalensis* C.). Para o experimento de biologia de *D. melacanthus*, soja e milho foram semeados três vezes na semana em vasos (4L) sendo utilizado para o teste plantas com aproximadamente 10 cm de altura para troca de alimento. A trapoeraba foi semeada em vasos (2L) em casa-de-vegetação sendo utilizadas como alimento as brotações apicais (10 cm) das plantas. Os grãos de soja umedecidos utilizados no ensaio foram mantidos sobre uma tela (para evitar o contato direto com a água) em caixa gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) contendo 100 ml de água, por 24 horas para induzir a turgidez, simulando as condições que os grãos são encontrados em campo quando perdidos na colheita. Posteriormente os grãos de

soja foram retirados desse recipiente e utilizados dois grãos de soja umedecidos por repetição.

Para ensaio de preferência alimentar o plantio do milho, soja e trapoeraba ocorreram em casa-de-vegetação em vasos (4L) com irrigação automática realizada diariamente. As plântulas de milho e soja utilizada neste ensaio também apresentavam aproximadamente 10 cm de altura. O uso dos grãos de soja umedecidos seguiu a metodologia descrita anteriormente. As plantas utilizadas no ensaio de preferência de oviposição foram semeadas no campo experimental da Embrapa Soja, no interior de gaiolas (6 m x 4 m) em círculos (cada círculo era composto por plantas de milho (R2), soja (R4), plântula de soja, plântula de milho e trapoeraba) contendo cinco círculos por gaiola (**Figura 1**). As plantas de milho e soja utilizadas no estágio reprodutivo foram semeadas primeiro e as plântulas de milho e soja foram semeadas sete dias antes da instalação do experimento. A trapoeraba na fase de florescimento foi transplantada de vasos semeados em casa-de-vegetação para os círculos, sete dias antes da instalação do experimento.

2.3.3 Biologia de *D. melacanthus* em diferentes plantas

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos de diferentes combinações de alimentos sendo: plantas de trapoeraba (PT), *Commelina benghalensis* C.; grão de soja umedecido + plântula de soja (GSU + PS); plântula de milho + planta de trapoeraba (PM + PT); grãos de soja umedecido + plântula de milho (GSU + PM); plantas de trapoeraba + grãos de soja umedecido (PT + CSU); plântula de milho (PM); dieta padrão (DP) composta por vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.), amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.), sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Ainton), com 48 repetições. Cada repetição constou de doze percevejos em quatro caixas plásticas Gerbox® (11 x 11 x 3,5 cm) totalizando 48 percevejos por tratamento. O experimento foi conduzido nas câmaras climáticas (BODs) (ELETROLab®, modelo EL 212, São Paulo, SP, Brasil) com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h (C/E).

Durante o primeiro instar as ninfas foram mantidas agrupadas em caixas plásticas Gerbox[®] (11 x 11 x 3,5 cm) forradas com papel filtro umedecido. No início do segundo instar quando as ninfas começaram a se alimentar, elas foram agrupadas em caixas forradas com papel filtro e os respectivos alimentos de acordo com cada tratamento, junto com microtubo de plástico Eppendorf[®], com algodão embebido em água. Avaliações e troca de alimento ocorreram diariamente.

Após 24 horas da emergência avaliou-se o peso (mg) e largura do pronoto (mm) dos adultos. Os insetos foram pesados usando-se balança analítica de precisão (Shimadzu, modelo Ay220) e a largura do pronoto avaliada em microscópio estereoscópico com aumento de 40x, utilizando-se o software Leica Application Suite. Após se obter a fotografia, o pronoto dos percevejos foi medido utilizando-se o programa Image J – Version 1.47.

Em seguida, os adultos foram separados por sexo para determinação da razão sexual, e formação dos casais. Foram montados aproximadamente 15 casais por tratamento que foram acompanhados até a morte de ambos os insetos. Os casais foram mantidos em caixas plásticas Gerbox[®] (11 x 11 x 3,5 cm) recebendo alimento de acordo com cada tratamento avaliado. Foi utilizado algodão para a oviposição, que ocorre preferencialmente neste substrato (SILVA & PANIZZI, 2007). As posturas foram retiradas a cada dois dias do algodão e colocadas em placas de Petri (60 mm x 10 mm de diâmetro) para posterior contagem dos ovos e avaliação da sua viabilidade. Avaliou-se a duração da fase ninfal (dias) (2^o a 5^o instar), a longevidade de adultos (dias), o peso de machos e fêmeas (mg), a largura do pronoto (mm), a fecundidade das fêmeas e a viabilidade dos ovos (%).

2.3.4 Preferência alimentar de *D. melacanthus* por diferentes plantas

O ensaio ocorreu em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos compostos por diferentes combinações de plantas: plântula de soja + planta de trapoeraba (PS + PT); plântula de soja + grão de soja umedecido (PS + GSU); plântula de milho + planta de trapoeraba (PM + PT); plântula de milho + grãos de soja umedecido (PM + GSU); plântula de milho + plântula de soja (PM + PS); trapoeraba + grãos de soja umedecido (T + GSU). Para cada combinação foram realizadas 15 repetições (arenas). O bioensaio para avaliar a preferência alimentar de *D. melacanthus* foi realizado com dupla chance de escolha em arenas compostas

por potes plásticos (10 cm de altura e 15 cm de diâmetro) e quatro potes plásticos (8 cm altura e 10 cm de diâmetro), dispostos de maneira equidistantes interligados por cano transparente (6 cm) (**Figura 2**).

As plântulas de milho e soja utilizadas no ensaio apresentavam aproximadamente 10 cm de altura e para trapoeraba foram utilizadas as folhas mais novas (10 cm da parte apical das brotações). Esses alimentos de acordo com as combinações foram inseridos nos potes de plástico (8 cm altura e 10 cm de diâmetro) em lados opostos das arenas, visando avaliar a preferência alimentar por cada planta hospedeira. Quatro adultos de *D. melacanthus* em jejum por 24 horas foram liberados no interior dos potes plásticos maiores. A preferência alimentar de *D. melacanthus* foi avaliada as 24 e 48h. Todo o experimento foi conduzido em sala climatizada em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h (C/E). O parâmetro avaliado foi o número de percevejos em cada planta.

2.3.5 Preferência de oviposição de *D. melacanthus* por diferentes plantas

O ensaio foi conduzido para avaliar a preferência de adultos de *D. melacanthus* para oviposição entre as plantas: soja no estágio reprodutivo (SR4); milho no estágio reprodutivo (MR2); plântulas de soja (PS); plântula de milho (PM); plantas de trapoeraba (PT), *Commelina benghalensis* C (início da floração). As plantas no campo foram cobertas com gaiolas (6 m x 4 m), com delineamento em blocos ao acaso em cinco repetições, sendo cada gaiola uma repetição.

As plantas foram cultivadas em círculos diretamente no solo (cada círculo composto por plantas de milho-R2, soja-R4, plântula de soja, plântula de milho e plântula de trapoeraba), em telado contendo cinco círculos (**Figura 1**). Os adultos recém-emergidos de *D. melacanthus* foram separadas por sexo e mantidos em caixas de plástico (20 x 20 x 24 cm) até atingirem o pico de oviposição (décimo quarto dia). Foram liberados 20 casais por círculo totalizando 100 casais por telado. As avaliações foram realizadas após 72 horas da liberação dos percevejos. As variáveis avaliadas foram: número de ovos e número de posturas por espécie de planta.

2.3.6 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise exploratória para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO & WILK, 1965) homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo (BURR & FOSTER, 1972), para permitir a aplicação da ANOVA. Os resultados da preferência alimentar (**Figura 3**) e da preferência de oviposição (número de posturas e de ovos) (**Figura 4**) foram transformados em $\sqrt{X + 0.5}$ antes da análise. Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% probabilidade de erro, utilizando-se o programa de análises estatísticas SAS (SAS INSTITUTE, 2009).

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Biologia de *D. melacanthus* em diferentes alimentos

O tempo de desenvolvimento ninfal (dias) de 2° a 5° instar diferiu entre os alimentos avaliados. As combinações que continham grão de soja umedecido (GSU) e a dieta padrão (DP) apresentaram menor tempo de desenvolvimento ninfal de 2° a 5° instar quando comparado as combinações sem esses alimentos (**Tabela 1**). Dentro desses alimentos com menor fase ninfal, as combinações de grãos de soja umedecidos (GSU) com plântulas de milho (PM) ou plantas de trapoeraba (PT) proporcionaram maior longevidade de adultos (**Tabela 1**) associada com maior peso de adultos e fecundidade (**Tabela 2**). Entretanto, a variável viabilidade dos ovos, para o tratamento com plântulas de milho apresentou viabilidade superior aos demais tratamentos (**Tabela 2**). Para o tratamento com plantas de trapoeraba (PT) não houve insetos sobreviventes (**Tabela 1**).

O maior peso (mg) de machos e fêmeas foi verificado para os alimentados com a combinação de grãos de soja umedecido + plântula de milho (GSU + PM) e grãos de soja umedecidos + plantas de trapoeraba (GSU + PT) sendo inferior apenas ao tratamento controle dieta padrão (DP). Para a largura do pronoto (mm) não ocorreu diferença em relação às combinações de alimentos ofertados ($F = 2,14$; $p = 0,1069$) (**Tabela 2**).

A fecundidade de fêmeas de *D. melacanthus* foi maior para insetos criados em dieta padrão (DP) seguida dos tratamentos grão de soja umedecidos +

trapoeraba (GSU + PT), grãos de soja umedecidos + plântula de milho (GSU + PM) e plântula de milho (PM) (**Tabela 2**). A viabilidade de ovos (%) foi maior para o tratamento plântulas de milho (PM) seguida pelos tratamentos dieta padrão (DP), e plantas de trapoeraba + grão de soja umedecido (PT + GSU) (**Tabela 2**).

2.4.2 Preferência alimentar de *D. melacanthus* por diferentes alimentos

No ensaio de preferência alimentar na comparação entre plântula de soja + plantas de trapoeraba (PS + PT) ($F = 16,33$; $p < 0,0001$), na média os adultos de *D. melacanthus* concentraram-se em maior quantidade em PT ou fora dos alimentos, quando comparado a PS (**Figura 3 A**). Entretanto, nas combinações, plântula de soja + grão de soja umedecido (PS + GSU) ($F = 1,49$; $p = 0,2365$); plântula de milho + plantas de trapoeraba (PM + PT) ($F = 1,12$; $p = 0,3353$); plântula de milho + plântula de soja (PM + PS) ($F = 0,61$; $p = 0,5505$) não houve diferença nas referidas combinações (**Figuras 3 B, C, E**).

Quando comparado plântula de milho + grão de soja umedecido (PM + GSU) ($F = 24,72$; $p = \leq 0,0001$), a escolha de *D. melacanthus* foi por PM em comparação aos GSU e fora dos alimentos (**Figura 3 D**). Por fim, para a combinação plantas trapoeraba + grãos de soja umedecido (PT + GSU) ($F = 12,41$; $p = \leq 0,0001$), a preferência de *D. melacanthus* foi por PT ou permanecer fora dos alimentos, quando comparado aos GSU (**Figura 3 E**).

2.4.3 Preferência de oviposição de *D. melacanthus* por diferentes plantas

O número de posturas encontrado foi maior em plantas de trapoeraba ($F = 16,94$; $p = \leq 0,0001$) quando comparado a plantas de soja R4, plântula de soja, plantas de milho R2 e plântula de milho (**Figura 4 A**). Da mesma forma, o maior número de ovos foi verificado para plantas de trapoeraba seguido por plantas de soja R4, plântulas de milho, plantas de milho R2 e plântula soja ($F = 6,91$; $p = 0,0005$) (**Figura 4 B**).

2.5 DISCUSSÃO

As mudanças no cenário agrícola com a expansão do sistema de plantio direto e do cultivo do milho de segunda safra, aliado ao uso de cultivares de soja super-precoces semeadas cada vez mais cedo tem proporcionado uma oferta maior de alimentos aos percevejos, possivelmente favorecendo a ocorrência e o desenvolvimento de *D. melacanthus* (BUENO et al., 2015). Além disso, plantas associadas (alternativas) tanto de inverno quanto de verão permitem a sobrevivência desse inseto durante o ano todo (SILVA et al., 2013). Tal situação oferece condições ótimas de alimentação, sobrevivência e multiplicação desse percevejo.

Além disso, é importante ressaltar que a natureza polífaga de *D. melacanthus* contribui para sua rápida adaptação a diferentes agroecossistemas (BORTOLOTTI et al., 2014). O manejo de pragas polífagas e móveis como *D. melacanthus* requer estratégias que se concentrem não apenas no período da safra ou na área da cultura sendo manejada, mas que leve em consideração o sistema produtivo como um todo, em áreas extensas que compõem a paisagem agrícola (ABEL et al., 2007; WU, 2007; HERDE, 2009). A disponibilidade de culturas próximas como fontes alimentares e sequências de rotação de culturas desempenham papéis importantes na dinâmica populacional e nos surtos de herbívoros polípagos como *D. melacanthus*.

Analisando as diferentes combinações de alimentos que podem ser explorados por *D. melacanthus*, os tratamentos que continham grãos de soja umedecidos (GSU) propiciaram um desenvolvimento mais rápido dos percevejos que apresentaram redução da fase ninfal. Essa redução no período de desenvolvimento ninfal observado nos tratamentos em que os percevejos se alimentaram de grãos de soja umedecidos assim como os insetos que se desenvolveram na dieta padrão está diretamente relacionada com a qualidade nutricional proporcionada por esses alimentos. A qualidade dos alimentos consumidos pelos insetos influencia diretamente suas características biológicas, fisiológicas e comportamentais (NAÇÃO, 2002; GOLIZADEH et al., 2009; CABEZAS et al., 2013). Nesse contexto, insetos alimentados com hospedeiros de melhor valor nutricional irão apresentar menor período de desenvolvimento. Por outro lado, estratégias compensatórias como uma extensão do período de alimentação ou um

aumento da ingestão de alimentos podem ser utilizadas pelos insetos ao consumirem alimentos nutricionalmente mais pobres (BEHMER, 2009).

Os grãos em geral, e os grãos de soja em particular, são alimentos ricos em proteínas e carboidratos de alto valor nutricional (SLANSKY & PANIZZI, 1987, DE MORAES et al., 2006) e sua importância para o desenvolvimento dos insetos pentatomídeos já foi anteriormente demonstrada (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2008). Estes autores observaram que *D. melacanthus* necessita se alimentar de frutos ou sementes para completar seu desenvolvimento de maneira eficiente. A maioria das ninfas de *D. melacanthus* alimentadas com plântulas de milho não conseguiu completar seu desenvolvimento, diferentemente de quando alimentadas com partes reprodutivas, sementes secas de milho e sementes secas de soja. O percevejo utiliza plantas cultivadas como milho ou plantas daninhas como a trapoeraba como complemento nutricional ou fonte de água para manter sua sobrevivência nos períodos de ausência de sementes (MANFREDI-COIMBRA et al., 2005). Os percevejos não conseguiram completar o desenvolvimento em trapoeraba, apesar do grande número de insetos que se alimentaram dessa planta no teste de preferência de alimentação, indicando que ela serve como fonte de água ou alguns nutrientes como comentado anteriormente.

Sendo assim, é importante salientar a importância na redução da disponibilidade de grãos de soja aos percevejos no período de transição entre as culturas da soja e milho. Isso pode ser obtido por uma colheita bem feita que reduza perdas de grãos nessa operação que acabam indo para o solo e ficando disponíveis para que os percevejos os utilizem como alimento. Além disso, para manejo de *D. melacanthus* no sistema produtivo soja e milho são também cruciais o bom manejo de plantas daninhas como a trapoeraba, por exemplo, visando reduzir a disponibilidade de hospedeiros alternativos que os percevejos utilizam como fontes de água para sobreviverem no período de transição da cultura da soja para o milho.

Alguns resultados contrastantes são também encontrados na literatura. Smaniotto (2015) verificou que a semente madura de soja (SMS) não foi apropriada para o desenvolvimento das ninfas de *D. melacanthus*, que não conseguiram concluir o ciclo e chegar a fase adulta. Essa diferença nos resultados obtidos deve-se ao fato de que sementes maduras de soja são mais difíceis de penetração, porque possuem baixa quantidade de água (~13% de umidade) (PANIZZI & ROSSINI, 1987). Entretanto, nesse estudo os grãos de soja foram umedecidos antes

de serem ofertados para ninfas de *D. melacanthus*, ou seja, aumentando a umidade desses grãos, o que facilitou a penetração dos estiletos das ninfas nesse alimento e o que representa a situação normalmente encontrada com os grãos de soja perdidos na colheita que acabam se entumecendo com a umidade do solo e sendo usados pelos percevejos como alimento.

O alimento também influencia diretamente o desenvolvimento reprodutivo de casais de *D. melacanthus*. Insetos que se alimentaram da dieta padrão (DP) de Panizzi et al. (2000) apresentaram alta fecundidade. Tal dieta é composta por diferentes fontes alimentares como vagens de feijão, grãos de soja, amendoim-cavalo, sementes de girassol e frutos de ligustro, sendo considerada uma dieta rica em nutrientes, o que provavelmente garantiu o sucesso reprodutivo de *D. melacanthus*, enquanto os demais tratamentos continham apenas um alimento ou uma combinação de alimentos, confirmando novamente que a atividade reprodutiva tem influência da alimentação, podendo ser reduzida durante o período de escassez de alimento ou quando os insetos se alimentam de plantas não preferidas e com baixo valor nutritivo (WALKER, 1978; CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2008).

Apesar do milho e trapoeraba não serem os alimentos mais adequados para o desenvolvimento das ninfas de *D. melacanthus*, adultos do percevejo apresentaram preferência alimentar por essas plantas ao invés de grãos de soja umedecidos. A escolha dos alimentos pelos insetos pode variar por diferentes características, podendo estas ser, físicas ou químicas, que inclui a composição nutricional e/ou aleloquímica (SLANSKY & PANIZZI, 1987), o que pode ter influenciado neste estudo. Além disso, é importante considerar que possivelmente a demanda nutricional dos percevejos na fase adulta é menor do que na fase ninfal, onde ninfas necessitam de fontes reprodutivas (grãos de soja) para completar seu desenvolvimento (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2008), enquanto adultos, necessitam de alimentos com maior teor de água. Tal explicação justificaria a preferência de adultos de *D. melacanthus* por se alimentarem de plântulas de milho e trapoeraba ao invés de grãos de soja. Adicionalmente, a atratividade de insetos por determinadas plantas pode ser atribuída aos voláteis liberados em maiores quantidades (KARBAN & BALDWIN, 1997), o que também justificaria a escolha de *D. melacanthus* por essas plantas.

É importante também considerar que os voláteis liberados pelas plantas são utilizados pelos insetos para localização da planta hospedeira, sendo fundamental

para que consigam atender as necessidades nutricionais e ter local adequado para reprodução e oviposição (BRUCE et al., 2005). Portanto, para a preferência de oviposição de *D. melacanthus* a escolha por trapoeraba quando comparada com as plantas cultivadas nas gaiolas pode ser atribuída aos voláteis, ao maior teor de água presente e também a arquitetura das plantas. As plântulas de milho e soja apresentam área foliar menor, folhas mais estreitas, em menor quantidade e menos ramificações quando comparadas com trapoeraba, o que justifica o maior número de posturas e conseqüentemente de ovos de *D. melacanthus* nessa planta. Ainda, estudos salientaram que a arquitetura da planta é geralmente um fator relevante, influenciando diretamente a abundância e distribuição dos insetos (ESPÍRITO-SANTO et al., 2007). Portanto, a preferência por ovipositar em trapoeraba possivelmente está relacionada a arquitetura da planta que fornece condições de abrigo para os ovos e posteriormente para ninfas de 1° e 2° instar que não apresentam tanta mobilidade e atividade alimentar reduzida.

Teoricamente a junção de diferentes composições alimentares que ocorrem nesse atual cenário produtivo, soja primeira safra (verão) e milho segunda safra (outono / inverno), aliado ao sistema de plantio sobre palhada, onde o inseto utiliza muitas vezes como abrigo entre uma cultura e outra (BUENO et al., 2015; CORRÊA-FERREIRA & SOSA-GÓMEZ, 2017), associado a presença de plantas hospedeiras, como trapoeraba e a presença de grãos caídos remanescentes da cultura da soja, oferece as condições adequadas para o desenvolvimento desse percevejo. Portanto, conclui-se com este estudo que para manejar essa praga seria importante eliminar plantas daninhas, como no caso trapoeraba, que pode fornecer abrigo, fonte de água e local para reprodução, como verificado no presente estudo. Assim como, a redução de perdas na colheita da soja, aspecto importante para manejar esse percevejo, pois grãos caídos no chão irão favorecer o desenvolvimento do inseto na segunda safra (milho).

2.6 REFERÊNCIAS

ABEL, C. A.; SNODGRASS, G. L.; GORE, J. A cultural method for the area-wide control of tarnished plant bug *Lygus lineolaris* pp. 497-504 in Vreysen, M.J.B., Robinson, A.S. & Hendrichs, J. (Eds.) Area-Wide control of insect pests from research to field implementation, Vol. 1. Springer, Dordrecht, 2007.

ÁVILA, C. J.; PANIZZI, A. R. Occurrence and damage by *Dichelops (Neodichelops) melachantus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on corn. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 24, p. 193-194, 1995.

BEHMER, S.T. Insect herbivore nutrient regulation. **Annual Review of Entomology**, v. 54, p. 165-187, 2009.

BIANCO, R. Manejo de pragas do milho em plantio direto. Instituto Biológico – SP. Londrina – PR. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XI_RIFIB/bianco.PDF>.

BORTOLOTTO, O.; C.; SILVA, G. V.; DE FREITAS BUENO, A. POMARI, A. F.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; CARVALHO, R. A.; BARBOSA, G. C. (2014). Development and reproduction of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) and its egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) on the genetically modified soybean (Bt) MON 87701 × MON 89788. **Bulletin of Entomological Research**, v. 104, p. 724-730, 2014.

BUENO, A. F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; BIANCO, R. Silenciosos e daninhos. **Revista Cultivar**, v. 196, p. 25–27, 2015.

BUENO, A. F.; PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SOSA-GOMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; ROGGIA, S. Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: Clara Beatriz Hoffmann-Campo; Beatriz Spalding Corrêa-Ferreira; Flávio Moscardi. (Ed.). SOJA: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga. 1ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 37-74, 2012.

BURR, I. W.; FOSTER, L. A. A test for equality of variances. Mimeo series n° 282. West Lafayette, Purdue University, 26p, 1972.

BRUCE, T. J. A.; WADHMAS, L. J.; WOODCOCK, C. M. Insect host location: a volatile situation. **Trends in Plant Science**, v. 10, p. 269–274, 2005.

CABEZAS, M. F.; NAVA DE GEISSLER, L. O.; MELO, M.; GARCIA, M. S.; KRÜGER, R. 2013. Development and leaf consumption by *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on leaves of agroenergy crops. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 588-594, 2013.

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2017.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 353-360, 2008.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) populations and damage and its chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 487-492, 2004.

DE MORAES, R. M. A.; JOSÉ, I. C.; RAMOS, F. G.; DE BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 725-729, 2006.

DESPRÉS, L.; DAVID, J. P.; GALETT, C. The evolutionary ecology of insect resistance to plant chemicals. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 22, p. 298-307, 2007.

ESPÍRITO-SANTO, M. M.; NEVES, F. S.; ANDRADE-NETO, F. R.; FERNANDES G. W. Plant architecture and meristem dynamics as the mechanisms determining the diversity of gall-inducing insects. **Oecologia**, v. 153, p. 353–364, 2007.

GOLIZADEH, A.; KAMALI, K.; FATHIPOUR, Y.; ABBASIPOUR, H. Life table of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on five cultivated brassicaceous host plants. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 11, p. 115-124, 2009.

HERDE R. **Response of *Helicoverpa armigera* to Agricultural Environments diversified through Companion Planting**. The University of Queensland, Brisbane, Queensland, Australia, 2009.

KIANPOUR, R.; FATHIPOUR, Y.; KARIMZADEH, J.; HOSSEININAVEH, V. Influence of different host plant cultivars on nutritional indices of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Crop Protection**, v. 3, p. 43-49, 2014.

KARBAN, R.; BALDWIN, I. T.; BAXTER, K. J.; LAUE, G.; FELTON, G. W. Communication between plants: induced resistance in wild tobacco plants following clipping of neighboring sagebrush. **Oecologia**, v. 125, p. 66-71, 2000.

MANFREDI-COIMBRA, S.; SILVA, J. J.; CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Danos do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em trigo. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1243-1247, 2005.

NATION, J. L. Insect physiology and biochemistry. Boca Raton, CRC Press.
PANIZZI, A. R. et al. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C. W.; PANIZZI, A.R. (Ed.). Heteroptera of economic importance. Boca Raton, Florida: CRC. p.432-434, 2002.

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.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; GAZZONI, D.; OLIVEIRA, E.; NEWMAN, G. G.; TURNIPSEED, S. G. Insetos da soja no Brasil, Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Boletim Técnico**, v. 1, p. 1-20, 1977.

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

PANIZZI, A. R.; ROSSINI, M. C. Impacto de várias leguminosas na biologia de ninfas de *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, p. 507-512, 1987.

PEDIGO, L. P. Entomology and pest management. 4th ed., Prentice Hall, 742 p. 2002.

SAS INSTITUTE. SAS User's Guide: Statistics, Version 8e. SAS Institute, Cary, NC, 2009.

SILVA, J. J.; VENTURA, M. U.; SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on host plants. **Neotropical entomology**, v. 42, p.141-145, 2013.

SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. Cotton balls as an oviposition substrate for laboratory rearing of phytophagous stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 100, p. 745-748, 2007.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, p. 591–611, 1995.

SLANSKY, J. R. F.; PANIZZI, A. R. Nutritional ecology of seed-sucking insects. *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. Wiley, New York, p. 283-319, 1987.

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

SMANIOTTO, L. F. Biologia e interação com plantas associadas dos percevejos barriga-verde, *Dichelops furcatus* (F., 1775) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). Tese (Doutorado), 2015.

WALKER, W. F. Mating behaviour in *Oncopeltus fasciatus* (Dallas): effects of diet, photoperiod, juvenoids and precocene. **Physiological Entomology**, v. 3, p. 147–155.1978.

WU, K. M. Management strategy for cotton bollworm *Helicoverpa armigera* in China pp. 559-565 in VREYSEN, M.J.B., ROBINSON, A.S. & HENDRICH, J. (Eds.) **Area-Wide control of insect pests from research to field implementation**, Vol. 1. Dordrecht, Springer, 2007.

Tabela 1. Tempo de desenvolvimento de ninfas e longevidade de *Dichelops melacanthus* alimentadas com diferentes alimentos em laboratório a T: 25 ± 2 ° C, UR $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/ E.

Alimento ²	Fase ninfal (2 ^a - 5 ^a instar) ¹	Longevidade de Adultos ¹
PT	0	- ³
GSU + OS	23,2 ± 0,3 b	53,2 ± 5,2 b
PM + PT	32,7 ± 0,5 a	71,4 ± 3,0 ab
GSU + PM	23,3 ± 0,4 b	79,5 ± 3,0 a
PT + GSU	22,3 ± 0,3 b	70,6 ± 4,0 ab
PM	33,9 ± 1,4 a	75,1 ± 7,3 ab
DP	23,1 ± 0,7 b	88,5 ± 4,8 a
CV (%)	5,36	13,26
P	<0,0001	0,0026
F	57,27	5,81

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

²Alimento: planta de trapoeraba (PT); grãos de soja umedecidos + plântula de soja (GSU + PS); plântula de milho + planta de trapoeraba (PM + PT); grãos de soja umedecidos + plântula de milho (GSU + PM); plantas de trapoeraba + grãos de soja umedecidos (PT + GS); plântula de milho (PM) e dieta padrão (DP) de Panizzi et al. (2000).

³Não houve sobreviventes.

Tabela 2. Peso (mg) de machos e fêmeas, tamanho do pronoto, fecundidade e viabilidade dos ovos *Dichelops melacanthus* alimentados com diferentes plantas hospedeiras a 25° C, UR 80 ± 10% e fotoperíodo de 14/10 h C/E.

Alimento ²	Peso (mg) ¹		Pronoto (mm) ¹	Fecundidade (número ovos/fêmea) ¹	Viabilidade dos ovos (%) ¹
	Macho	Fêmea			
PT	- ³	-	-	-	-
GSU + OS	0,0434 ± 0,0011 ab	0,0498 ± 0,0034 abc	6,97 ± 0,27 ^{ns}	42,3 ± 31,0 c	5,4 ± 2,3 c
PM + PT	0,0356 ± 0,0028 b	0,0448 ± 0,0017 bc	6,46 ± 0,05	52,9 ± 8,7 bc	31,0 ± 4,3 bc
GSU + PM	0,0435 ± 0,0041 ab	0,0461 ± 0,0016 abc	6,61 ± 0,22	146,4 ± 24,2 b	27,3 ± 24,8 bc
PT + GSU	0,0460 ± 0,0004 a	0,0509 ± 0,0017 ab	6,82 ± 0,18	155,4 ± 17,8 b	34,4 ± 16,4 bc
PM	0,0373 ± 0,0015 ab	0,0397 ± 0,0034 c	6,31 ± 0,06	101,5 ± 19,2 bc	81,6 ± 2,1 a
DP	0,0462 ± 0,0022 a	0,0559 ± 0,0004 a	6,54 ± 0,05	436,7 ± 7,3 a	69,4 ± 8,9 b
CV (%)	10,04	9,99	4,99	25,6	24,6
P	0,0122	0,0053	0,1069	<0,0001	<0,0001
F	4,23	5,1	2,14	36,7	72,8

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

²Alimento: planta de trapoeraba (PT); grãos de soja umedecidos + plântula de soja (GSU + PS); plântula de milho + planta de trapoeraba (PM + PT); grãos de soja umedecidos + plântula de milho (GSU + PM); plantas de trapoeraba + grãos de soja umedecidos (PT + GS); plântula de milho (PM) e dieta padrão (DP) de Panizzi et al. (2000).

^{ns}Anova não significativa.

³Não houve sobreviventes.

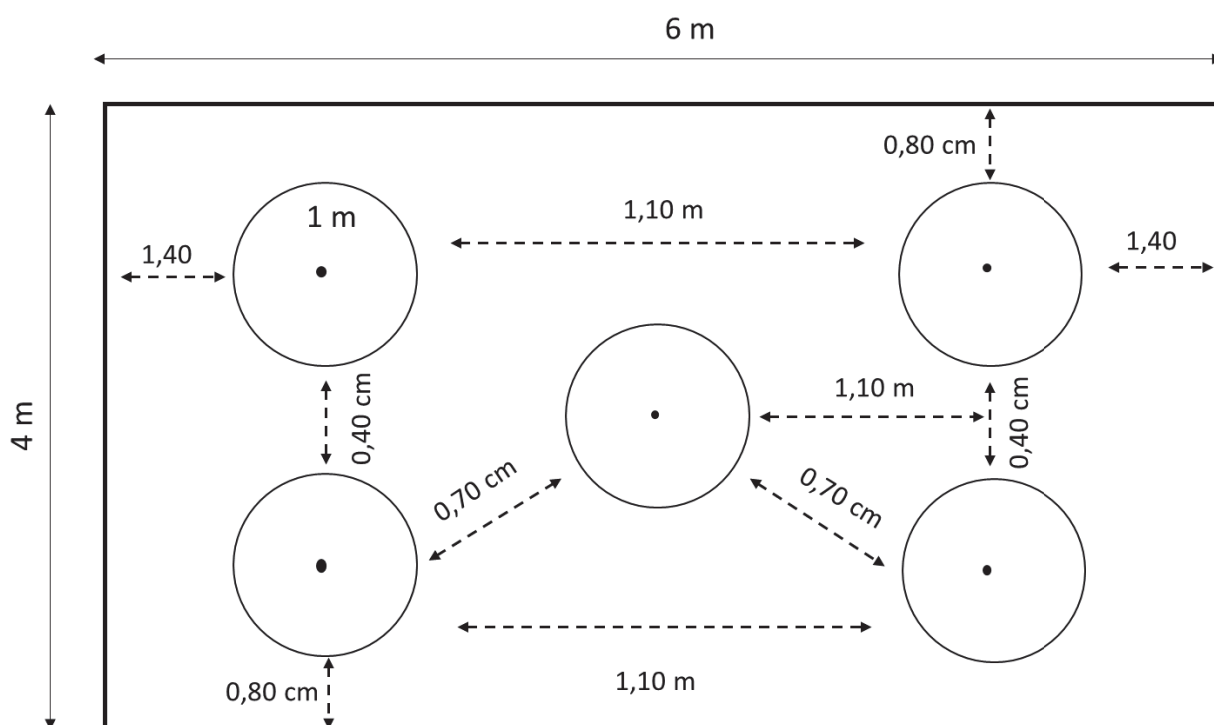


Figura 1. Esquema da gaiola do ensaio de preferência de oviposição com a distribuição dos círculos no interior da gaiola.

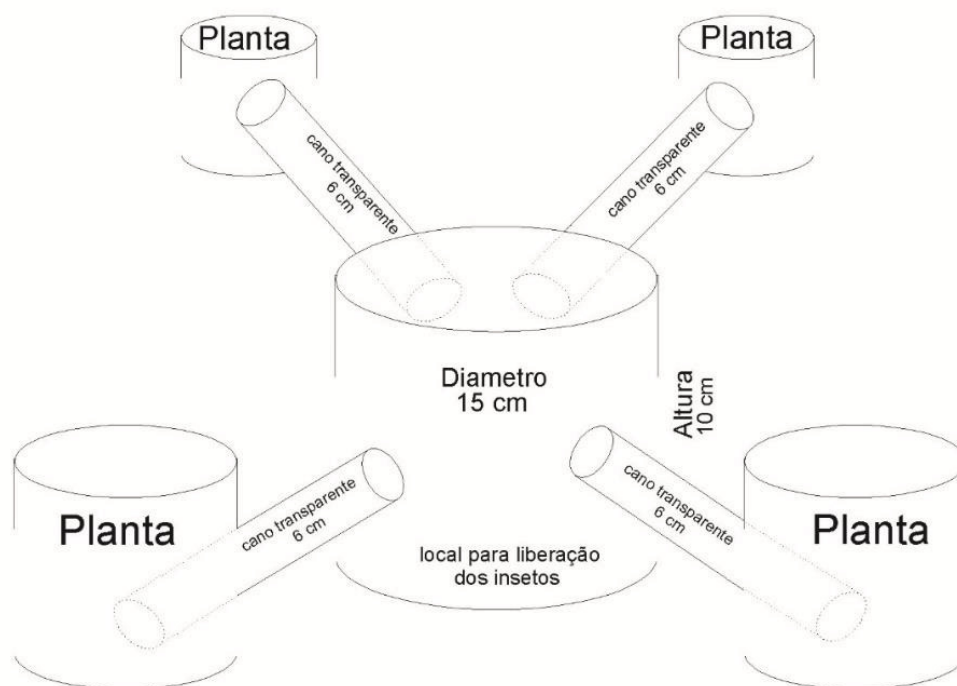


Figura 2. Arena utilizada no teste de preferência alimentar de *Dichelops melacanthus* por diferentes plantas.

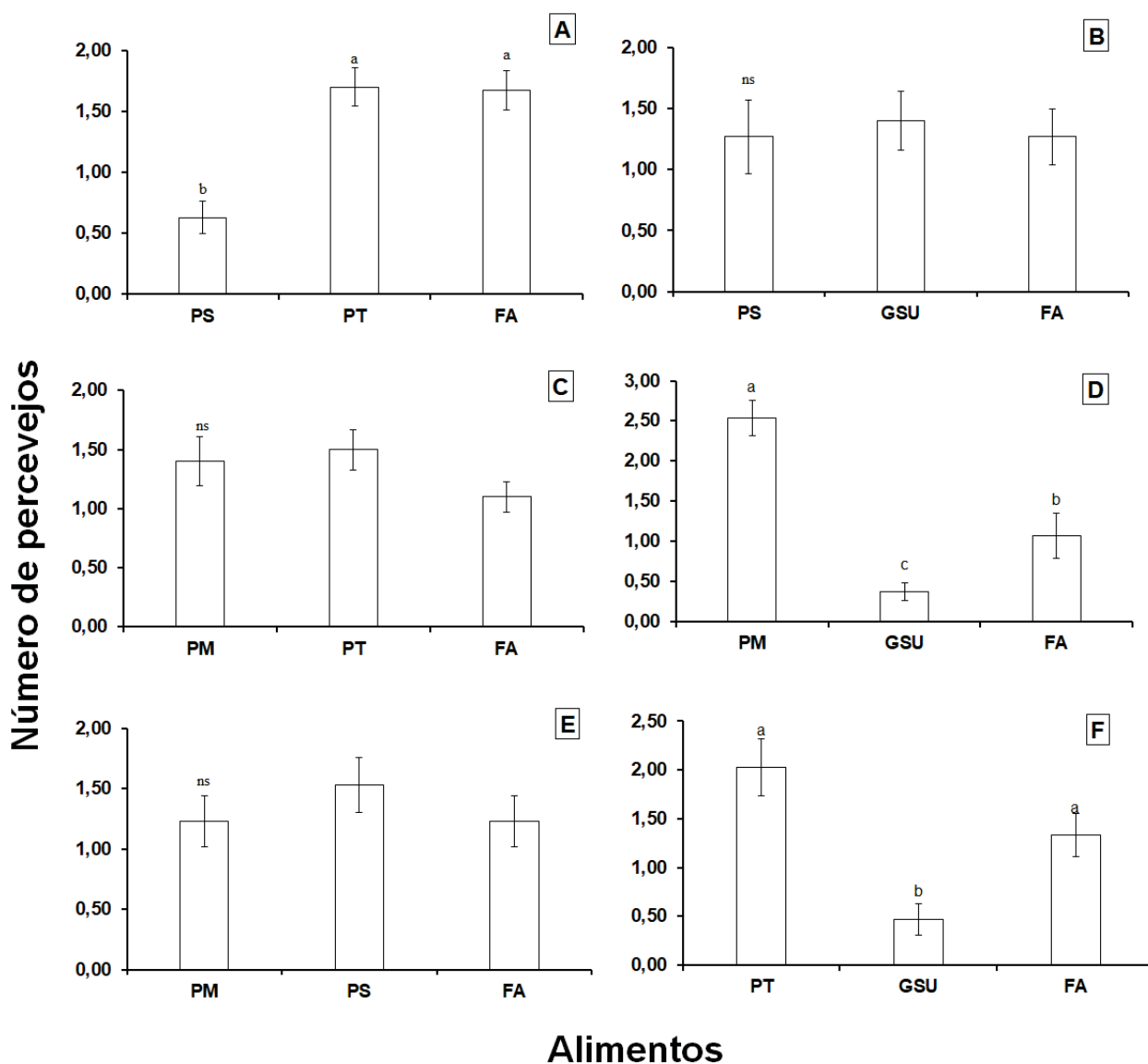


Figura 3. Preferência alimentar de adultos de *Dichelops melacanthus* por diferentes alimentos. Média do acompanhamento das avaliações realizados no período de 24 e 48 horas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Alimento: plântula de soja (PS); trapoeraba (PT); plântula de milho (PM); fora do alimento (FA).

Dados analisados após a transformação em $\sqrt{X + 0.5}$. ns Anova não significativa.

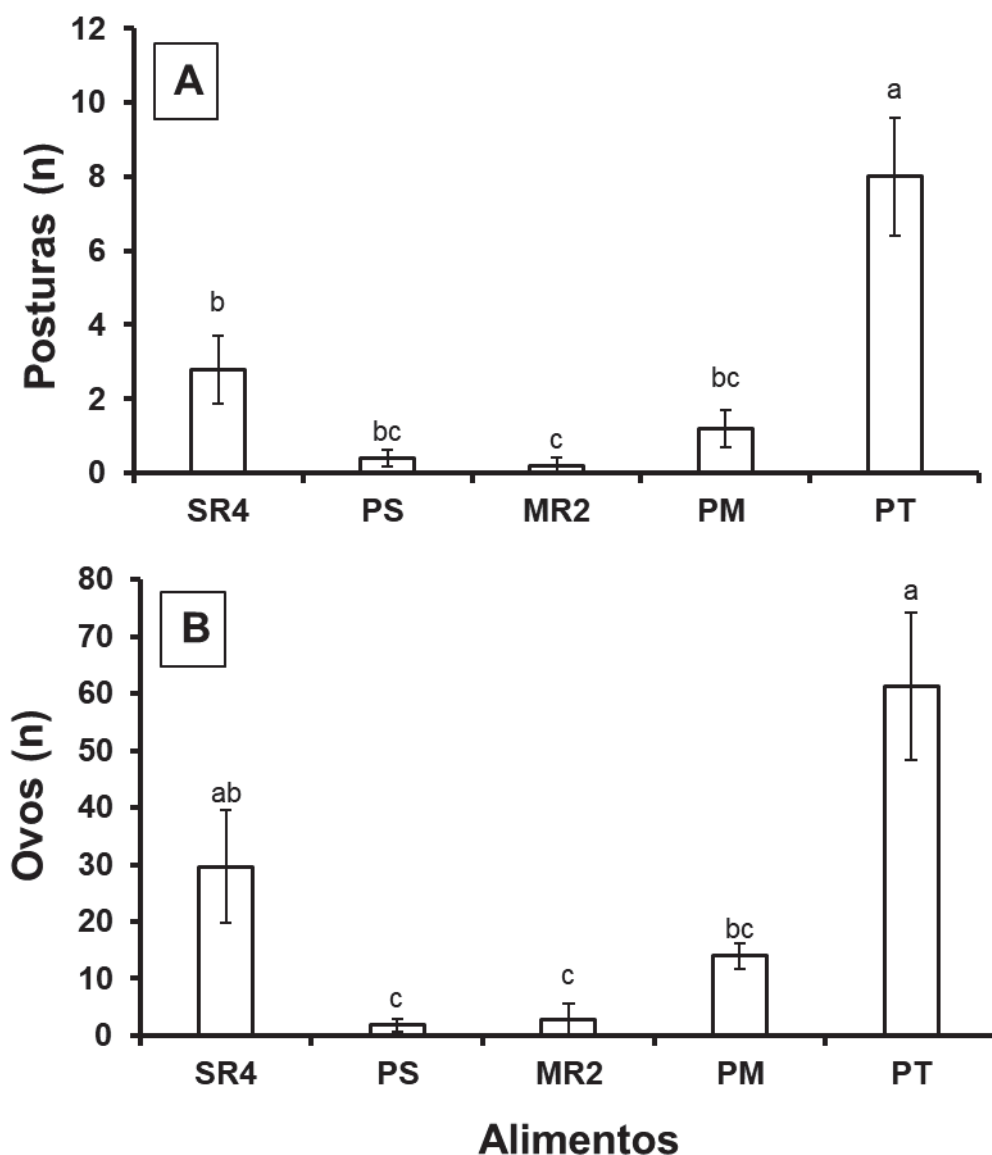


Figura 4. Preferência de oviposição de *Dichelops melacanthus* em diferentes plantas hospedeiras. Alimentos: soja no estágio reprodutivo (SR4); plântulas de soja (PS); milho no estágio reprodutivo (MR2); plântula de Milho (PM); planta de trapoeraba (PT).

Medias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Dados analisados após a transformação em $\sqrt{x + 0.5}$.

CAPÍTULO 3: ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO PERCEVEJO BARRIGA-VERDE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) NO SISTEMA PRODUTIVO SOJA (VERÃO) SEGUIDO DE MILHO (OUTONO / INVERNO)

3.1. RESUMO

O cultivo da soja, *Glycine max* (L.) Merrill no verão em sucessão com cultivo de milho, *Zea mays* L. na segunda safra (inverno) vem facilitando o crescimento populacional de espécies de percevejos polífagos, como *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). Eles dispersam para a cultura do milho de segunda safra quando a soja de verão está sendo colhida, podendo causar danos severos. O objetivo desse estudo foi avaliar diferentes estratégias de manejo do percevejo *D. melacanthus* na cultura da soja e os possíveis impactos na cultura do milho com e sem tratamento de sementes. O experimento foi conduzido em blocos (28 m²) ao acaso com três tratamentos na soja na safra 2016/17 e quatro tratamentos na safra 2017/18, sendo em ambas as safras com quatro repetições. Posteriormente no milho, cada repetição foi subdividida em duas áreas (com e sem tratamento de sementes). Os tratamentos na soja na safra 2016/17 foram: 1) MIP-soja; 2) Controle de percevejo tardio na soja; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida. Na safra 2017/18 esses tratamentos foram: 1) MIP-soja; 2) Controle de percevejo tardio na soja; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida; e 4) MIP-soja + dessecação em R7. As estratégias MIP-soja e controle de percevejo tardio na soja promoveu o controle mais eficiente de *D. melacanthus*, reduzindo a população desse percevejo na cultura seguinte (milho). A estratégia MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida não proporcionou controle efetivo, além da menor produtividade da soja associada ao acúmulo de resíduos de produtos nos grãos. A utilização de sementes tratadas para controle de *D. melacanthus* em milho não reduziu a densidade populacional e a injúria causada pelo percevejo às plantas.

Palavras-chave: Sucessão de culturas, ponte verde, injúria, tratamento de sementes, produtividade.

MANAGEMENT STRATEGIES OF GREEN BELLY STINK BUG *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) IN THE SOYBEAN PRODUCING SYSTEM (SUMMER) FOLLOWED BY CORN (AUTUMN / WINTER)

ABSTRACT

Soybean cultivation, *Glycine max* (L.) Merrill in summer in succession with corn cultivation, *Zea mays* L. in the second crop (winter) has facilitated population growth of polyphagous stink bug species, such as *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). They disperse to second crop corn when summer soybeans are being harvested and can cause severe damage. The objective of this study was to evaluate different strategies of management of the stink bug *D. melacanthus* on soybean crop and the possible impacts on corn crop with and without seed treatment. The experiment was conducted in randomized blocks (28 m²) with three treatments in soybean in the 2016/17 crop and four treatments in the 2017/18 crop, in both crops with four replications. Subsequently in maize, each repetition was subdivided into two areas (with and without seed treatment). The soybean treatments in the 2016/17 crop were: 1) IPM-soybean; 2) Late bed bug control in soybean; 3) IPM-soybean + R7 desiccation + insecticide; and 4) IPM-soy + desiccation in R7. The strategies IPM-soybean and late stink bug control promoted the most efficient control of *D. melacanthus*, reducing the population of this bed bug in the next crop (maize). The strategy IPM-soybean + desiccation in R7 + insecticide did not provide effective control, besides the lower soybean productivity associated with the accumulation of product residues in the grains. The use of seeds treated for control of *D. melacanthus* in maize did not reduce the population density and the injury caused by the stink bug.

Keywords: Crop succession, green bridge, injury, seed treatment, productivity.

3.2 INTRODUÇÃO

O uso contínuo do solo, com cultivos em sucessão é muito utilizado na Região Neotropical e permite a formação da “ponte verde” que propicia oferta contínua de alimento as pragas, favorecendo seus surtos populacionais (PEDIGO, 2002). Nesse sistema de cultivo, por exemplo, a sucessão soja, *Glycine max* (L.) Merrill cultivada no verão seguido de milho, *Zea mays* L. de outono / inverno é considerado um dos principais sistemas de produção utilizados no Brasil, correspondendo a cerca de 35% da produção nacional de grãos (CHIESA et al., 2016). Entretanto, a adoção desse sistema vem facilitando o crescimento populacional de espécies polífagas, como o percevejo barriga-verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (ROZA-GOMEZ et al., 2011; BUENO et al., 2012; BUENO et al., 2015a). Esse percevejo está distribuído nas principais regiões onde se pratica a sucessão soja-milho, onde sua população cresce ao longo da safra de soja e depois os insetos dispersam para cultura do milho segunda safra quando a soja de verão está sendo colhida (BUENO et al., 2015a). Ainda, a ocorrência desse percevejo é favorecida pelo plantio direto, cuja palhada oferece abrigo, ou também por plantas daninhas como a trapoeraba, *Commelina benghalensis* L. que servem de alimento e fonte de água (PANIZZI, 2000; SILVA et al., 2013).

Após a colheita da soja, o percevejo *D. melacanthus* permanece no solo, sob a palhada, e se alimenta de plantas de milho recém-emergidas, causando danos a essas plantas, podendo levar a necessidade de medidas de controle (ÁVILA & PANIZZI, 1995). Durante a alimentação, *D. melacanthus*, posiciona-se longitudinalmente na planta, com a cabeça na direção do solo (PANIZZI & LUCINI, 2019) e injeta saliva para facilitar a penetração dos estiletes, que, ao atingirem os tecidos da planta, provocam deformações nas folhas (SLANSKY & PANIZZI, 1987; PANIZZI et al., 2000). As plantas com ataque severo podem apresentar nanismo e desenvolver perfilhos improdutivos (BIANCO, 2005). Portanto, para evitar perdas provocadas pelo ataque desse percevejo na fase inicial da cultura do milho, destaca-se como alternativa o uso do controle químico, seja por meio de pulverizações ou do tratamento de sementes (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2004).

Entretanto, atualmente, altas populações de percevejos estão chegando com maior intensidade e mais cedo nas lavouras de soja e milho. Isto tem levado os

agricultores a aumentar o uso de inseticidas, muitas vezes, sem obter resultados satisfatórios (BUENO et al., 2015a). Além disso, com intuito de controlar a população de percevejos e de plantas invasoras no final do ciclo da soja, justamente no momento em que há crescimento acentuado da população de percevejo barriga-verde, muitos agricultores vêm dessecando a soja para colheita em misturas com inseticidas. Entretanto, faltam informações dos efeitos do uso de inseticidas na dessecação de colheita, e se pode acarretar problemas de resíduo dos agrotóxicos utilizado nos grãos.

O tratamento de sementes de milho com produtos de alta solubilidade e ação sistêmica (neonicotinoides) pode apresentar bons resultados no controle da praga (BRUSTOLIN et al., 2012; CHEISA et al., 2016). Entretanto, a situação atual de altas populações exige mudanças no manejo, sendo necessário considerar o manejo da paisagem agrícola do sistema como todo. A grande maioria dos trabalhos sobre controle químico do percevejo barriga-verde em milho relata apenas aplicação via tratamento de sementes ou pulverização foliar (ÁVILA & PANIZZI, 1995; ÁVILA & DUARTE, 2012; BRUSTOLIN et al., 2012) não havendo informações a respeito do efeito de aplicações no período de dessecação da soja, sendo realizado o controle tardio desse percevejo na soja e associado ao uso de sementes de milho tratadas para manejo do percevejo barriga-verde. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar diferentes estratégias de manejo do percevejo barriga-verde na cultura da soja e os possíveis impactos na cultura do milho com e sem tratamento de sementes.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em duas safras consecutivas, 2016/17 e 2017/18, na fazenda experimental da Embrapa Soja localizada em Londrina, PR (S 23° 11' 11.7"; WO 51° 10' 46.1") em plantios de soja no verão, cultivar - BRS 388 RR (convencional) (grupo de maturação 6.4 e crescimento indeterminado), com espaçamento de 0,50 m entre linhas e 15 plantas por metro e, milho segunda safra "inverno" (híbrido - Biomax mix[®] – BM810) (convencional), com espaçamento de 0,70 m entre linhas e 5 plantas por metro.

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com três tratamentos na soja da safra 2016/17 e quatro tratamentos na safra 2017/18, sendo em ambas as

safras com quatro repetições de 28 m². Posteriormente no milho, cada repetição foi subdividida em duas áreas (com e sem tratamento de sementes). Os tratamentos na soja da safra 2016/17 foram: 1) MIP-soja: aplicação de tiametoxam 42,3 g i.a. + lambda-cialotrina 31,8 g. i.a. ha⁻¹ (Engeo Pleno[®] 300 ml p.c.ha) quando o nível populacional de percevejos atingir o nível de ação de 2 percevejos.m⁻¹ entre R3 até o final de R6; 2) Controle de percevejo tardio na soja: aplicação de Engeo Pleno[®] 300 ml p.c.ha⁻¹ quando o nível populacional de percevejos atingir o nível de ação de 2 percevejos.m⁻¹ entre R3 até a colheita; 3) MIP-soja com dessecação em R7 + inseticida, Engeo Pleno[®] 300 ml p.c.ha⁻¹ sempre que o nível populacional de pragas atingir o nível de ação de 2 percevejos.m⁻¹ entre os estágios R3 até o final de R6, dessecação no início do estágio R7, herbicida paraquat (Gramaxone[®] 200 ml p.c.ha⁻¹) mais o inseticida acefato 750 g i.a. ha⁻¹ (Acefato Nortox[®] 300 ml p.c.ha⁻¹). Para a aplicação dos inseticidas e herbicidas, empregou-se o pulverizador jacto Advance 2000 AM18 Vortex (Jacto, Pompéia – SP, Brasil), utilizando a ponta jacto de pulverização AXI - 120 – 03 (TWIN).

Na safra 2017/18 esses tratamentos foram alterados: 1) MIP-Soja: igual safra 2016/17; 2) Controle de percevejo tardio na soja: igual safra 2016/17; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida: Aplicação de tiametoxam 42,3 + lambda-cialotrina 31,8 g. i.a. ha⁻¹ (Engeo Pleno[®] 300 ml p.c.ha⁻¹) quando nível de ação de 2 percevejos.m⁻¹ entre os estágios fenológicos de R3 até o final de R6 for atingido e dessecação no início do estágio R7 com diquate 300 g. i.a. ha⁻¹ (Reglone[®] 200 ml p.c.ha⁻¹) e zeta-cipermetrina 350 g i.a. ha⁻¹ (Mustang[®] 350 ml p.c.ha⁻¹); 4) MIP-soja com dessecação em R7: aplicação de tiametoxam 42,3 + lambda-cialotrina 31,8 g. i.a. ha⁻¹ (Engeo Pleno[®] 300 ml p.c.ha⁻¹) quando nível populacional atingir 2 percevejos.m⁻¹ entre R3 até o final de R6 e dessecação em R7 com diquate 300 g. i.a. ha⁻¹ (Reglone[®] 200 ml p.c.ha⁻¹).

As amostragens foram realizadas durante todo o período de desenvolvimento da cultura, de V1 até final do estágio R7 (FEHR et al., 1971), semanalmente em quatro pontos/parcela utilizando o pano-de-batida (1,0 m de comprimento x 1,2 m de largura) posicionado horizontalmente no solo, paralelo às linhas de soja (BUENO et al., 2015b). Na maturação da soja R8 (FEHR et al., 1971), as plantas foram colhidas duas linhas de três metros de comprimento por 0,45 metro entre linhas. Posteriormente, as amostras colhidas permaneceram em casa-de-vegetação para secagem e então foram debulhadas individualmente e avaliadas. A

massa e o teor de umidade de cada amostra foram registrados e corrigidos para 13% de umidade utilizando o medidor de umidade G800 (Gehaka Agri, São Paulo-SP, Brazil). Para avaliar os danos causados pelos percevejos nos grãos, foi realizado o teste de tetrazólio, de acordo com a metodologia de França-Neto, Krzyzanowski e Costa (1998), onde a escala de 6-8 expressa a porcentagem de grãos com embriões inviabilizados devido ao ataque de percevejos. Adicionalmente, a qualidade dos grãos foi verificada em uma amostra de 50 g a partir de uma escala visual que determina a massa de grãos bons (sem dano aparente de percevejo), médios (com algum dano) e ruins (totalmente danificados, enrugados e chochos) (CORRÊA-FERREIRA, 2005). Ainda, amostras de grãos de soja provenientes do tratamento MIP-soja com dessecação em R7 + inseticida, foram enviadas para o laboratório NSF Bioensaios - Análises e Consultoria Ambiental Ltda. em Viamão/RS para análise de resíduos.

O plantio do milho foi realizado posteriormente a colheita da soja subdividindo cada repetição em parcelas de 14 m² com tratamento de sementes (C/TS) e sem tratamento de sementes (S/TS). Para as sementes tratadas foi utilizado imidaclopride 150 + tiodicarbe 450 g. i.a ha⁻¹ (Cropstar® 350 ml p.c. ha⁻¹). As avaliações do número de percevejos nas plantas (10 plantas/linha) para cada repetição foram feitas semanalmente até o estágio fenológico V8/9. Lagartas foram controladas com duas aplicações de clorraniliprole 200 g. i. a. ha⁻¹ (Premio® 125 ml p.c. ha⁻¹) em ambas safras.

Na colheita, das safras 2016/17 e 2017/18 para estimar a produtividade e determinar o número de sementes por espigas, foram colhidas 2 linhas de 5 metros dentro de cada parcela, priorizando o centro das parcelas. As umidades dos grãos foram medidas utilizando o medidor de umidade G800 (Gehaka Agri, São Paulo-SP, Brazil) e os valores corrigidos para 13% de umidade.

Para avaliar o potencial do dano em reduzir a produtividade, foram demarcadas quatro linhas de 5 m por repetição (manteve-se a ordem das plantas fixas de cada nota em todas as avaliações). A marcação das plantas foi realizada no estágio fenológico Ve e as avaliações foram realizadas semanalmente até o estágio fenológico V9 (RITCHIE; HANWAY; BENSON 1993). As avaliações foram realizadas fornecendo notas (escala 0 – 4) as plantas com diferentes danos em cada repetição levando em consideração a escala: Nota 0 - planta isenta de dano; nota 1 – planta com poucas pontuações e sem redução de porte; nota 2 – plantas com muitas

pontuações e sem redução de porte; nota 3 - Planta com cartucho parcialmente danificado, algum perfilhamento e moderada redução no porte; nota 4 - planta com forte redução de porte (altura), perfilhada e/ou com cartucho encharutado (BIANCO, 2005). No início da maturação da cultura, foram colhidas individualmente as plantas nas quatro repetições para avaliação da produtividade em relação a nota de dano. Para cada repetição foi calculado a média de produtividade para cada nota de dano considerando uma população 60.000 plantas por hectare e corrigindo-se a umidade a 13%.

3.3.1 Análise de dados

Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise exploratória para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO & WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA (BURR & FOSTER, 1972). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa de análises estatísticas SAS (SAS INSTITUTE, 2009).

3.4 RESULTADOS

Na safra 2016/17 a aplicação de tiametoxam 42,3 + lambda-cialotrina 31,8 g. i.a. ha⁻¹ em R7 reduziu a população de *D. melacanthus* entre R7 e final do ciclo da soja (R8) no tratamento controle de percevejo tardio na soja. Em contrapartida, o tratamento MIP-soja que não recebeu aplicação de inseticida após o final de R6 apresentou aumento na população de percevejos próximo a colheita (R8) (**Figura 1A**). Na safra 2017/18 a partir de R7 até a colheita da soja em R8 não foram observadas diferenças no nível populacional de *D. melacanthus* em relação as diferentes formas de manejo que foram realizadas na soja (**Figura 1B**).

Os resultados de produtividade (kg/ha) e qualidade dos grãos de soja na safra 2016/17 foram perdidos devido a problemas na colheita (**Tabela 1**). Porém, para a safra 2017/18 foi verificada maior produtividade (kg/ha) nas áreas onde foi realizado o tratamento MIP-soja (4994,5 kg/ha) e controle de percevejo tardio na soja (4963,8 kg/ha) (**Tabela 2**). Foram verificados resíduos por agrotóxicos nos grãos de soja, tanto na safra 2016/17, para o tratamento MIP-soja com dessecação em R7 + acefato 750 g i.a. ha⁻¹, quanto na safra 2017/18, para o tratamento MIP-soja com dessecação em R7 + zeta-cipermetrina 350 g i.a. ha⁻¹ e para o tratamento MIP-

soja com dessecação em R7 com o herbicida diquate 300 g. i.a. ha⁻¹ (0,03 mg/kg, 0,02 mg/kg, 0,02 mg/kg respectivamente) (**Tabelas 1 e 2**).

O teste de tetrazólio não indicou diferença na percentagem de embriões mortos pela ação de *D. melacanthus* nos tratamentos com as diferentes estratégias de manejo na soja em ambas as safras 2016/17 e 2017/18 (**Tabelas 1 e 2**). Na classificação visual dos danos em grãos houve diferença entre as estratégias de manejo adotada. As áreas com MIP-soja e controle de percevejo tardio na soja apresentaram qualidade melhor dos grãos em comparação com as áreas com MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida e MIP-soja com dessecação em R7 (**Tabela 2**).

O levantamento de *D. melacanthus* no milho na safra 2016/17, no estágio fenológico V5 na área onde se utilizou na soja o MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida, ocorreu maior número de percevejos/10 plantas em relação as demais áreas onde foram realizados outros tipos de manejo na soja (**Figura 2 A**). Com relação as áreas de milho com ou sem tratamento de sementes não houve diferença no número de percevejos/10 plantas (**Figura 2 B**).

O levantamento de *D. melacanthus* no milho na safra 2017/18, no estágio fenológico V5 na área onde utilizou-se na soja o MIP-soja + dessecação em R7 sem adição de inseticida, ocorreu maior número de percevejos/10 plantas em relação as demais áreas onde foram realizados outros tipos de manejo. No estágio fenológico V8 o número de percevejos/10 plantas de milho foi maior na área onde havia sido realizado o controle de percevejo tardio na soja (**Figura 2 C**). Para essa mesma avaliação do número de percevejos/10 plantas, houve maior número de percevejos nas áreas com tratamento de sementes em comparação às áreas de milho sem tratamento de sementes (**Figura 2 D**).

Quando avaliada a produtividade do milho considerando a nota de dano na safra 2016/17, a produtividade não diferiu entre plantas com nota 0, 1 e 2. Houve redução significativa da produtividade apenas nas plantas com notas 3 e 4 (**Figura 3 A**). Na safra 2017/18, a produtividade não diferiu entre plantas com nota 0 e 1, ao contrário das plantas que receberam nota 2, 3 e 4 (**Figura 3 B**). A produção do milho apresentou diferença em relação aos diferentes tipos de manejo que foram realizados na área de soja antecessora ao plantio de milho, sendo que a menor produção foi para área onde foi realizado o manejo MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida tanto com tratamento de sementes (C/TS) como sem tratamento de

sementes (S/TS) (**Tabela 3**). A produtividade foi maior onde foi realizado o plantio de milho com tratamento de sementes (C/TS), para áreas onde anteriormente havia sido empregado MIP-soja e controle de percevejo tardio na soja. Adicionalmente, o número de sementes por espigas foi maior para área com tratamento de sementes (**Tabela 3**).

A produtividade do milho na safra seguinte 2017/18 e o número de sementes por espiga não apresentaram diferença entre as diferentes formas de manejo realizado na área de soja antecessora ao plantio de milho (**Tabela 4**). Em contrapartida, as áreas em que não foi realizado o tratamento de sementes (S/TS) a produtividade foi maior em relação as áreas com tratamento de sementes (C/TS). O mesmo foi verificado para o número de sementes por espiga sem tratamento de sementes (S/TS) e com tratamento de sementes (C/TS) (**Tabela 4**).

3.5 DISCUSSÃO

Atualmente um dos principais desafios do manejo integrado de pragas (MIP) é o controle do complexo de percevejos que ataca as vagens, causando danos nos grãos de soja na safra de verão e depois dispersam para a cultura do milho segunda safra (inverno), sugando as plântulas de milho recém-emergidas (BUENO et al., 2015; SMANIOTTO & PANIZZI, 2015).

Teoricamente, o manejo do percevejo barriga-verde realizado no final do ciclo da soja poderia influenciar a intensidade do ataque do inseto em milho em sucessão, visto que, sua população tem crescimento na fase final do desenvolvimento da cultura soja (SILVA et al., 2013; SMANIOTTO & PANIZZI, 2015). Porém, mesmo com aplicações tardias de inseticidas com adição de dessecação na colheita da soja para aumentar o intervalo entre os cultivos, ocorreu infestação do percevejo barriga-verde no milho. Além disso, o uso de inseticidas na dessecação da colheita acarretou problemas de resíduo do inseticida utilizado nos grãos. Para conciliar a proteção residual dos grãos com sua utilização subsequente órgãos nacionais e internacionais têm estabelecido limites de tolerância destes resíduos por meio de parâmetros toxicológicos como intervalo de segurança (IS), limite máximo de resíduo (LMR), os quais quando atendidos podem anular os riscos oferecidos pelos resíduos de inseticidas à saúde dos consumidores (ANVISA, 2019). O limite máximo de resíduo (LMR) permitido pela ANVISA para a cultura da soja com

a utilização de acefato é de 0,02 mg/kg, para zeta-cipermetrina 0,05 mg/kg e diquate 0,02 mg/kg. Na pesquisa realizada na área dessecada em R7 + mistura com acefato 750 g i.a. ha⁻¹ (2016/17) e com diquate 300 g. i.a. ha⁻¹ (2017/18) os resíduos de agrotóxicos nos grãos foram de 0,03 mg/kg e 0,02 mg/k, respectivamente, ou seja, superior ou no limite máximo de resíduo (LMR). Nesse caso, há necessidade de um intervalo de segurança (IS) de 21 dias com utilização do acefato e 7 dias com diquate para comercialização dos grãos (ANVISA, 2019).

A dificuldade de controle de *D. melacanthus* via aplicação foliar na cultura da soja e também no milho pode estar associado ao seu comportamento, com maior atividade nas horas mais amenas do dia, ficando normalmente, escondidos na palhada e em plantas daninhas nos horários mais quentes (ALBUQUERQUE et al., 2006). Uma alternativa recomendada para o manejo de percevejos em milho seria a utilização de tratamento de sementes com inseticidas. Entretanto, nesse estudo as áreas onde foram utilizadas sementes de milho com tratamento de sementes imidaclopride 150 + tiodicarbe 450 g. i.a ha⁻¹ não reduziu a intensidade de ataque de *D. melacanthus* no milho, considerando que as notas de injúria foram altas ultrapassando a nota 2, em uma escala de 0-4 ao longo do período de avaliação, o que indica alta intensidade de ataque de percevejos em ambas as safras. Nesse contexto, os níveis populacionais de percevejos observados nas duas safras, sugerem que o tratamento com inseticidas foi desnecessário.

Adicionalmente, nas avaliações realizadas no milho em ambas as safras, verificou-se que as notas de injúria foram diminuindo com o passar das semanas, indicando que a planta de milho é capaz de recuperar o ataque de percevejos. Ou seja, a presença de injúria nas plantas não significa, necessariamente, que ocorrerá perdas de produtividade da cultura (CHIESA et al., 2016). Tal informação, corrobora o observado por Roza-Gomes et al. (2011), que não constataram redução de produtividade de milho associado a notas de injúria até 2,03, quando comparado com a testemunha sem injúria, em avaliação realizada no estágio V6 do milho.

De maneira geral, na sucessão de cultivo soja verão e milho segunda safra, o percevejo *D. melacanthus* ocorreu em maior densidade populacional no final do ciclo da soja e, principalmente, no início do ciclo do milho. A estratégia de manejo MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida para controle de percevejos não proporcionou controle efetivo, além de menor produtividade da soja associada ao acúmulo de resíduos de produtos nos grãos. Dessa forma, o manejo utilizando o

MIP-soja e o controle de percevejo tardio na soja pode promover o manejo de *D. melacanthus*, reduzindo a população desse percevejo na cultura seguinte (milho). Adicionalmente, a utilização de sementes tratadas para controle de *D. melacanthus* em milho não pode ser vista como uma estratégia de manejo, visto que não reduziu a densidade populacional e a injúria causada pelo percevejo às plantas, não apresentando ganho em produção, além de elevar os custos de produção.

3.6 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. A.; BORGES, L. M.; IACOMO, T. O.; CRUBELATI, N. C. S.; SINSGER, A. C. Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, p. 15-25, 2006.

ANVISA. Disponível em: <<https://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

ÁVILA, C. J.; PANIZZI, A. R. Occurrence and damage by *Dichelops* (Neodichelops) *melachantus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on corn. **Anais da Sociedade Entomologica**, v. 24, p.193-194, 1995.

ÁVILA, C. J.; DUARTE, M. M. Eficiência de inseticidas, aplicados nas sementes e em pulverização, no controle do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), na cultura do milho. **BioAssay**, v.7, p.1-6, 2012.

BIANCO, R. O percevejo barriga verde no milho e no trigo em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v. 15, p. 46-51, 2005.

BUENO, A. F., CORRÊA-FERREIRA, B. S., ROGGIA, S., BIANCO, R. Silenciosos e daninhos. **Revista Cultivar**, v. 196, p. 25–27, 2015a.

BUENO, A. F.; BORTOLOTTI, O. C.; POMARI-FERNANDES, A.; FRANÇA-NETO, J. B. Assessment of a more conservative stink bug economic threshold for managing stink bugs in Brazilian soybean production. **Crop Protection**, v. 71, p. 132-137, 2015b.

BURR, I.W., FOSTER, L.A. (1972). A test for equality of variances. Mimeo series n° 282. West Lafayette, Purdue University, 26p.

BUENO, A. F., PANIZZI, A. R., CORRÊA-FERREIRA, B. S., HOFFMANN-CAMPO, C. B., SOSA-GOMEZ, D. R., GAZZONI, D. L., HIROSE, E., MOSCARDI, F., CORSO, I. C., OLIVEIRA, L.J., ROGGIA, S. (2012). Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: Clara Beatriz Hoffmann-Campo; Beatriz Spalding Corrêa-Ferreira; Flávio Moscardi. (Ed.). SOJA: **Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. 1ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 37-74.

BRUSTOLIN, C.; BIANCO, R.; NEVES, P. M. O. J. Inseticidas em pré e pós-emergência do milho (*Zea mays* L.), associados ao tratamento de sementes, sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, v. 10, p. 215-223, 2012.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p.1067-1072, 2005.

CHIESA, A. C. M.; DOS SANTOS SISMEIRO, M. N.; PASINI, A.; ROGGIA, S. 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.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) populations and damage and its chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v.33, p.487-492, 2004.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, p. 929-931, 1971.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1998. 72 p. Documentos, 116.

PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. Body position of the stink bug *Dichelops melacanthus* (Dallas) during feeding from stems of maize seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 304-310, 2019.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

ROZA-GOMES, M. F.; SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. DA S.; PANIZZI, A. R. Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1115-1119, 2011.

SAS Institute (2009). SAS User's Guide: **Statistics, Version 8e**. SAS Institute, Cary, NC.

SILVA, J. J.; VENTURA, M. U.; SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on host plants. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 141-145, 2013.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, p. 591–611, 1965.

SLANSKY, J. R.; PANIZZI, A. R. Nutritional ecology of seed sucking insects. In: SLANSKY, J. R.; RODRIGUES, J. G. **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates**. New York: Wiley, 1987.

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

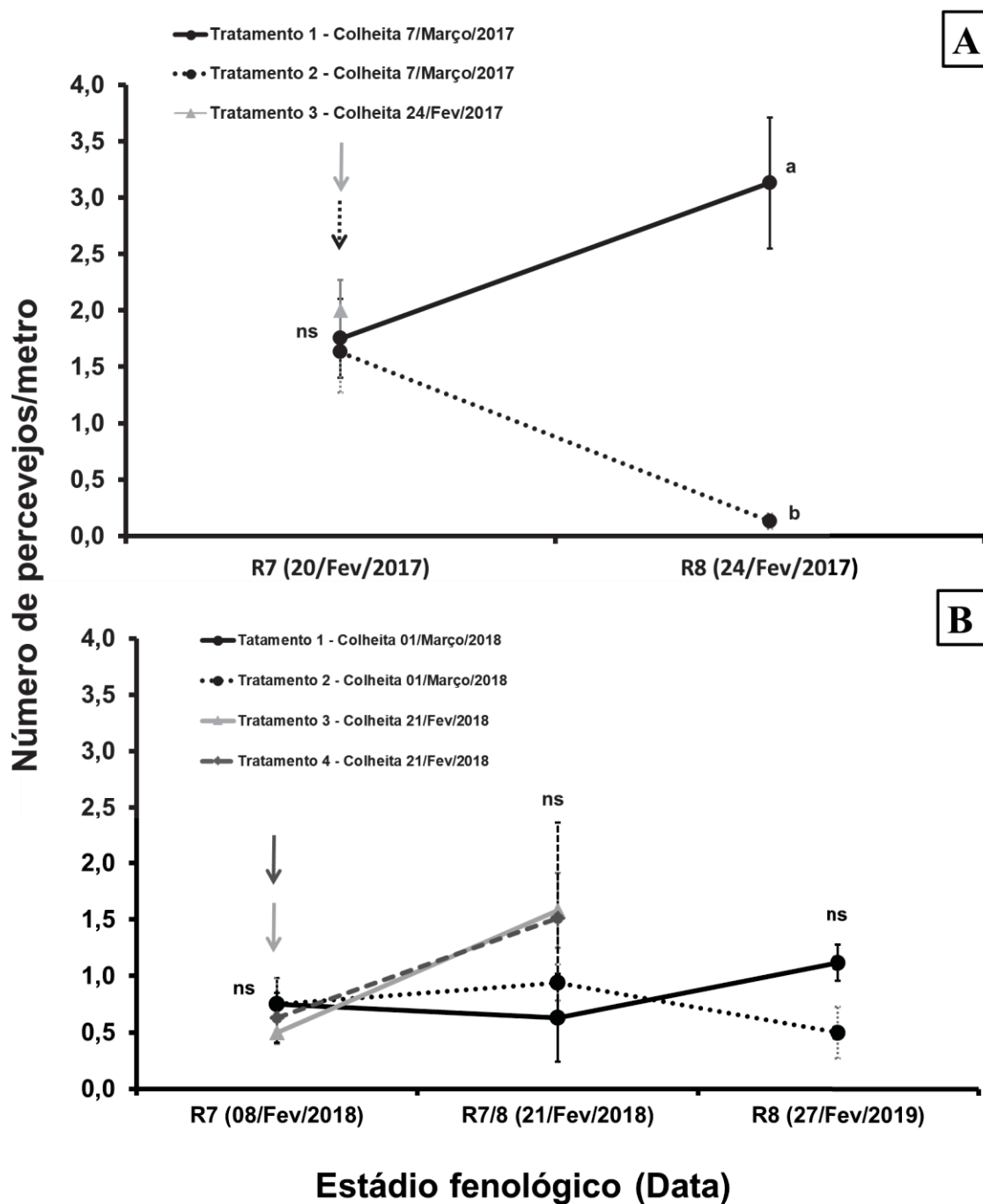


Figura 1. Flutuação populacional de *Euschistus heros* e *Dichelops melacanthus* após o controle tardio desses percevejos na cultura da soja em duas safras (A) safra 2016/17 e (B) safra 2017/18 em Londrina-PR. Manejo da soja (tratamentos): 1) MIP-soja; 2) Controle de percevejo tardio na soja; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida; 4) MIP-soja com dessecação em R7.

Setas – Aplicação de inseticidas e dessecação.

Análise realizada nos dados transformados em \sqrt{x} . (A) e $\sqrt{x + 0.5}$ (B).

Tabela 1 – Análise de resíduo e teste de tetrazólio da soja após adoção de diferentes estratégias de manejo de percevejos na safra 2016/17.

Parâmetros avaliados	Manejo na soja (Safra - 2016/17) ¹			Estatística
	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	
Resíduo de Acefato (mg/kg)	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 b	0,033 ± 0,003 a	$p < 0,0001$; F=169,0
Tetrazólio (escala 6-8) ²	5,0 ± 1,4 a	2,3 ± 0,3 a	3,0 ± 0,6 a	$p = 0,1604$; F=2,52

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade). ¹Manejo da soja (tratamentos): 1) MIP-soja; 2) Controle de percevejo tardio na soja; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida.

²Análise realizada nos dados transformados em \sqrt{x} .

Tabela 2. Produtividade, análise de resíduo e teste de tetrazólio da soja após adoção de diferentes estratégias de manejo de percevejos na safra 2017/17.

Parâmetros avaliados	Manejo da soja (Safrá - 2017/18) ¹				Estatística
	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4	
Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	4994,5 ± 132,1 a	4963,8 ± 111,4 a	3957,3 ± 73,4 b	4111,8 ± 79,1 b	p=0,0001; F=23,70
Resíduo Zeta-Cipermetrina (mg/kg)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,00 ± 0,00	-
Diquat (mg/kg)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	-
Tetrazólio ² (escala 6-8)	2,3 ± 0,9 a	0,8 ± 0,5 a	1,8 ± 0,6 a	2,5 ± 0,6 a	p=0,3867; F=1,13
Boas (g)	40,9 ± 0,7 a	40,8 ± 1,2 a	35,1 ± 1,0 b	33,6 ± 1,0 b	p=0,0033; F=2,52
Médias (g)	8,6 ± 0,7 c	8,8 ± 1,2 bc	13,9 ± 1,0 ab	15,4 ± 0,9 a	p=0,0033; F=2,52
Ruins (g)	0,47 ± 0,1 b	0,43 ± 0,9 b	1,00 ± 0,9 a	1,04 ± 0,1 a	p=0,0009; F=16,09

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade). ¹Manejo da soja (tratamentos): 1) MIP-soja; 2) Controle de percevejo tardio na soja; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida; 4) MIP-soja + dessecação em R7.

²Análise realizada nos dados transformados em $\sqrt{X + 1}$.

- Análise estatística não realizada devido ao valor constante nas quatro repetições.

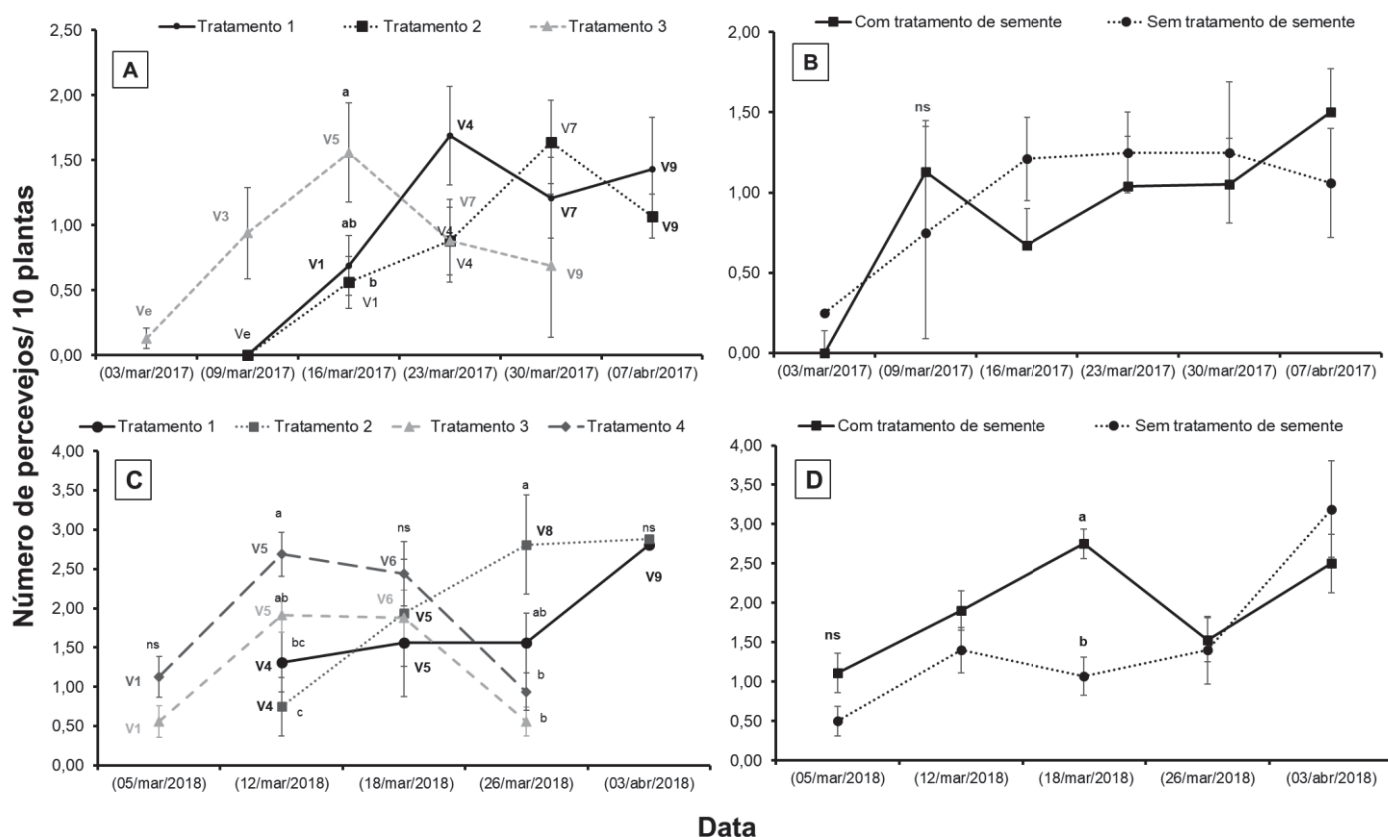


Figura 2. Avaliações realizadas em áreas de milho (com e sem tratamento de sementes) para verificar o número de percevejos em 10 plantas/linha. Figuras (A e B) safra 2016/17 e (C e D) safra 2017/18. Manejo da soja (tratamentos): 1) MIP-soja; 2) Controle de percevejo tardio na soja; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida; 4) MIP-soja + dessecação em R7. Médias seguidas pela mesma letra em cada data de avaliação não diferem entre si pelo teste Tukey (5% de probabilidade).

^{ns}Anova não significativa.

Figuras (A e B) safra 2016/17 e (C e D) safra 2017/18.

Análise realizada nos dados transformados em $\sqrt{X + 0.5}$.

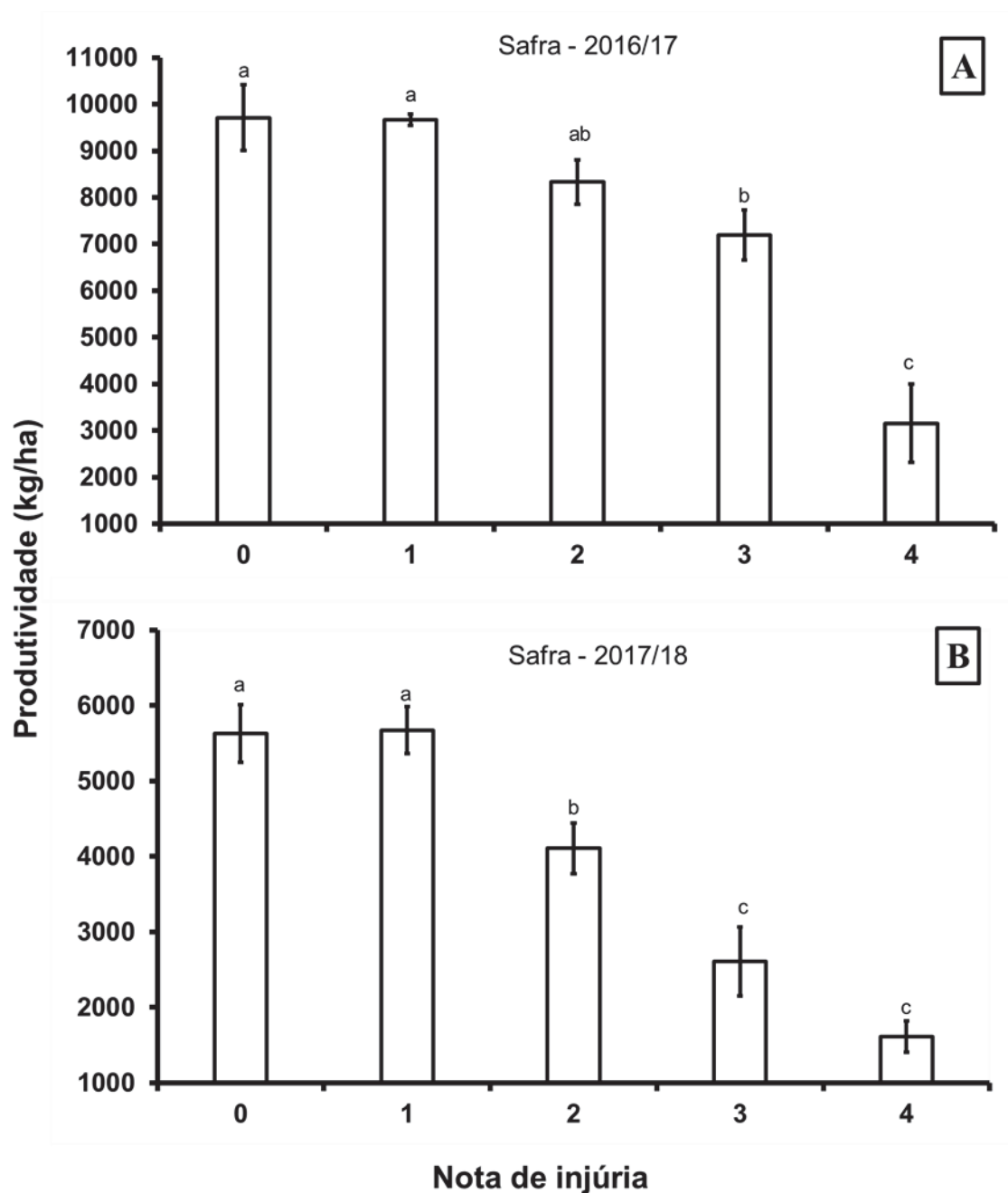


Figura 3. Produtividade do milho com diferentes notas de injúria (BIANCO, 2005) causadas por *Dichelops melacanthus* em duas safras (A) 2016/17 e (B) 2017/18. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Produção do milho segunda safra 2016/17 após diferentes manejos na soja antecedente.

Manejo da soja ²	Produtividade (kg/ha) ¹		Semente por espiga (n) ¹	
	C/TS ³	S/TS ³	C/TS ³	S/TS ³
Tratamento 1	7870,9 ± 218,8 aA	7002,5 ± 155,7 aB	473,2 ± 8,5 aA	427,1 ± 4,6 bB
Tratamento 2	7755,4 ± 172,6 aA	7212,8 ± 161,3 aB	472,9 ± 13,1 aA	434,4 ± 10,9 bB
Tratamento 3	3287,0 ± 106,9 bA	3343,0 ± 68,1 bA	497,4 ± 3,7 aA	495,5 ± 3,6 aA
CV (%)	3,97		3,78	
ρ_{manejo}	<0,0001		0,0001	
ρ_{TS}	0,0004		0,0011	
$\rho_{\text{manejo*TS}}$	0,0054		0,0524	
F_{manejo}	788,18		17,09	
F_{TS}	21,05		16,04	
$F_{\text{manejo*TS}}$	7,56		3,61	

¹Médias ± EP seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

²Manejo da soja (tratamentos): 1) MIP-soja; 2) Controle de percevejo tardio na soja; 3) MIP-soja + dessecação em R7 + inseticida.

³Com tratamento de sementes (C/TS) e sem tratamento de sementes (S/TS).

Tabela 4. Produção do milho segunda safra 2017/18 após diferentes manejos na soja antecessora. Tratamento de sementes (TS) do milho.

Parâmetros		Produtividade (kg/ha) ¹	Sementes por espigas (n) ¹
Manejo da soja ²	Tratamento 1	4045,8 ± 254,1 a	359,6 ± 28,7 a
	Tratamento 2	3932,5 ± 287,9 a	358,3 ± 15,9 a
	Tratamento 3	4719,0 ± 196,2 a	368,9 ± 9,2 a
	Tratamento 4	4516,0 ± 199,2 a	359,9 ± 12,6 a
Tratamento de sementes ³	S/TS	4537,2 ± 157,6 A	383,6 ± 8,9 A
	C/TS	4069,4 ± 185,9 B	339,9 ± 12,9 B
Estatística	CV (%)	13,9	13,3
	ρ_{manejo}	0,0458	0,9685
	ρ_{TS}	0,0376	0,0174
	$\rho_{\text{manejo*TS}}$	0,104	0,7847
	F_{manejo}	3,16	0,08
	F_{TS}	4,92	6,66
	$F_{\text{manejo*TS}}$	2,33	0,36

¹Médias ± EP seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

²Manejo da soja (Tratamentos): 1) Mip-Soja; 2) Controle de Percevejo Tardio na Soja; 3) Mip-Soja com Dessecação em R7 com adição de inseticida; 4) MIP-Soja com Dessecação em R7 sem adição de inseticida.

³Com tratamento de sementes (C/TS) e sem tratamento de sementes (S/TS).

CAPÍTULO 4: PREFERÊNCIA HOSPEDEIRA DE *Telenomus podisi* ASHMEAD 1893 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE): PARASITISMO EM OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851), *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1974) E *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

4.1. RESUMO

O controle biológico requer conhecimento detalhado das preferências do parasitoide liberado, pois a presença de hospedeiros alternativos pode afetar o controle da praga alvo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a preferência do parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead 1893 por ovos de três espécies de percevejos: *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851), *Euschistus heros* (Fabricius, 1974), e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Comparou-se a preferência entre as três espécies, e entre *E. heros* e *D. melacanthus*. Avaliou-se também o efeito do tamanho dos ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* nos parâmetros biológicos e morfológicos de *Te. podisi* criados em ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*. No geral, *Te. podisi* preferiu parasitar ovos de *D. melacanthus* do que ovos de *E. heros* e *P. nigrispinus*. O mesmo foi observado para o tamanho do ovo, sendo que os ovos de *D. melacanthus* foram maiores em relação aos demais hospedeiros. Adicionalmente, a duração de ovo-adulto (dias) foi cerca de um dia a menos para *Te. podisi* que emergiu de ovos de *P. nigrispinus* e *D. melacanthus* em comparação com *Te. podisi* emergido de ovos de *E. heros*, além disso, os parasitoides tiveram tamanho de corpo maior quando criados em ovos de *D. melacanthus* do que em ovos das outras duas espécies de percevejos.

Palavras-chave: Controle biológico, inimigo natural, teste de preferência.

HOST PREFERENCES OF *Telenomus podisi* ASHMEAD 1893 (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE): PARASITISM ON EGGS OF *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851), *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1974) AND *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

ABSTRACT

Biological control requires detailed knowledge of the released parasitoid preferences, as the presence of alternative hosts may affect target pest control. The objective of this work was to evaluate the preference of the egg parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead 1893 for eggs of three stink bug species: *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851), *Euschistus heros* (Fabricius, 1974), and *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Preference was compared between the three species, and between *E. heros* and *D. melacanthus*. The effect of *E. heros*, *D. melacanthus* and *P. nigrispinus* egg size on the biological and morphological parameters of *Te. podisi* reared in *E. heros*, *D. melacanthus* and *P. nigrispinus* eggs was also evaluated. In general, *Te. podisi* preferred to parasitize *D. melacanthus* eggs than *E. heros* and *P. nigrispinus* eggs. The same was observed for egg size, and *D. melacanthus* eggs were larger than the other hosts. In addition, the egg-adult duration (days) was about one day shorter for *Te. podisi* emerging from *P. nigrispinus* and *D. melacanthus* eggs compared to *Te. podisi* emerging from *E. heros* eggs, parasitoids had larger body size when reared in *D. melacanthus* eggs than in eggs of the other two stink bug species.

Keywords: Biological control; natural enemy; preference test.

4.2. INTRODUÇÃO

Os sugadores de sementes são um dos mais importantes grupos de insetos que atacam a soja na América do Sul. Estes se alimentam diretamente das vagens, afetando seriamente a produtividade das culturas, diminuindo substancialmente a qualidade fisiológica e sanitária das sementes (PANIZZI & SLANKY, 1985; CORRÊA-FERREIRA & AZEVEDO, 2002). Neste grupo, o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) é a espécie mais importante e abundante (PANIZZI & CORRÊA-FERREIRA, 1997). Mais recentemente, o percevejo barriga-verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) aumentou sua importância nos campos de soja no final da safra (verão), afetando seriamente as plantas de milho e trigo durante a segunda safra (outono / inverno), semeadas imediatamente após a colheita de soja (BUENO et al., 2015). A segunda safra é frequentemente semeada com milho. *Dichelops melacanthus* se alimenta das plântulas de milho, matando ou interrompendo o desenvolvimento das plantas jovens (CHOCOROSQUI & PANIZZI, 2004; BUENO et al., 2015).

Mais comumente, as pragas são controladas pela aplicação de inseticidas (VAN LENTEREN & BUENO, 2003), que são usados frequentemente em excesso (BUENO et al., 2011). Embora o controle químico seja uma ferramenta importante na agricultura, seu uso abusivo pode ter consequências indesejáveis, como a rápida seleção de pragas resistentes ou a eliminação de parasitoides e predadores. Tais consequências causam desequilíbrio biológico no agrossistema e consequentemente o aumento de outras espécies de pragas que estariam sob controle (pragas secundárias) (FERNANDES et al., 2010; SOSA-GÓMEZ et al., 2001; SOSA-GÓMEZ & SILVA, 2010). Além disso, o uso de inseticidas é apenas uma solução temporária para o problema (DESNEUX et al., 2007; STARK & BANKS, 2003).

Portanto, o uso do controle biológico como manejo de pragas mais sustentável está se tornando mais importante (van LENTEREN et al., 2017). O controle biológico aumentativo (CBA) é uma das estratégias que tem grande potencial para o manejo de pragas e é aplicada hoje em mais de 30 milhões de hectares em todo o mundo (van LENTEREN et al., 2017). Dentre os inimigos naturais utilizados no CBA, o parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead 1893

(Hymenoptera: Platygasteridae) tem sido eficiente por parasitar ovos de *E. heros* (PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 2000; van LENTEREN et al., 2017).

Telenomus podisi pode ser criado em laboratório em ovos de *E. heros* para liberação em campos de soja (PERES & CORRÊA-FERREIRA, 2004). Essa espécie é um parasitoide de ovos de vários percevejos, incluindo espécies herbívoras e predadoras (KOPPEL et al., 2009). Pouco se sabe sobre como as espécies hospedeiras podem influenciar as decisões de oviposição de *Te. podisi*. Em situações de campo, é provável que indivíduos de *Te. podisi* em busca de alimento encontrem os ovos de uma espécie hospedeira antes dos ovos de outra devido a diferenças temporais ou espaciais nas atividades de oviposição dos hospedeiros.

Sabe-se que parasitoides de ovos avaliam a adequação do hospedeiro usando vários fatores, incluindo tamanho e forma do ovo, características do córion, sinais químicos internos e fatores da superfície do ovo (KLOMP & TEERINK, 1962; PAK & JONG DE, 1987; GODFRAY, 1994; PLUKE & LEIBEE, 2006; ZHOU, 2014). Essa avaliação fornece as informações necessárias para determinar a atividade de oviposição e a alocação de ovos em espécies-alvo e até aceitar espécies não-alvo (MANSFIELD & MILLS 2004). Ainda é incerto como a presença de outras espécies de percevejos pode afetar os níveis de parasitismo de *Te. podisi*.

Portanto, é de interesse teórico e prático compreender a preferência hospedeira do parasitoide. A diversidade de espécies de percevejos pode interferir no desempenho de um parasitoide na supressão de uma praga-alvo, devido à maior disponibilidade de ovos (SIQUEIRA et al., 2012). Portanto, este estudo teve como objetivo determinar a preferência do hospedeiro por *Te. podisi* ao oferecer os ovos de três diferentes espécies de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae). Estes incluíram duas espécies-alvo, os percevejos fitófagos *D. melacanthus* e *E. heros*, e uma espécie não-alvo, o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851), a fim de fornecer informações essenciais que ajudam a entender o desempenho do parasitoide em liberação em campo.

4.3. MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1. Colônias de parasitoides e hospedeiros

Ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* e fêmeas de *T. podisi* utilizadas foram provenientes de colônias mantidas na Embrapa Soja, Londrina, Paraná, em câmaras BODs (ELETROLab®, modelo EL 212, São Paulo, SP, Brazil) a $80 \pm 10\%$ de umidade, temperatura de 25 ± 2 ° C e fotoperíodo de 14/10 h (C/E). *Euschistus heros*, *D. melacanthus* e *T. podisi* foram criados segundo Perez & Corrêa-Ferreira (2004) e Panizzi et al. (2000). *Podisus nigrispinus* foi criado de acordo com Denez et al. (2014).

Euschistus heros e *D. melacanthus* foram originalmente coletados de plantas de soja em Londrina, Paraná, Brasil. Esta população foi mantida no laboratório por aproximadamente dois anos, durante os quais novos insetos de campo foram introduzidos em cada ano para manter a variabilidade genética. *Podisus nigrispinus* também foi originalmente coletado em plantas de soja na Embrapa Soja em Londrina, Paraná, em 2016. Os insetos foram mantidos em gaiolas (20 cm x 20 cm de largura x 24 cm de altura) de plástica forradas com papel filtro. Uma placa de Petri com um chumaço de algodão embebido em água destilada (9 cm de diâmetro) foi adicionada a cada gaiola. Gaiolas foram limpas, o alimento substituído e as massas de ovos coletadas três vezes por semana. Após cada coleta, as massas de ovos foram transferidas para caixas de acrílico (Gerbox®) (11 cm x 11 cm x 3,5 cm) forradas com papel filtro umedecido com água destilada. Após a eclosão, as ninfas de segundo instar foram transferidas para gaiolas idênticas às anteriormente descritas. Os insetos criados em laboratório foram então utilizados para os experimentos, bem como para a manutenção de colônias.

Telenomus podisi foi originalmente coletado em campos de soja em Londrina, Paraná, Brasil. A população foi mantida no laboratório por aproximadamente cinco anos. No laboratório, *Te. podisi* foi criado usando ovos de *E. heros* colados em cartelas de papel (2 cm x 8 cm) e introduzidos em tubos juntamente com ovos já parasitados. Pequenas gotas de mel foram colocadas dentro dos tubos para fornecer alimento aos adultos assim que emergissem. Os tubos foram fechados e os ovos foram parasitados por 24 horas. Adultos que emergiram desses ovos foram usados para os experimentos e manutenção de colônias.

4.3.2. Preferência do hospedeiro de *Te. podisi* entre ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* e entre ovos *E. heros* e *D. melacanthus*

O bioensaio com chance de escolha múltipla foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*) e 15 repetições, utilizando uma arena por repetição. As arenas foram adaptadas de Thuller et al. (2007), feitas de garrafas de polietileno (4 cm de altura e 2 cm de diâmetro) e seis microtubos de plástico (12 mm x 75 mm de altura) dispostos equidistantes na parte inferior da garrafa, e 1 microtubo (12 mm x 75 mm de altura) colocado no topo da arena (**Figura 1A**). Foram utilizados dois tubos, cada um contendo uma cartela de papel branco (1 cm x 6 cm) com aproximadamente 40 ovos de cada espécie de percevejo. As cartelas foram introduzidas nos microtubos, com os ovos de cada hospedeiro colocados em tubos opostos da arena (**Figura 1A**). Seis fêmeas de *Te. podisi* foram liberadas no topo de cada arena (**Figura 1A**). O parâmetro avaliado foi o número de ovos parasitados para cada hospedeiro.

Um segundo experimento de dupla chance de escolha (bioensaio 2) foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 2 tratamentos (ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*) e 15 repetições utilizando uma arena por repetição (**Figura 1B**). As arenas foram adaptadas de Thuller et al. (2007). O bioensaio 2 envolveu dois microtubos contendo cartelas de papel branco com aproximadamente 40 ovos de *E. heros* e dois tubos contendo aproximadamente 40 ovos de *D. melacanthus*. O experimento ocorreu em BODs (ELETROLab®, modelo EL 212, São Paulo, SP) regulada a $80 \pm 10\%$ de umidade, temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 14/10 h C/E). Os ovos foram expostos ao parasitismo por 24 horas após a liberação de quatro fêmeas do parasitoide em cada arena através do orifício superior da tampa.

4.3.3. Tamanho do ovo hospedeiro

Esse bioensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*) e 10 repetições (um único ovo por repetição). Os parâmetros avaliados foram largura e comprimento dos ovos. Para medir esses parâmetros, os ovos foram primeiramente fotografados usando um estereomicroscópio (Leica Application Suite - Versão 1.6.0) e posteriormente medidos usando o software Image J - Versão 1.47.

4.3.4. Biologia de *Te. podisi* em diferentes ovos hospedeiros

O bioensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*) e 15 repetições (cada repetição composta por uma fêmea individualizada). Fêmeas de *Te. podisi* acasaladas (recém emergidas: ≤ 48 h de idade) foram individualizadas em microtubos de plástico (12 mm x 75 mm de altura), e fechado com filme plástico de PVC. Gotas (cerca de 100 microlitros cada) de mel puro foram colocadas nas paredes dos microtubos para alimentação das fêmeas. Aproximadamente 50 ovos (≤ 24 h de idade) de cada hospedeiro de acordo com cada tratamento foram colados em cartelas de papel branco (1 cm x 6 cm). Cada cartela foi previamente identificada com os respectivos tratamentos. As cartelas com ovos foram expostas ao parasitismo por 24 horas. Em seguida, as cartelas foram retiradas dos microtubos e mantidos dentro da câmara climática até a emergência dos parasitoides. Os parâmetros avaliados foram: duração de ovo-adulto (dias), viabilidade de parasitismo (%) (porcentagem de ovos parasitados) e proporção sexual da progênie.

4.3.5. Caracteres morfológicos de *Te. podisi* criados em diferentes ovos hospedeiros

O bioensaio foi conduzido em esquema fatorial 3×2 , em delineamento inteiramente casualizado; três hospedeiros (ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*) x dois gêneros de parasitoides (fêmeas e machos). Quinze adultos de ambos os sexos foram medidos individualmente. Assim, 15 machos e 15 fêmeas foram medidos para cada hospedeiro, totalizando 90 adultos. Em cada repetição foram medidos o comprimento e largura da asa anterior direita, comprimento da tíbia posterior direita e comprimento do corpo (cabeça até o final abdome). Para medir os caracteres morfológicos, cada espécime foi fotografado usando um microscópio estereoscópico (Leica Application Suite, Versão 1.6.0). As imagens foram utilizadas para análise morfométrica com o software Image J (versão 1.47) (QUEIROZ et al., 2017).

4.3.6. Análise de dados

Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise exploratória para avaliar as hipóteses de normalidade dos resíduos (SHAPIRO & WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA (BURR & FOSTER, 1972). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a uma probabilidade de erro de 5%, utilizando o programa de análise estatística SAS (SAS INSTITUTE, 2009).

4.4 RESULTADOS

4.4.1. Preferência hospedeira de *Te. podisi* entre ovos de *E. heros*, *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* e entre ovos *E. heros* e *D. melacanthus*

No bioensaio de escolhas múltiplas, *Te. podisi* parasitou consistentemente mais *D. melacanthus* (30,8 ovos) e *P. nigrispinus* (23,7 ovos) ($p = 0,0008$; $F = 8,88$) do que *E. heros* (11,8 ovos) (**Tabela 1**). As porcentagens de ovos parasitados foram de 45,5%, 36,6% e 17,9% para *D. melacanthus*, *P. nigrispinus* e *E. heros*, respectivamente (**Tabela 1**). No experimento de escolha dupla, *Te. podisi* preferiu os ovos de *D. melacanthus* aos de *E. heros* ($p = 0,0011$; $F = 13,31$). As porcentagens de ovos parasitados de *E. heros* e *D. melacanthus* foram de 34,7% e 65,3%, respectivamente (**Tabela 1**).

4.4.2. Tamanho do ovo hospedeiro

O comprimento do ovo também diferiu entre os hospedeiros sendo os ovos de *D. melacanthus* maiores (**Tabela 2**). A largura dos ovos foi maior para *D. melacanthus* (0,82 mm) e *E. heros* (0,83 mm) em comparação com *P. nigrispinus* (0,76 mm) ($p = <0,0001$; $F = 19,81$). Da mesma forma, o comprimento do ovo foi maior para *D. melacanthus* (0,98 mm), seguido por *E. heros* (0,91 mm) e *P. nigrispinus* (0,86 mm) ($p = <0,0001$; $F = 57,39$) (**Tabela 2**).

4.4.3. Biologia de *Te. podisi* em diferentes ovos hospedeiros

A duração de ovo-adulto (dias) foi cerca de um dia a menos para *Te. podisi* que emergiu de ovos de *P. nigrispinus* e *D. melacanthus* em comparação com *Te. podisi* emergido de ovos de *E. heros* ($p = 0,0008$; $F = 8,56$) (**Tabela 2**). A viabilidade de parasitismo (% de parasitoides emergidos) diferiu entre os hospedeiros ($p = 0,0323$; $F = 3,74$) com a maior viabilidade observada para parasitoides emergidos de ovos *D. melacanthus* (99,22%) e *P. nigrispinus* (98,02%) (**Tabela 2**). A proporção sexual da progênie não diferiu entre os parasitoides emergidos dos hospedeiros estudados ($p = 0,1059$; $F = 2,38$; **Tabela 2**).

4.4.4. Caracteres morfológicos de *Te. podisi* criados em diferentes ovos hospedeiros

A análise fatorial não detectou interação significativa entre os hospedeiro e os gêneros do parasitoide quanto aos caracteres morfológicos: comprimento corporal ($p_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,4141$; $F_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,89$), comprimento da asa ($p_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,3283$; $F_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 1,13$), largura da asa ($p_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,9335$; $F_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,07$) e comprimento da tibia posterior direita ($p_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,3961$; $F_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,94$). No entanto, o comprimento do corpo diferiu entre os hospedeiros ($p_{\text{hospedeiros}} = 0,0340$; $F_{\text{hospedeiros}} = 3,52$) com o maior comprimento (1 mm) observado para *Te. podisi* que emergiu de *P. nigrispinus* (**Tabela 3**).

O comprimento da asa também diferiu entre os hospedeiros ($p_{\text{hospedeiros}} = <0,0001$; $F_{\text{hospedeiros}} = 17,07$). *Telenomus podisi* emergido de *P. nigrispinus* e *D. melacanthus* apresentou o maior comprimento de asa (0,93 mm) quando comparado ao parasitoide emergido de ovos de *E. heros* (0,87 mm). O comprimento da asa foi semelhante entre os gêneros dos parasitoides ($p_{\text{gênero}} = 0,0677$; $F_{\text{gênero}} = 3,43$) (**Tabela 3**).

Em relação à largura das asas de *Te. podisi*, houve diferenças entre os hospedeiros ($p_{\text{hospedeiros}} = 0,0192$; $F_{\text{hospedeiros}} = 4,15$) com os maiores valores observados para os parasitoides emergidos dos ovos de *P. nigrispinus* (0,31 mm) e *D. melacanthus* (0,30 mm). A largura da asa da fêmea (0,29 mm) foi menor que a do macho (0,31 mm) ($p_{\text{gênero}} = 0,0011$; $F_{\text{gênero}} = 11,37$; **Tabela 3**).

O comprimento da tíbia direita diferiu entre os hospedeiros ($p_{\text{hospedeiros}} = 0,0053$; $F_{\text{hospedeiros}} = 5,58$), com os maiores valores observados para os parasitoides emergidos dos ovos de *D. melacanthus* (0,30 mm) e *P. nigrispinus* (0,29 mm). Não foram observadas diferenças entre os gêneros ($p_{\text{gênero}} = 0,1681$; $F_{\text{gênero}} = 1,93$) para esse caracter (**Tabela 3**).

4.5 DISCUSSÃO

No geral, *Te. podisi* consistentemente preferiu para parasitar os ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*, em vez de ovos de *E. heros*, o que pode ser devido a um melhor valor nutricional. A teoria ótima de forrageamento prediz que os organismos devem encontrar avaliar e explorar recursos que contenham mais energia para maximizar seu potencial de vida (STEPHENS, 1986). Mesmo que o melhor valor nutricional esteja frequentemente relacionado ao tamanho do hospedeiro, isso pode não ser aplicado aos nossos resultados, uma vez que *Te. podisi* preferiu parasitar *P. nigrispinus* em relação aos ovos de *E. heros*, apesar de seu comprimento e largura menores

De acordo com esse estudo, as decisões dos adultos de *Te. podisi* parecem ser pouco influenciadas pelas espécies hospedeiras de onde vieram. Este resultado difere do relatado por Tognon et al. (2014). De acordo com esse autor, *Te. podisi* tem maior probabilidade de parasitar o hospedeiro em que se desenvolveu e o hospedeiro original pode exercer influência na escolha desse parasitoide. A preferência hospedeira do parasitoide também pode ser devida a substâncias químicas liberadas pelo hospedeiro (BORGES & ALDRICH, 1994), o que não foi estudado nesta pesquisa, mas pode ajudar a explicar a preferência de *Te. podisi* por diferentes ovos hospedeiros. Além disso, substâncias secretadas pelo hospedeiro para a adesão de seus ovos a um substrato podem ser importantes para decisões de oviposição do parasitoides (BIN et al., 1993), adicionando ainda mais complexidade a essa relação. No entanto, é importante considerar que *Te. podisi* é um parasitoide generalista que parasita os ovos de uma diversidade de espécies de percevejos agrícolas (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995) e, como generalista, esta espécie de parasitoide tende a usar sinais químicos de uma variedade de hospedeiros, enquanto os parasitoides especialistas ou foréticos utilizam substâncias químicas exclusivas de suas espécies-alvo (VET & DICKE,

1992; FATOUROS et al., 2008). Assim, a diferença observada em nossos resultados e aqueles relatados por Tognon et al. (2014) pode ser devido à comparação de diferentes hospedeiros feita em ambos os estudos. Embora tenhamos testado preferência de *Te. podisi* criados em *E. heros* entre hospedeiros que podem ser de qualidade superior, como *D. melacanthus* e *P. nigrispinus*, Tognon et al. (2014) compararam a preferência de *Te. podisi* entre *E. heros* e *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae), que pode ser um hospedeiro de pior qualidade nutricional quando comparado a *E. heros*. Esta hipótese poderia ajudar a explicar a diferença observada em ambos os artigos e deve ser mais estudada em pesquisas futuras.

No entanto, é importante considerar que *Te. podisi* tem uma gama de hospedeiros flexível. Segundo Jones et al. (2015), algumas espécies de parasitoides podem se adaptar a novas espécies hospedeiras, dependendo das condições ambientais. Assim, *Te. podisi* desenvolveu mecanismos para utilizar diferentes recursos do hospedeiro com consequências de aptidão relativamente menores (ZHOU et al., 2014), o que pode fornecer a essa espécie maior flexibilidade nas decisões de uso do hospedeiro. Isso é diferente de outras espécies de parasitoides. O tamanho do hospedeiro tem sido relatado como influenciador das decisões maternas dos parasitoides de diferentes espécies (PLUKE & LEIBEE, 2006). Por exemplo, Nurindah et al. (1999) descobriram que *Trichogramma australicum* (Jargees & Merritt 2002) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em ovos hospedeiros menores tentou perfurar ovos de hospedeiro menores na segunda geração. Eles sugeriram que esse comportamento se deve aos estímulos que as fêmeas de *Trichogramma* recém emergidas podem receber no momento da emergência, caminhando e antenando os ovos que acabaram de emergir o que não acontece com *Te. podisi*.

Também é importante ressaltar que a qualidade do hospedeiro pode variar não apenas com o tamanho do ovo, mas também com fatores como espécies hospedeiras e idade (VINSON & IWANTSCH, 1980). Embora os ovos de *P. nigrispinus* sejam menores que os ovos de *E. heros* em largura e comprimento, *Te. podisi* preferiu parasitar os ovos de *P. nigrispinus* aos ovos de *E. heros*. Pesquisas futuras devem estudar essa preferência do hospedeiro em mais detalhes. A preferência hospedeira é mais complexa relacionada à qualidade nutricional do hospedeiro escolhido para o parasitismo, bem como às características do

hospedeiro em que o parasitoide foi criado (MOLINA et al., 2005). O menor tamanho do ovo de *P. nigrispinus* não limitou a oviposição de *Te. podisi*, o que indica melhor qualidade nutricional, apesar de seu menor tamanho. Esta melhor qualidade nutricional de ovos *P. nigrispinus* e de *D. melacanthus* foi confirmada na biologia do parasitoide criado nos hospedeiros estudados, uma vez que o parasitoide se desenvolveu mais rapidamente em *P. nigrispinus* e *D. melacanthus* quando comparado aos ovos de *E. heros*. Esta duração estendida do período ovo-adulto observada para *Te. podisi* em ovos de *E. heros* pode ser devido a um período larva-adulto mais longo descrito como uma ação compensatória para larvas de insetos se recuperarem quando se alimentam de baixa qualidade do hospedeiro e ainda ser capaz de pupar, e atingir peso suficiente para se transformar em adultos (BEHMER, 2009).

A maior viabilidade do parasitismo de *Te. podisi* observada em parasitoides criados em ovos de *P. nigrispinus* e *D. melacanthus* também pode ser devido à melhor qualidade desses hospedeiros. Além disso, a melhor qualidade nutricional dos ovos de *D. melacanthus* e *P. nigrispinus* também é apoiada pelos maiores parasitoides que os hospedeiros suportaram em todos os caracteres morfológicos avaliados em nossa pesquisa (comprimento do corpo, comprimento da asa, largura da asa e comprimento da tibia posterior direita). Diferenças em ovos hospedeiros foram previamente apontadas como uma característica importante para sobrevivência e desenvolvimento de parasitoides por Cònsoli et al. (1999). Não obstante as diferenças entre os hospedeiros, *Te. podisi* teve um bom desempenho biológico nos ovos de todos os hospedeiros estudados; incluindo as duas espécies-alvo possíveis (os percevejos herbívoros *D. melacanthus* e *E. heros*) e também a espécie não-alvo (o percevejo predador *P. nigrispinus*); indicando que este parasitoide tem alto potencial para ser utilizado em programas de controle biológico de percevejos na cultura da soja, apesar deste possível efeito colateral negativo sobre o inseto *P. nigrispinus*. De acordo com Torres et al. (1997), há um forte impacto de *Te. podisi* nos ovos de *P. nigrispinus*, induzindo níveis significativos de mortalidade de ovos e, assim, prejudicando a predação desse percevejo benéfico nas cigarrinhas, lagartas e outras pragas. Essa é uma das razões pelas quais qualquer prática de controle de pragas não deve ser usada em excesso. Todas as ferramentas de controle de insetos devem ser usadas somente quando necessário no conceito de manejo integrado de pragas (MIP), respeitando os limiares

econômicos existentes e evitando perturbações ambientais desnecessárias. No entanto, mesmo considerando este possível efeito colateral de *Te. podisi*, certamente ainda será menor do que o uso de pesticidas (BUENO et al., 2011).

No geral, é importante salientar que a criação massal sucessiva de *Te. podisi* em ovos de *E. heros* não afetou seu parasitismo em outras espécies da família Pentatomidae, e que *D. melacanthus* também pode ser um possível hospedeiro a ser utilizado na de criação de parasitoides. Goulart et al. (2011) estudando a preferência hospedeira de *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera: Scelionidae), também relatou que o comportamento de aceitação do hospedeiro e as preferências das fêmeas do parasitoide não podem ser atribuídas ao condicionamento pré-imaginal durante desenvolvimento larval como previamente descrito por Cobert (1985) e Kaiser et al. (1989). Da mesma forma, a preferência do parasitoide também não pode ser atribuída à aprendizagem associativa ou ao condicionamento α no presente estudo. Neste caso, as fêmeas associam novos estímulos (adquiridos) aos inatos e são capazes de se adaptar ao ambiente em que viveram quando adultos ou jovens (KAISER et al., 1989; VINSON, 1998; NURINDAH et al., 1999). Mais recentemente, Queiroz et al. (2016) relataram resultados semelhantes para *Te. remus* criados em gerações sucessivas em *Corcyra cephalonica* (Stainton 1866) (Lepidoptera: Pyralidae) em laboratório sem afetar a preferência do hospedeiro por ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Essa falta de condicionamento pré-imaginal observada para *Te. remus* e *Te. podisi* pode ser um traço comum para todas as espécies de Scelionidae, o que precisa ser confirmado em pesquisas futuras. Resultado importante do nosso estudo é a clara indicação de que *Te. podisi* pode ser mantido em laboratório por várias gerações em ovos de uma única espécie hospedeira (*E. heros*) sem reduzir a eficiência do parasitismo em outras pragas-alvo no campo.

Além disso, apesar da baixa preferência das fêmeas de *Te. podisi* pelos ovos de *E. heros* relatadas neste estudo, existem alguns resultados que evidenciam a eficácia deste parasitoide no controle de *E. heros* no campo (PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 2000). Esses autores demonstraram a plasticidade do parasitoide no controle de diferentes espécies hospedeiras. Embora Henry et al. (2010) relatem que as espécies de parasitoides que apresentam especificidade do hospedeiro são consideradas melhores e mais efetivas para o CBA, o uso de um parasitoide mais flexível no seu hospedeiro também pode ser bem sucedido,

principalmente para manejar uma espécie de praga que é predominante como *E. heros*. Esta espécie é hoje o percevejo mais comum no Brasil e em outras áreas produtoras de soja na América do Sul (BUENO et al., 2015). Neste contexto, a diversidade de hospedeiros e o comportamento geral de *Te. podisi* devem ser considerados, uma vez que este parasitoide pode preferir parasitar outros hospedeiros, como *D. melacanthus* ou mesmo o predador não-alvo *P. nigrispinus*.

Em conclusão, *Te. podisi* tem uma preferência hospedeira por *D. melacanthus* e também por *P. nigrispinus* em comparação com *E. heros*. No entanto, o hospedeiro comum utilizado para criação em laboratório (*E. heros*) não teve impacto na decisão do parasitoide. Esta conclusão também é apoiada por resultados registrados sobre a viabilidade do parasitismo e da razão sexual da progênie. A viabilidade do parasitismo de *Te. podisi*, apesar de menor em *E. heros* quando comparado aos ovos de *D. melacanthus*, foi superior a 90%. Da mesma forma, a razão sexual, que é outra característica biológica importante nos programas de controle biológico, já que uma proporção maior de fêmeas é desejável porque elas são responsáveis pelo parasitismo (NAVARRO, 1998) não foi afetada pelo hospedeiro que *Te. podisi* foi criado. Neste contexto, a ausência de diferença entre os hospedeiros também sustenta que o uso de *E. heros* ou *D. melacanthus* como hospedeiro na criação massiva não afeta o desenvolvimento de fêmeas de *Te. podisi*. Assim, o menor tamanho dos ovos de *E. heros* em relação aos hospedeiros preferidos não influenciou este parâmetro biológico.

4. REFERÊNCIAS

- BEHMER, S. T. Insect herbivore nutrient regulation. **Annual Review of Entomology**, v. 54, p. 165-187, 2009.
- BIN, F.; VINSON, S. B.; STRAND, M. R.; COLAZZA, S.; JONES, W. A. Source of an egg kairomone for *Trissolcus basalus*, a parasitoid of *Nezara viridula*. **Physiological Entomology**, v. 18, p. 7-15, 1993.
- BORGES, M.; ALDRICH, J. R. Attractant pheromone for Nearctic stink bug, *Euschistus obscurus* (Heteroptera: Pentatomidae): insight in to a Neotropical relative. **Journal of Chemical Ecology**, v. 20, p. 1095-1102, 1994.
- BUENO, A. F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; BIANCO, R. Silenciosos e daninhos. **Revista Cultivar**, v. 196, p. 25-27, 2015.
- BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; BUENO, R. C. O.F.; FRANÇA-NETO, J. B.; NISHIKAWA, M. A. N.; FILHO, A. L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v. 30, p. 937 – 945, 2011.
- BURR, I. W.; FOSTER, L. A. A test for equality of variances. Mimeo series n° 282. West Lafayette, Purdue University, 26p. 1972.
- COBERT, S. A. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. **Ecological Entomology**, v. 10, p. 143-153, 1995.
- CÔNSOLI, F. L.; KITAJIMA, E. W.; PARRA, J. R. P. Ultrastructure of the natural and factitious host eggs of *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **International Journal Insect Morphology**, v. 28, p. 211-229, 1999.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. **Biological Control**, v. 5, p. 196-202, 1995.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural Forest Entomology**, v. 4, p.145-150, 2002.
- CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops*

melacanthus (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) populations and damage and its chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 487-492, 2004.

DENEZ, M. D.; BUENO, A. F.; PASINI, A.; BORTOLOTTI, O. C.; STECCA, C. S. Biological Parameters of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) Fed With Different Soybean Insect Pests. **Annals of the Entomology Society of America**, v. 107, p. 967-974, 2014.

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

FATOUROS, N. E.; DICKE, M.; MUMM, R.; MEINERS, T.; HILKER, M. Foraging behavior of egg parasitoids exploiting chemical information. **Behavioral Ecology**, v. 19, p. 677–689, 2008.

FERNANDES, F. L.; BACCI, L.; FERNANDES, M. S. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. **EntomoBrasilis**, v.3, p. 1-10, 2010.

GODFRAY, H. C. J. Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA. 1994.

GOULART, M. M. P.; BUENO, A. D. F.; BUENO, R. C. O. D. F.; DINIZ, A. F. Host preference of the egg parasitoids *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* in laboratory. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, p. 129-133, 2011.

HENRY, L. M.; MAY, N.; ACHEAMPONG, S.; GILLESPIE, D. R.; ROITBERG, B. D. Host-adapted parasitoids in biological control: does source matter? **Ecological Applications**, v. 20, p. 242–250, 2010.

JONES, T. S.; BILTON, A. R.; MAK, L.; SAIT, S. M. Host switching in a generalist parasitoid: contrasting transient and transgenerational costs associated with novel and original host species. **Ecology and Evolution**, v. 5, p. 459–465, 2015.

KAISER, L.; PHAM-DELEGUE, M. H.; MASSON, C. Behavioural study of plasticity in host preferences of *Trichogramma maidis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Physiological Entomology**, v. 14, p. 53-60, 1989.

- KLOMP, H.; TEERINK, B. J. Host selection and number of eggs per oviposition in the egg parasites *Trichogramma embryophagum* Htg. **Nature**, v. 195, p. 1020–1021, 1962.
- KOPPEL, A. L.; HERBERT, D. A.; KUCHAR, T. P.; KAMMINGA, K. Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. **Environmental Entomology**, v. 38, p. 375-379, 2009.
- MOLINA, R. M.; FRONZA, V.; PARRA, J. R. Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, p.152-158, 2005.
- MANSFIELD, S.; MILLS, N. J. A comparison of methodologies for the assessment of host preference of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. **Biological Control**, v. 29, p. 332–340, 2004.
- NAVARRO, M. A. *Trichogramma* spp. proccción, uso y manejo em Colombia. Guadalajara de Buga: Impretec, 176p, 1998.
- NURINDAH, B.; CRIBB, W.; GORDH, G. Experience acquisition by *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 38, p. 115–119, 1999.
- PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashemed (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 29, p. 295-302, 2000.
- PAK, G. A.; JONG, E. J. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp: Host recognition. **Netherlands Journal Zoology**, v. 37, p. 137–166, 1987.
- PANIZZI, A. R.; SLANSKY, F. J. R. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**, v. 68, p. 184-203, 1985.
- PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Dynamics in the insect fauna adaptation to soybean in the tropics. **Trends in Entomology**, v. 1, p. 71-88, 1997.
- PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P., SANTOS, C. H. CARVALHO, D. R. Rearing the southern green stink bug using artificial dry diet and artificial plant. **Pesquisa Agropecuária Brasileiro**, v.35, p.1709-1715, 2000.

PERES, W. A. A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basal* (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 457-462, 2004.

PLUKE, R. W. H.; LEIBEE, G. L. Host preferences of *Trichogramma pretiosum* and the influence of prior ovipositional experience on the parasitism of *Plutella xylostella* and *Pseudoplusia includes* eggs. **BioControl**, v. 51, p. 569-583, 2006.

QUEIROZ, A. P.; BUENO, A. F.; POMARI-FERNANDES, A.; GRANDE, M. L. M.; BORTOLOTTI, O. C.; DA SILVA, D. M. (2017). Quality control of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on the factitious host *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) for successive generations. **Bulletin of entomological research**, v. 107, p. 791-798, 2017.

QUEIROZ, A. P.; BUENO, A. F.; POMARI-FERNANDES, A.; BORTOLOTTI, O. C.; MIKAMI, A. Y.; OLIVE, L. Influence of host preference, mating, and release density on the parasitism of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera, Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 131, p. 1-5, 2016.

SAS Institute. SAS/STAT: user's guide. Version 9.2. Cary, SAS Institute, 2009.

SIQUEIRA, J. R.; BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; VIEIRA, S. S. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1-5, 2012.

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

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

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.

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

STEPHENS, D. W. Foraging Theory. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 1986.

TORRES, J. B.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C. Exigências Térmicas e Potencial de Desenvolvimento dos Parasitoides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do Percevejo Predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 26, p.445-453, 1997.

THULER, R. T.; VOLPE, H. X. L.; BORTOLI, S. A.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westood. **Boletín de sanidad vegetal**, v. 33, p. 333-340, 2007.

TOGNON, R.; SANT'ANA, J.; JAHNKE, S. M. Influence of original host on chemotactic behaviour and parasitism in *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 104, p. 781-787, 2014.

van LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, v. 48, p. 123-139, 2003.

van LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KOHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 62, p. 1-25, 2017.

VET, L. E. M.; DICKE, M. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 141–172, 1992.

VINSON, S. B. The general host selection behavior of parasitoid Hymenoptera and a comparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. **Biological Control**, v. 11, p. 79–96, 1998.

VINSON, S. B.; IWANTSCH. Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 25, p. 397-419, 1980.

ZHOU, Y.; ABRAM, P. K.; BOIVIN, G. BRODEUR, J. Increasing host age does not have the expected negative effects on the fitness parameters of an egg parasitoid. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 151, p. 106-111, 2014.

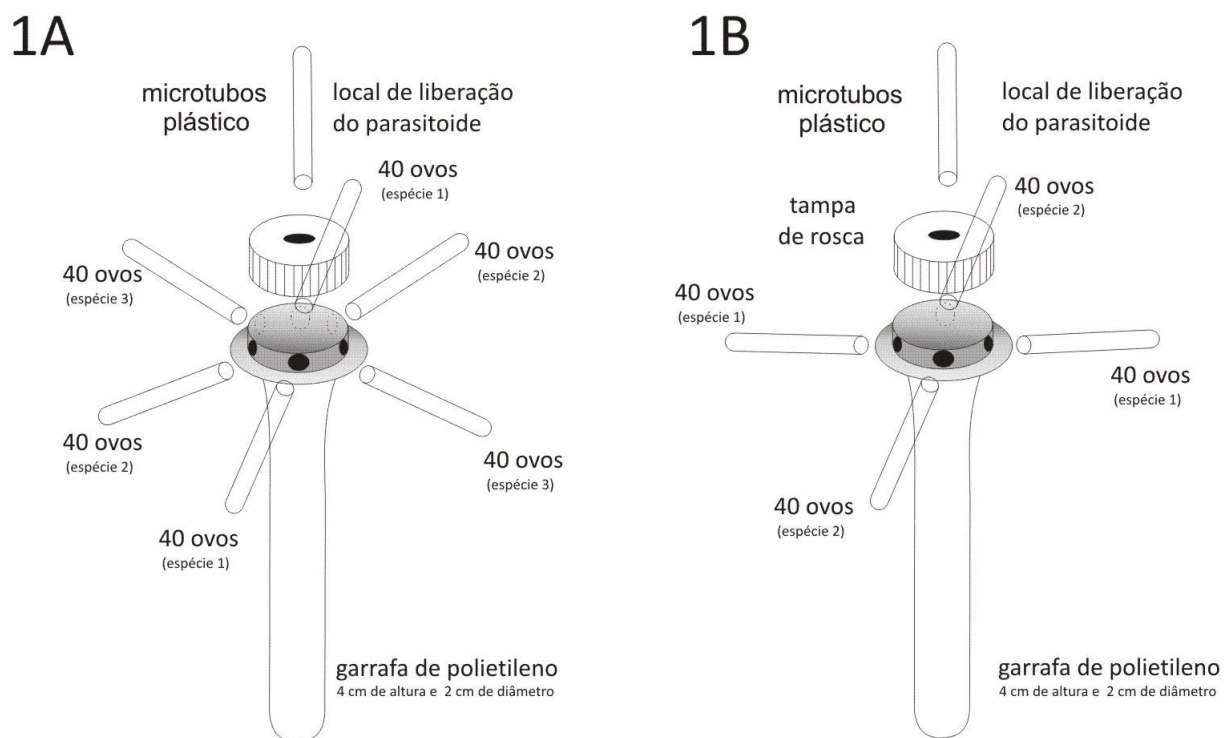


Figura 1. Arenas adaptadas de Thuler et al (2007) utilizadas no teste de preferência hospedeira. (1A) Arena usada para testar a preferência hospedeira do parasitoide entre três espécies de hospedeiros. (1B) Arena usada para testar a preferência hospedeira do parasitoide entre duas espécies de hospedeiro.

Tabela 1. Número de ovos de *Dichelops melacanthus* (Dm), *Euschistus heros* (Eh) e *Podisus nigrispinus* (Pn), parasitados por *Telenomus podisi* (%). Os bioensaios foram realizados a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 14/10 h C/E.

Hospedeiro	Número de ovos parasitados ¹ \pm SE (distribuição de parasitismo %)	
	Dm x Eh x Pn	Dm x Eh
<i>D. melacanthus</i>	30,8 \pm 3,8 a ² (45,5)	16,5 \pm 1,6 a ³ (65,3)
<i>E. heros</i>	11,8 \pm 2,0 b (17,9)	8,6 \pm 1,4 b (34,7)
<i>P. nigrispinus</i>	23,7 \pm 3,6 a (36,6)	-
CV (%)	27,85	26,39
<i>p</i>	0,0008	0,0011
F	8,88	13,31
df _{total}	35	29

¹Média \pm Erro Padrão (SE) seguido pela mesma letra na coluna, não diferiu estatisticamente (teste de Tukey a 5% de probabilidade). ²Análise realizados nos dados transformados em $\sqrt{X + 0.5}$. ³Análise realizados nos dados transformados em \sqrt{X} . – Hospedeiro não comparado.

Tabela 2. Tamanho dos ovos de *Dichelops melacanthus*, *Euschistus heros* e *Podisus nigrispinus* e características biológicas de *Telenomus podisi* criados em diferentes ovos hospedeiros a 25 ± 2 °C, UR $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E.

Hospedeiro	Tamanho do ovo (milímetros) ¹		Características biológicas ¹		
	Largura	Comprimento	Período ovo-adulto (dias)	Viabilidade de parasitismo (%)	Progênie Razão sexual
<i>E. heros</i>	0,83 ± 0,01 a	0,91 ± 0,01 b	18,6 ± 0,2 a	92,06 ± 3,24 b	0,94 ± 0,02 ^{ns}
<i>D. melacanthus</i>	0,82 ± 0,01 a	0,98 ± 0,01 a	17,5 ± 0,3 b	99,22 ± 0,54 a	0,86 ± 0,04
<i>P. nigrispinus</i>	0,76 ± 0,01 b	0,86 ± 0,01 c	17,6 ± 0,1 b	98,02 ± 0,89 ab	0,91 ± 0,01
CV (%)	3,08	2,56	4,49	7,95	11,31
<i>P</i>	<0,0001	<0,0001	0,0008	0,0323	0,1059
<i>F</i>	19,81	57,39	8,56	3,74	2,38
df _{total}	29	28	43	43	42

¹Média ± Erro Padrão (SE) seguido pela mesma letra na coluna, não diferiu estatisticamente (teste de Tukey a 5% de probabilidade). ^{ns}ANOVA não significativo.

Tabela 3. Caracteres morfológicos (mm) de *Telenomus podisi* criados em diferentes ovos hospedeiros a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $80 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 14/10 h C/E.

Parâmetros		Caracteres morfológicas (mm) ¹			
		Comprimento do corpo	Comprimento da asa	Largura da asa	Comprimento da tibia posterior direita
Espécie de (hospedeiro)	<i>E. heros</i>	0,96 ± 0,01 ab	0,87 ± 0,01 b	0,29 ± 0,01 b	0,28 ± 0,00 b
	<i>D. melacanthus</i>	0,95 ± 0,02 b	0,93 ± 0,01 a	0,30 ± 0,01 ab	0,30 ± 0,01 a
	<i>P. nigrispinus</i>	1,00 ± 0,02 a	0,93 ± 0,01 a	0,31 ± 0,01 a	0,29 ± 0,01 a
Gênero do parasitoide	Fêmea	1,02 ± 0,01 A	0,90 ± 0,01 ^{ns}	0,29 ± 0,00 B	0,29 ± 0,00 ^{ns}
	Macho	0,92 ± 0,01 B	0,92 ± 0,01	0,31 ± 0,01 A	0,28 ± 0,00
Estatísticas	CV (%)	6,79	5,25	10,69	8,45
	$\rho_{\text{hospedeiro}}$	0,034	<0,0001	0,0192	0,0053
	$\rho_{\text{gênero}}$	<0,0001	0,0677	0,0011	0,1681
	$\rho_{\text{hospedeiro}*\text{gênero}}$	0,4141	0,3283	0,9335	0,3961
	$F_{\text{hospedeiro}}$	3,52	17,07	4,15	5,58
	$F_{\text{gênero}}$	51,2	3,43	11,37	1,93
	$F_{\text{hospedeiro}*\text{gênero}}$	0,89	1,13	0,07	0,94

¹Média ± Erro Padrão seguido pela mesma letra na coluna de cada parâmetro (letras minúsculas para hospedeiro e letras maiúsculas para gênero de parasitoide) não são significativamente diferentes entre si (teste de Tukey, $p > 0,05$). ^{ns}ANOVA não significativo.

CAPÍTULO 5. PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *Trissolcus urichi* CRAWFORD, 1913 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1794) E *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

5.1 RESUMO

Espécies do gênero *Trissolcus* são efetivas como parasitoides de ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) e podem ser utilizadas em uma abordagem multiespecífica de manejo de pragas. No entanto, é necessário conhecimento detalhado sobre os aspectos biológicos destes agentes de biocontrole em diferentes hospedeiros. Portanto, avaliou-se a preferência hospedeira, biologia e características morfométricas de *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 em ovos de *E. heros* e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). Três experimentos independentes foram realizados para avaliar a preferência hospedeira de *Tr. urichi* entre ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*; a biologia de *Tr. urichi* em ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*; e os parâmetros morfométricos de *Tr. urichi* obtidos em ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*. *Trissolcus urichi* preferiu parasitar os ovos de *E. heros*, apresentando maior número de ovos parasitados, maior taxa de emergência (%) e desenvolvimento mais rápido, além de produzir progênes de tamanho maior que os parasitoides emergidos de ovos de *D. melacanthus* em relação a comprimento do corpo, comprimento e largura das asas e comprimento da tibia. Os dados demonstram que *E. heros* é o hospedeiro mais efetivo para o desenvolvimento de *Tr. urichi* quando comparado a *D. melacanthus*, embora o parasitoide tenha capacidade de parasitar e se desenvolver em ambos os hospedeiros.

Palavras-chave: Controle biológico, parasitoide de ovos, percevejo.

BIOLOGICAL PARAMETERS OF *Trissolcus urichi* CRAWFORD, 1913 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) ON *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1974) AND *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EGGS

ABSTRACT

Species of the genus *Trissolcus* are effective as parasitoids of eggs of *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) and can be used in a multispecific pest management approach. However, detailed knowledge of the biological aspects of these biocontrol agents in different hosts is required. Therefore, host preference, biology and morphometric parameters of *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 in eggs of *E. heros* and *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). *Trissolcus urichi* host preference was tested between *E. heros* and *D. melacanthus* eggs; the biology of *Tr. urichi* in eggs of *E. heros* and *D. melacanthus*; and the morphometric parameters of *Tr. urichi* obtained from eggs of *E. heros* and *D. melacanthus*. *Trissolcus urichi* preferred to parasitize *E. heros* eggs, presenting larger number of parasitized eggs, higher emergence rate (%) and faster development, besides producing progenies larger than parasitoids emerged from *D. melacanthus* eggs compared to *D. melacanthus* eggs in relation to body length, wing length and width and tibial length. The data show that *E. heros* is the most effective host for *Tr. urichi* development when compared to *D. melacanthus*, although the parasitoid has the ability to parasitize and develop in both hosts.

Keywords: Biological control, egg parasitoid, stink bug.

5.2. INTRODUÇÃO

Os percevejos são um dos mais importantes grupos de insetos que causam perdas de rendimento na produção de soja (*Glycine max* (L.) Merrill na América do Sul. A importância econômica de cada espécie é variável de acordo com países ou regiões dentro de cada país (ZERBINO & PANIZZI, 2019). Por se alimentarem diretamente das vagens de soja, afetam seriamente tanto a produtividade quanto a qualidade das vagens (CORRÊA-FERREIRA & AZEVEDO, 2002; PANIZZI et al., 2012). Das muitas espécies de percevejo, o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) é a praga mais frequente (> 90% do complexo percevejo no Brasil) (CORRÊA-FERREIRA, 2005; PANIZZI et al., 2012). No entanto, mais recentemente, o percevejo barriga-verde, *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851), tornou-se mais abundante, aumentando sua importância para a produção de soja e milho *Zea mays* L. Este aumento é principalmente uma consequência do sistema de produção adotado em que a soja é cultivada durante o verão imediatamente seguido pelo milho no outono / inverno. O fornecimento contínuo de alimentos a insetos ao longo do ano, conhecido como ponte verde, favorece os surtos de *D. melacanthus* (SMANIOTTO & PANIZZI, 2015).

O manejo atual de pragas no campo é baseado principalmente em inseticidas químicos (van LENTEREN & BUENO 2003). O abandono da amostragem e dos níveis de ação estão entre as principais causas da ocorrência de altas infestações por percevejos nas lavouras de soja e milho nas últimas safras no Brasil (BUENO et al., 2015). Isso promoveu o uso excessivo de inseticidas (CORRÊA-FERREIRA, 2005), levando a problemas como aumento dos custos de produção, eliminação de agentes de controle biológico natural, seleção de pragas resistentes a inseticidas e contaminação do meio ambiente (SOSA-GÓMES et al., 2001; DIEZ-RODRIGUES & OMOTO, 2001). Portanto, uma abordagem de manejo de pragas mais ecológica é necessária.

Os parasitoides de ovos são importantes agentes de controle biológico de percevejos. Pesquisas em vários países relatam principalmente *Trissolcus basal* (Wollaston, 1858) e *Telenomus podisi* Ashmead 1893 (Hymenoptera: Platygastridae) como os agentes de biocontrole mais significativos de pentatomídeos que atacam a soja (CIVIDANES, 1996; CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1994; TORRES et al., 1997). Laumann et al. (2008) sugerem que as espécies de *Trissolcus* poderiam ser

usadas para controlar surtos de percevejos em várias regiões do Brasil. Portanto, outras espécies menos estudadas, como *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 (Hymenoptera: Platygasteridae) também podem desempenhar um papel significativo, apesar da falta de informações publicadas sobre sua biologia e potencial de parasitismo.

A distribuição de *Tr. urichi* é registrada em pelo menos 8 dos 26 estados do Brasil predominando nas regiões Centro-Norte (PAZ-NETO et al., 2015). Existem registros dessa espécie parasitando ovos de *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794), *E. heros*, *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837), *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851), *Thyanta perditor* (Fabricius, 1794) e *Acrosternum aseadum* Rolston 1983 (Hemiptera: Pentatomidae) (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1994; MEDEIROS et al., 1998; FAVETTI et al., 2013) Em outros países, como Argentina, Uruguai, Paraguai e Bolívia, também há relatos de *Tr. urichi* parasitando ovos de percevejos (RIBEIRO & CASTIGLIONI, 2008; CASTIGLIONI et al., 2010; CINGOLANI et al., 2014). Portanto, no presente estudo, o parasitismo de ovos (biologia do parasitoide, morfometria e preferência hospedeira) de *Tr. urichi* em *E. heros* e *D. melacanthus* foi investigado para obter informações relevantes para o desenvolvimento de programas de controle biológico com esses parasitoide em soja.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

5.3.1 Criação em laboratório de *Tr. urichi*, *E. heros* e *D. melacanthus*

O parasitoide *Tr. urichi* foi obtido da Embrapa Recursos Genético e Biotecnologia, Brasília, Brasil. Onde foi estabelecida uma criação na Embrapa soja, em massas de ovos de *E. heros* por um ano em BODs (ELETROLab®, modelo EL 212, São Paulo, SP) regulada a $80 \pm 10\%$ de umidade, temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 14/10 h C/E). Os ovos do percevejo foram colados em cartelas de papel (5 cm × 8 cm) e introduzidos em potes plástico (8,5 cm de altura e 7 cm de diâmetro) contendo adultos de *Tr. urichi* (recém-emergido 24 horas) para serem parasitados durante 24 h. Gotas de mel foram colocadas dentro dos potes para alimentar os adultos do parasitoide. Os adultos que emergiram desses ovos foram usados para experimentos ou manutenção de colônias.

Ovos de *E. heros* e *D. melacanthus* também foram obtidos na Embrapa Soja, onde uma colônia foi mantida em câmaras BODs (ELETROLab®, modelo EL

212, São Paulo, SP) com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h (C/E). Os insetos foram mantidos em gaiolas (20 cm x 20 cm de largura x 24 cm de altura) de plástico forradas com papel filtro. Gaiolas foram limpas, o alimento substituído e as massas de ovos coletadas três vezes por semana. Após cada coleta, as massas de ovos foram transferidas para caixas de acrílico (Gerbox[®]) (11 cm x 11 cm x 3,5 cm) forradas com papel filtro umedecido com água destilada. Após a eclosão, as ninfas de segundo instar foram transferidas para gaiolas. Os insetos criados em laboratório foram então utilizados para os bioensaios, bem como para a manutenção de colônias.

5.3.2. Preferência hospedeira de *Tr. urichi* entre ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*

O teste de preferência hospedeira foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*) e 15 repetições, sendo cada arena considerada uma repetição (**Figura 1**). As arenas foram adaptadas daquelas usadas por Thuler et al. (2007), composto de garrafas de polietileno (4 cm de altura e 2 cm de diâmetro) e dois microtubos de plástico (12 mm de diâmetro x 75 mm de altura) dispostos equidistantes no fundo da garrafa e um microtubo (12 mm x 75 mm de altura) disposto no topo da arena (**Figura 1**) (QUEIROZ et al., 2017a).

Os ovos de *E. heros* e *D. melacanthus* (40 ovos de cada hospedeiro) foram colocados em cartelas de papel (1 cm x 6 cm), introduzidos em cada tubo em lados opostos da arena (**Figura 1**). Quatro fêmeas de *Tr. urichi* acasaladas (≤ 48 h de idade, sem experiência anterior de parasitismo) foram liberadas no topo da arena (uma fêmea para cada 40 ovos), por um período de 24 horas, de acordo com a metodologia descrita por Thuler et al. (2007) para avaliação da preferência hospedeira por parasitoides do gênero *Trichogramma* e posteriormente adaptado por Queiroz et al. (2018) para avaliação da preferência hospedeira do parasitoide do gênero *Telenomus*. Após o período de 24 horas, as cartelas foram removidas e mantidas em câmaras climatizadas até a emergência dos adultos.

5.3.3. Parasitismo de *Tr. urichi* em ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*

O bioensaio de parasitismo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*) e quatro repetições (cada repetição composta por cinco fêmeas). As fêmeas de *Tr. urichi* recém-emergidas (≤ 48 h) foram colocadas individualmente em microtubos (8 cm \times 2 cm) e alimentadas com uma gota de mel.

Aproximadamente 40 ovos hospedeiros foram colados com cola branca (Tenaz[®]) em cartelas de papel branca (1 cm \times 6 cm) identificadas de acordo com os tratamentos. As cartelas foram introduzidas nos microtubos juntamente com as fêmeas de *Tr. urichi* os quais foram vedados com filme plástico de PVC por 24 horas. Após este período, as fêmeas foram removidas e as cartelas mantidas na câmara BOD para posterior avaliação. Os parâmetros biológicos avaliados foram o número de ovos parasitados, o período de desenvolvimento ovo-adulto (dias), o percentual de emergência, e a razão sexual.

5.3.4. Morfometria de adultos de *Tr. urichi* quando criados em ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*

O bioensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 \times 2, parasitoides de dois hospedeiros (*E. heros* e *D. melacanthus*) \times dois gêneros do parasitoide (macho e fêmea) e 10 repetições. Dez fêmeas e 10 machos da progênie de *Tr. urichi* foram analisados para cada hospedeiro. Para cada parasitoide, foram realizadas medidas morfométricas do comprimento e largura da asa anterior direita, comprimento da tíbia posterior direita e comprimento do corpo (cabeça até o final do abdômen) de acordo com os procedimentos padronizados de controle de qualidade estabelecidos pela Organização Internacional de Controle Biológico (Global IOBC Working Group: 'Quality Control of Mass Reared Arthropods') (van LENTEREN, 2003b). Para a avaliação desses caracteres morfológicos, cada espécime foi fotografado com um microscópio estereoscópico (Leica Application Suite - Versão 1.6.0) e a morfometria medida pela Imagem J (Versão 1.47) (QUEIROZ et al., 2017b).

5.3.5. Análise de dados

Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise exploratória para avaliar as hipóteses de normalidade dos resíduos (SHAPIRO & WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA (BURR & FOSTER, 1972). As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa de análise estatística SAS (SAS INSTITUTE, 2009).

5.4 RESULTADOS

5.4.1 Preferência hospedeira de *Tr. urichi* entre ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*

Fêmeas de *Tr. urichi* preferiram parasitar ovos de *E. heros* em comparação aos ovos de *D. melacanthus* ($F = 11,56$; $p = 0,0020$). A maioria dos ovos parasitados (12,33) foram ovos de *E. heros* e apenas 7,27 foram ovos de *D. melacanthus* (Tabela 1).

5.4.2 Parasitismo de *Tr. urichi* em ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*

Período ovo-adulto foi menor para *Tr. urichi* criado em ovos de *E. heros* (13,1) do que para aqueles criados em ovos de *D. melacanthus* (14,3 dias) ($F = 66,68$, $p = 0,0004$). O número de ovos parasitados por *Tr. urichi* foi maior em *E. heros* (16,1) do que em *D. melacanthus* (14,3) ($F = 8,01$; $p = 0,0293$). Da mesma forma, a emergência de parasitoides (%) também foi maior para *Tr. urichi* criados em ovos de *E. heros* (93,4) ($F = 6,98$; $p = 0,1758$). A proporção sexual da progênie não diferiu entre os hospedeiros estudados ($F = 2,35$; $p = 0,1758$) (Tabela 1).

5.4.3 Morfometria de adultos de *Tr. urichi* quando criados em ovos de *E. heros* e *D. melacanthus*.

Não houve interação entre hospedeiro e gênero em relação ao comprimento do corpo de *Tr. urichi* ($F_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 2,43$; $p_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,1278$); comprimento da asa ($F_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 1,63$; $p_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}}$); largura da asa ($F_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 2,68$; $p_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,1103$) e comprimento da tíbia ($F_{\text{hospedeiro} * \text{gênero}} = 0,10$;

$p_{\text{hospedeiro} \times \text{gênero}} = 0,7519$) (**Tabela 2**). O comprimento do corpo de *Tr. urichi* diferiu entre os hospedeiros ($F_{\text{hospedeiro}} = 34,33$; $p_{\text{hospedeiro}} = <0,0001$), com o maior comprimento corporal (1,20 mm) observado para *Tr. urichi* que emergiu dos ovos de *E. heros*. Da mesma forma, também foram observadas diferenças entre o comprimento corporal de fêmeas e machos, sendo que o comprimento corporal das fêmeas (1,18 mm) foi maior que o comprimento corporal dos machos (1,11 mm) ($F_{\text{gênero}} = 12,38$; $p_{\text{gênero}} = 0,0012$) (**Tabela 2**).

O comprimento da asa de *Tr. urichi* ($F_{\text{hospedeiro}} = 15,35$; $p_{\text{hospedeiro}} = 0,0004$) e largura da asa ($F_{\text{hospedeiro}} = 4,78$; $p_{\text{hospedeiro}} = 0,0354$) também diferiram entre os hospedeiros. *Trissolcus urichi* que emergiu de ovos de *E. heros* com maior comprimento de asa (1,19 mm) do que ovos de *D. melacanthus* (1,10 mm). O comprimento da asa ($F_{\text{gênero}} = 0$; $p_{\text{gênero}} = 0,9491$) e a largura da asa ($F_{\text{gênero}} = 0,01$; $p_{\text{gênero}} = 0,9201$, respectivamente) não diferiram entre os gêneros. Em relação à largura da asa, houve diferença entre os hospedeiros ($F_{\text{hospedeiro}} = 4,78$; $p_{\text{hospedeiro}} = 0,0354$), com valores maiores para os parasitoides que emergiram dos ovos de *E. heros* (0,42 mm) (**Tabela 2**).

O comprimento da tíbia não diferiu entre os hospedeiros ($F_{\text{hospedeiro}} = 0,5$; $p_{\text{hospedeiro}} = 0,4853$), exibindo comprimento semelhante para *E. heros* (0,34 mm) e *D. melacanthus* (0,33 mm). Da mesma forma, não foram observadas diferenças entre fêmeas (0,33 mm) e machos (0,35 mm) ($F_{\text{gênero}} = 1,99$; $p_{\text{gênero}} = 0,1667$) (**Tabela 2**).

5.5 DISCUSSÃO

O estudo revelou-se crucial para entender a influência de diferentes hospedeiros no parasitismo de *Tr. urichi* e seu potencial para controlar essas espécies de percevejos. A maioria dos estudos publicados sobre parasitoides da família Platygastridae relatam diferenças em sua capacidade de parasitar dependendo da espécie hospedeira (LAUMANN et al., 2010; ZHOU et al., 2014; JONES et al., 2015). O gênero *Trissolcus* é relatado como parasitoide de alguns pentatomídeos, principalmente *E. heros* (LAUMANN et al., 2008; GOLIN et al., 2011; FAVETTI et al., 2013). Resultados semelhantes foram encontrados em nossa pesquisa, na qual *E. heros* demonstrou ser um hospedeiro mais eficaz para *Tr. urichi* do que *D. melacanthus*. Isso já havia sido relatado anteriormente por Orr (1988), que observou que espécies do gênero *Trissolcus* são potencialmente eficazes no

controle de *E. heros*. No entanto, as espécies hospedeiras são apenas uma das várias variáveis bióticas e abióticas que podem influenciar a eficiência dos parasitoides no campo (MCDOUGALL & MILLS, 1997; THOMSON & HOFFMANN, 2002). Assim, a preferência de *Tr. urichi* é de interesse teórico e prático.

A preferência de *Tr. urichi* em parasitar ovos de *E. heros* em comparação aos ovos de *D. melacanthus* observados neste estudo apoia a teoria de que o parasitoide é capaz de identificar o melhor hospedeiro, maximizando seu sucesso reprodutivo. Esta hipótese está relacionada às características físicas e químicas de cada hospedeiro (BIN et al., 1993; BORGES et al., 1999). Vários estudos corroboram essa conclusão, relatando que, dada a abundância de hospedeiros, os parasitoides tendem a evitar o parasitismo em hospedeiros que apresentam qualidades nutricionais inferiores (STEPHENS & KREBS, 1986). A qualidade nutricional do hospedeiro geralmente está relacionada ao tamanho do hospedeiro. No entanto, os ovos de *E. heros* são menores que os ovos de *D. melacanthus* (QUEIROZ et al., 2017), mas foram ainda mais parasitados e produziram uma maior emergência de parasitoides. Portanto, o menor tamanho dos ovos de *E. heros* não afetou negativamente a preferência e o parasitismo de *Tr. urichi*. *Trissolcus urichi* também teve um melhor desenvolvimento geral em ovos de *E. heros*, exibindo um maior número de ovos parasitados, maior taxa de emergência e menor tempo de desenvolvimento ovo-adulto, bem como o desenvolvimento de adultos maiores (maior tamanho e maior comprimento e largura da asa) quando comparados aos parasitoides obtidos de ovos de *D. melacanthus*.

O período de ovo-adulto (dias) pode indicar a qualidade de um hospedeiro específico. Uma duração prolongada do período larva-adulto é descrita como uma ação compensatória para permitir que a larva que se alimenta de um hospedeiro de baixa qualidade atinja uma massa suficiente para se reproduzir e alcançar com sucesso a fase adulta. Em geral, o desenvolvimento de insetos depende da qualidade dos alimentos consumidos nos estágios juvenis, que podem variar de acordo com os ovos hospedeiros (POMARI et al., 2012; SILVA et al., 2018). Hospedeiros mais adequados geralmente facilitam o desenvolvimento mais rápido da fase larval do parasitoide (SUJII et al., 2002). Um período mais curto de ovo-adulto é desejável em programa de controle biológico aumentativo (CBA), pois permite um número maior de gerações de parasitoides no mesmo período, maximizando seu potencial de controle em campo (BUENO et al., 2009a).

Além do tamanho, várias características dos ovos, incluindo a superfície e a estrutura do córion, bem como alterações de cor durante o desenvolvimento e volume embrionário, podem contribuir para a preferência do parasitoide. Todas essas peculiaridades de cada espécie hospedeira, bem como suas diferenças relativas, podem afetar não apenas o tempo e a exploração de *Tr. urichi*, mas também a adequação do hospedeiro ao desenvolvimento do parasitoide, o que também influencia o tempo de desenvolvimento (CONSOLI et al., 1999). O maior parasitismo de *Tr. urichi* em ovos de *E. heros* também foi relatado por Laumann et al. (2008) em condições de laboratório. O maior parasitismo e emergência de *Tr. urichi* em ovos de *E. heros* é uma indicação clara da qualidade do hospedeiro, bem como uma maior adaptação do parasitoide ao parasitismo de ovos dessa espécie de percevejo. A qualidade do hospedeiro é considerada uma das características mais importantes para o desenvolvimento de parasitoides de ovos (BAI et al., 1992; CONSOLI et al., 1999).

A razão sexual é outra característica biológica importante nos programas CBA (BUENO et al., 2009b). Vinson (1997) enfatizou que a qualidade do hospedeiro é o principal fator que influencia a razão sexual. Essa influência pode ocorrer de duas maneiras distintas: o parasitoide reconhece hospedeiros de diferentes qualidades e põe ovos de acordo com o gênero (macho ou fêmea) ou oviposita os ovos, permitindo que a razão sexual seja determinada pela progênie em desenvolvimento em resposta à qualidade do hospedeiro. No entanto, não foi observada diferença na razão sexual entre os dois hospedeiros avaliados neste estudo, e ambas as espécies hospedeiras exibiram uma proporção maior de fêmeas, como é desejável nos programas CBA.

Os caracteres morfométricos avaliados são citados na literatura como indicadores adequados da qualidade de diferentes hospedeiros (SEQUEIRA & MACKAUER, 1992). Nesse contexto, o maior comprimento corporal e comprimento e largura das asas observados em *Tr. urichi* emergindo de ovos de *E. heros* pode indicar melhores condições nutricionais oferecidas por esse hospedeiro do que aquelas oferecidas por ovos de *D. melacanthus*. Esses resultados confirmam observações anteriores da biologia comparada do parasitoide nesses hospedeiros, quando *Tr. urichi* também apresentou maior parasitismo e maior emergência de adultos em ovos de *E. heros*, além do menor tempo de desenvolvimento ovo-adulto. Adicionalmente, parasitoides maiores são citados na literatura como bons

indicadores de qualidade do parasitoide adulto, podendo apresentar uma maior fecundidade e atividade de voo, sendo estas consideradas características importantes ao longo do processo de multiplicação em laboratório, visando o CBA (SEQUEIRA & MACKAUER, 1992; PREZOTTI et al., 2002).

Ao se referir às dimensões de *Tr. urichi*, é importante notar que o comprimento do corpo das fêmeas é maior que dos machos. No entanto, não houve diferenças entre o comprimento e a largura da asa ou o comprimento da tibia. Mackauer (1996) observou que a diferença de tamanho entre machos e fêmeas tende a ser maior em um hospedeiro menor, indicando que o dimorfismo sexual é minimizado com o aumento da qualidade nutricional do hospedeiro. Como apenas o comprimento do corpo de *Tr. urichi* variou entre machos e fêmeas, isso pode indicar que, apesar da aparente superioridade de *E. heros* como hospedeiro de *Tr. urichi*, esse parasitoide ainda apresenta bom desenvolvimento em ambos os hospedeiros. Assim, pode-se concluir que *E. heros* é um hospedeiro superior para *Tr. urichi* em comparação com *D. melacanthus*, embora o parasitoide tenha também parasitismo aceitável e capacidade de desenvolvimento em *D. melacanthus*.

5.6 REFERÊNCIAS

- BAI, B.; LUCK, R. F.; FORSTER, L.; STEPHENS, B.; JANSSEN, J. A. M. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 64, p. 37-48, 1992.
- BIN, F.; VINSON, S. B.; STRAND, M. R.; COLAZZA, S.; JONES, J. R. W. A. Source of an egg kairomone for *Trissolcus basal*s, a parasitoid of *Nezara viridula*. **Physiological Entomology**, v. 18, p. 7-15, 1993.
- BORGES, M.; COSTA, M. L. M.; SUJII, E. R.; CAVALCANTI, M. D. G.; REDIGOLO, G. F.; RESCK, I. S.; VILELA, E. F. Semiochemical and physical stimuli involved in host recognition by *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) toward *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). **Physiological Entomology**, v. 24, p. 227-233, 1999.
- BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; HADDAD, M. L. Desempenho de Tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 389-394, 2009.
- BUENO, A. F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; BIANCO, R. Silenciosos e daninhos. **Revista Cultivar**, v. 196, p. 25-27, 2015.
- BURR, I. W.; FOSTER, L. A. A Test for Equality of Variances. University of Purdue, West Lafayette, 1972.
- CASTIGLIONI, E.; RIBEIRO, A.; ALZUGARAY, R.; SILVA, H.; ÁVILA, I.; LOIÁCONO, M. Prospección de parasitoides de huevos de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) en el litoral oeste de Uruguay. **Agrociência**, v. 14, p. 22-25, 2010.
- CINGOLANI, M. F.; GRECO, N. M.; LILJESTHRÖM, G. G. Parasitismo de huevos de *Piezodorus guildinii* y *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) en soja, alfalfa y trébol rojo. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, v. 46, p. 1853-8665, 2014.
- CIVIDANES, F. J. Development and emergence of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) and *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) at different

temperatures. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, p. 207-211, 1986.

CÔNSOLI, F. L.; KITAJIMA, E. W.; PARRA, J. R. P. Ultrastructure of the natural and factitious host eggs of *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, v. 28, p. 211–229, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Temperature effect on the biology and reproductive performance of the egg parasitoid *Trissolcus basalus* (Woll.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, p. 399-399, 1994.

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, v. 40, p. 1067-1072, 2005.

FAVETTI, B. M.; KRINSKI, D.; BUTNARIU, A. R.; LOIÁCONO, M. S. Egg parasitoids of *Edessa meditabunda* (Fabricius) (Pentatomidae) in lettuce crop. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, p. 236-237, 2013.

GOLIN, V.; LOIÁCONO, M. S.; MARGARÍA, C. B.; AQUINO, D. A. Natural incidence of egg parasitoids of *Edessa meditabunda* (F) (Hemiptera: Pentatomidae) on *Crotalaria spectabilis* Roth in Campo Novo do Parecis, MT, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 617–618, 2011.

JONES, T. S.; BILTON, A. R.; MAK, L.; SAIT, S. M. Host switching in a generalist parasitoid: Contrasting transient and transgenerational costs associated with novel and original host species. **Ecology Evolution**, v. 5, p. 459–465, 2015.

LAUMANN, R. A.; MORAES, M. C. B.; PAREJA, M.; ALARÇÃO, G. C.; BOTELHO, A. C.; MAIA, A. H. N.; BORGES, M. Comparative biology and functional response of *Trissolcus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) and implications for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) biological control. **Biological Control**, v. 44, p. 32-41, 2008.

LAUMANN, R.A., MORAES, M.C.B., SILVA, J.P.D., VIEIRA, A.M.C., SILVEIRA, S.D., BORGES, M. Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, v. 45, p. 442-449, 2010.

MACKAUER, M. Sexual size dimorphism in solitary wasps: influence of host quality. **Oikos**, v. 76, p. 265-272, 1986.

MEDEIROS, M. A.; LOIÁCONO, M. S.; BORGES, M.; SCHIMIDT, F. V. G. Incidência natural de parasitoides em ovos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) encontrados na soja no distrito federal. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, v. 33, p. 1431–1435, 1998.

ORR, D. B. Scelionid wasps as biological control agents: a review. **Florida Entomology**, v. 71, p. 506–528, 1988.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P.; SANTOS, C. H.; CARVALHO, D. R. Rearing the southern green stink bug using artificial dry diet and artificial plant. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, v. 35, p. 1709–1715, 2000.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F., SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: Hoffmann-Campo, C.B., Corrêa-Ferreira, B.S., Moscardi, F. (Ed.). Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. 335-418, 2012.

PAZ-NETO, A. D. A.; QUERINO, R. B.; MARGARÍA, C. B. Egg parasitoids of stink bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on soybean and cowpea in Brazil. **Florida Entomology**, v. 98, p. 929–932, 2015.

PERES, W. A. A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basal*is (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 457-462, 2004.

POMARI, A. F.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; MENEZES JUNIOR, A. O. Biological Characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, p. 73-81, 2012.

PLUKE, R. W. H. & LEIBEE, G. L. Host preferences of *Trichogramma pretiosum* and the influence of prior ovipositional experience on the parasitism of *Plutella xylostella* and *Pseudoplusia includes* eggs. **BioControl**, v. 51, p. 569–583, 2006.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R.; VENCOVSKY, R.; DIAS, C. T.; CRUZ, I.; CHAGAS, M. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Adaptação de metodologia. **Neotropical Entomology**, v.31, p.411-417, 2002.

QUEIROZ, A. P.; BUENO, A. F.; POMARI-FERNANDES, A.; GRANDE, M. L. M.; BORTOLOTTI, O. C.; SILVA, D. M. Quality control of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on the factitious host *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) for successive generations. **Bulletin of Entomological Research**, v. 107, p. 791-798, 2017.

QUEIROZ, A. P.; TAGUTI, E. A.; BUENO, A. F.; GRANDE, M. L. M.; COSTA, C. O. Host Preferences of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae): Parasitism on Eggs of *Dichelops melacanthus*, *Euschistus heros*, and *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 47, p. 543-552, 2018.

RIBEIRO, A., CASTIGLIONI, E. Caracterización de las poblaciones de enemigos naturales de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae). **Agrociência**, v. 12, p. 48–56, 2008.

SAS INSTITUTE. SAS User's Guide: Statistics, Version 8e. SAS Institute, Cary, NC, 2009.

SEQUEIRA, R., MACKAUER, M. Covariance of adult size and development time in the parasitoid wasp *Aphidius ervi* in relation to the size of its host, *Acyrtosiphon pisum*. **Evolutionary Ecology**, v. 6, p. 34-44, 1992.

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 do Brasil**, v. 43, p. 575-580, 2008.

SUJII, E. R.; COSTA, M. L. M.; PIRES, C. S. S.; COLAZZA S.; BORGES M. Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, v. 37, p. 541-1549, 2002.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, p. 591–611, 1965.

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

STEPHENS, D. W.; KREBS, J. R. *Foraging theory*. Princeton University Press, 1986.

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; PICANCO, M. C.; OLIVEIRA, A. C. Parametros poblacionales de tres parasitoides (Hymenoptera: Scelionidae, Encyrtidae) utilizando al depredador *Podisus nigrispinus* (Hemiptera; Pentatomidae) como hospedero. **Revista de Biologia Tropical**, v. 40, p. 233–240, 1997.

THULER, R. T.; VOLPE, H. X. L.; BORTOLI, S. A.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westood. **Boletín de Sanidad Vegetal**, v. 33, p. 333–340, 2007.

van LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, v. 48, p. 123-139, 2003a.

van LENTEREN, J. C. Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures 327 (Wallingford: CABI, 2003b).

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A. *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: FEALQ, pp. 67-120, 1997.

ZERBINO, M. S. & PANIZZI, A. R. The underestimated role of pest pentatomid parasitoids in Southern South America. **Arthropod-Plant Interactions**, p. 1-16, 2019.

ZHOU, Y.; ABRAM, P. K.; BOIVIN, G.; BRODEUR, J. Increasing host age does not have the expected negative effects on the fitness parameters of an egg parasitoid. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 151, p.106–111, 2014.

Tabela 1. Preferência de parasitismo e parâmetros biológicos de *Trissolcus urichi* criados em ovos de *Euschistus heros* e *Dichelops melacanthus*.

Hospedeiro	Preferência de parasitismo (n) ²	Parâmetros Biológicos			
		Período ovo-adulto (dias) ¹	Ovos parasitados (n) ¹	Emergência (%) ¹	Razão sexual ¹
<i>E. heros</i>	12,33 ± 1,14 a	13,15 ± 0,05 b	16,15 ± 1,09 a	93,41 ± 1,38 a	0,78 ± 0,02 ^{ns}
<i>D. melacanthus</i>	7,27 ± 0,89 b	14,30 ± 0,15 a	11,63 ± 1,16 b	82,84 ± 3,76 b	0,72 ± 0,03
CV (%)	20,16	1,35	16,19	6,43	7,4
P	0,0020	0,0004	0,0293	0,0387	0,1758
F	11,56	66,68	8,1	6,96	235

¹Média ± erro padrão (SE) seguida pela mesma letra na coluna, não diferiu significativamente (teste de Tukey, p≤0,05). ^{ns}ANOVA não significativa.

²Análise realizada nos dados transformados em $\sqrt{X + 1}$.

Tabela 2. Caracteres morfológicos (mm) de *Trissolcus urichi* criados em ovos de *Euschistus heros* e *Dichelops melacanthus* a 25 ± 2 °C, UR $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E.

Parâmetros	Caracteres morfológicos (mm) ¹		
	Comprimento do corpo	Comprimento da asa	Largura da asa Comprimento da tíbia
<i>E. heros</i>	1,20 ± 0,02 a	1,19 ± 0,01 a	0,42 ± 0,01 a 0,34 ± 0,01 ^{ns}
<i>D. melacanthus</i>	1,09 ± 0,02 b	1,10 ± 0,02 b	0,39 ± 0,01 b 0,33 ± 0,01
Fêmea	1,18 ± 0,02 A	1,14 ± 0,02 A	0,41 ± 0,01 A 0,33 ± 0,01
Macho	1,11 ± 0,02 B	1,14 ± 0,02 B	0,41 ± 0,01 A 0,35 ± 0,01
Estatísticas	CV (%)	5,26	6,22 5,27 13,76
$\rho_{\text{hospedeiro}}$	<0,0001	0,0004	0,0354 0,4853
$\rho_{\text{gênero}}$	0,0012	0,9491	0,9205 0,1667
$\rho_{\text{hospedeiro}*\text{gênero}}$	0,1278	0,2097	0,1103 0,7519
$F_{\text{hospedeiro}}$	34,33	15,35	4,78 0,5
$F_{\text{gênero}}$	12,38	0	0,01 1,99
$F_{\text{hospedeiro}*\text{gênero}}$	2,43	1,63	2,68 0,1

¹Médias ± EPM seguidas da mesma letra na coluna de cada parâmetro (letras minúsculas para letras hospedeiras e maiúsculas para o gênero do parasitoide) não diferem significativamente entre si (teste de Tukey, $p \leq 0,05$). ^{ns}ANOVA não significativa.

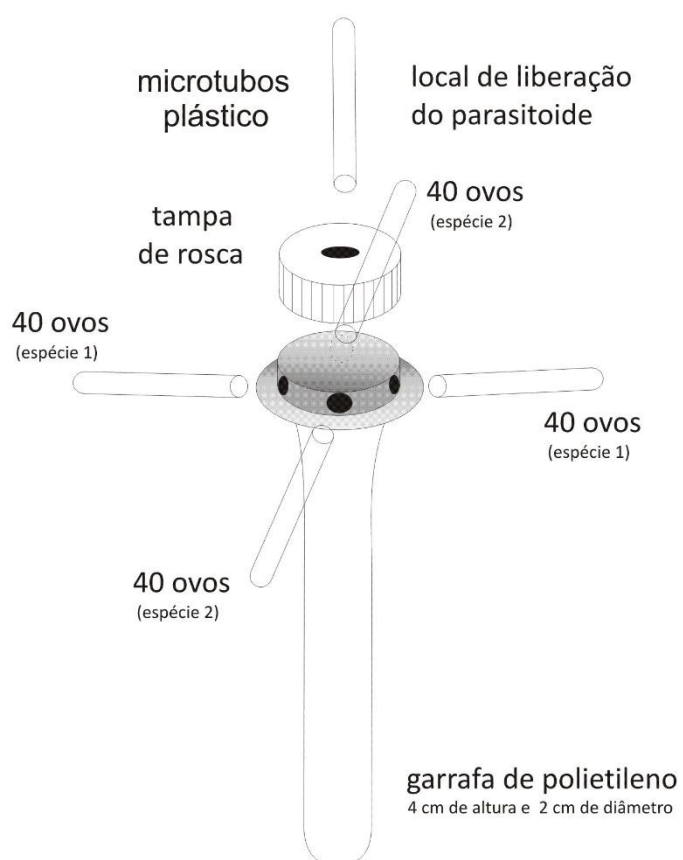


Figura 1. Arenas de Thuler et al. (2007) utilizadas no teste de preferência hospedeira do parasitoide *Trissolcus urichi* Queiroz et al. (2018).

CAPÍTULO 6. COMPETIÇÃO ENTRE *Telenomus podisi* ASHMEAD 1893 E *Trissolcus urichi* CRAWFORD, 1913 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) EM OVOS DE *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) e *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1974) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

6.1 RESUMO

Estudou-se a competição entre *Telenomus podisi* Ashmead 1893 e *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 em ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) e *Euschistus heros* (Fabricius, 1974). Testou-se o impacto de intervalos (4 a 192 horas) entre a sequência de parasitismo na competição entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus* e *E. heros*; e o impacto da sequência de parasitismo na competição entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus*. No primeiro bioensaio (ovos *D. melacanthus*), a sequência de parasitismo não afetou o número de ovos parasitados. Entretanto, o número de ovos parasitados foi menor nos intervalos de desenvolvimento de 96 e 192h. No segundo bioensaio (ovos de *E. heros*) houve interação entre sequência de parasitismo e intervalo entre as espécies de parasitoides nos eventos de parasitismo para número de ovos parasitados, número de parasitoides emergidos totais e de *Te. podisi* emergidos. Essa interação não foi observada para o número de adultos de *Tr. urichi* emergidos. No terceiro bioensaio a competição larval interespecífica afetou negativamente as variáveis, número de ovos parasitados e o número de parasitoides emergidos, tanto nas liberações sequenciais das espécies de parasitoides quanto na liberação simultânea. Os dados permitem concluir que o parasitismo exclusivo de *Te. podisi* se mostrou maior e mais eficiente para controle de ovos de *D. melacanthus* e *E. heros* independente da sequência ou intervalo entre as espécies quando comparado a *Tr. urichi* em mistura ou parasitismo sequencial.

Palavras-chave: parasitoides de ovos, competição, interespecífica, percevejos.

COMPETITION BETWEEN *Telenomus podisi* ASHMEAD 1893 AND *Trissolcus urichi* CRAWFORD, 1913 (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE) IN EGGS OF *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) AND *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1974) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

ABSTRACT

The competition between *Telenomus podisi* Ashmead 1893 and *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 in eggs of *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) and *Euschistus heros* (Fabricius, 1974) were studied. The impact of intervals (4 to 192 hours) between the parasitism sequence on the competition between *Te. podisi* and *Tr. urichi* in eggs of *D. melacanthus* and *E. heros* was tested; and the impact of parasitism sequence on the competition between *Te. podisi* and *Tr. urichi* in *D. melacanthus* eggs. In the first bioassay (*D. melacanthus* eggs), the sequence of parasitism did not affect the number of parasitized eggs. However, the number of parasitized eggs was lower in the 96 and 192h developmental intervals. In the second bioassay (*E. heros* eggs) there was interaction between parasitism sequence and interval between parasitoid species in parasitism events for number of parasitized eggs, number of total emerged parasitoids and *Te. podisi* emerged. This interaction was not observed for the number of emerged *Tr. urichi* adults. In the third bioassay interspecific larval competition negatively affected the variables, number of parasitized eggs and number of emerged parasitoids, both in sequential releases of parasitoid species and in simultaneous release. The data allow us to conclude that *Te. podisi* exclusive parasitism was higher and more efficient for *D. melacanthus* and *E. heros* egg control regardless of the sequence or interval between species when compared to *Tr. urichi* in mixture or sequential parasitism.

Keywords: egg parasitoids, competition, interspecific, stink bug.

6.2 INTRODUÇÃO

Os percevejos da família Pentatomidae tem sido uma das principais preocupações dos agricultores que cultivam soja no Brasil e outros países. Das espécies ocorrentes, destacam-se o percevejo-marrom *Euschistus heros* (Fabricius 1974) e o percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), principalmente pela elevada densidade, dificuldades de controle e danos que ocasionam no sistema produtivo da soja cultivada na primeira safra (verão), seguido de milho cultivado na segunda safra (outono / inverno); sistema em que essas pragas se encontram bem adaptadas (BUENO et al., 2015; CORRÊA-FERREIRA & SOSA-GÓMEZ, 2017). Entretanto, apesar da importância significativa dessas espécies, a soja é na verdade atacada por uma diversidade de espécies muito maior que vem sendo frequentemente encontrada nesta cultura quando cultivada na América do Norte e América do Sul. Essa diversidade inclui aproximadamente 54 diferentes espécies (PANIZZI & SLANSKY JR, 1985), muitas das vezes havendo a ocorrência de duas ou mais espécies simultaneamente nas mesmas áreas. Isso indica que medidas de manejo que considerem a maior diversidade de espécies possível podem alcançar mais sucesso em condições de campo.

Entre as estratégias de manejo, uma que vem sendo constantemente estudada para reduzir a população de pentatomídeos em lavouras de soja, é a utilização de parasitoide de ovos, com potencial para programas de controle biológico aumentativo (CBA) (van LENTEREN et al., 2017). Atualmente, *Trissolcus basalís* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae) é recomendado e comercializado no Brasil para controle de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) (CORRÊA-FERREIRA, 2002; AGROLINK, 2019) e *Telenomus podisi* Ashmead 1893 (Hymenoptera: Platygasteridae) recomendado para controle de *E. heros* (SILVA et al., 2018) e em fase de registro nos órgãos reguladores brasileiros para sua comercialização. Entretanto, a seleção de espécies de parasitoides para uso em programas de CBA deve considerar a diversidade de pentatomídeos presentes no agroecossistema e as possíveis interações entre as diferentes espécies de parasitoides (SUJII et al., 2002). Das espécies de parasitoides ocorrentes, *Te. podisi* destaca-se pela sua agressividade no controle das pragas-alvo (PERES & CORRÊA-FERREIRA, 2004; QUEIROZ et al., 2018),

além de *Trissolcus urichi* Crawford, 1913 (Hymenoptera: Platygasteridae), que apesar de menos estudado até o momento, também pode ter um papel importante no controle biológico dessas pragas devido a sua ocorrência frequente em lavouras de soja (MEDEIROS et al., 1998; ZERBINO & PANIZZI, 2019). Entretanto, no contexto de CBA uma etapa importante a ser avaliada é a possível interação entre diferentes espécies de parasitoides que podem competir pelo mesmo nicho no ambiente e o possível impacto da liberação massiva de uma única espécie.

Competições podem existir entre parasitoides, podendo ser tanto intraespecíficas (entre indivíduos da mesma espécie) ou interespecíficas (entre indivíduos de espécies diferentes); indiretas entre fêmeas adultas que procuram ou exploram o mesmo hospedeiro, bem como na fase imatura do parasitoide, ou seja, a que ocorre entre as larvas em desenvolvimento no mesmo hospedeiro (VINSON, 1976; CUSUMANO et al., 2012; CINGOLANI et al., 2013). Em caso de competição larval, deve-se considerar a sequência em que o parasitismo ocorreu, e o intervalo de tempo entre os diferentes eventos de parasitismo no mesmo hospedeiro (TILLMAN & POWELL, 1992). Tais informações são essenciais para um melhor entendimento das interações biológicas e assim auxiliar as recomendações de uso desses agentes de controle biológico em programas de CBA. Também auxiliam para decidir pelo o uso de misturas de espécies de parasitoides nas liberações de campo visando aumentar o espectro de espécies controladas ou a eficiência da liberação. Isso é feito, por exemplo, com os inseticidas compostos por misturas de ingredientes ativos oferecidos no mercado (AGROLINK, 2019).

Diversos fatores podem influenciar a competição entre parasitoides, tais como, eficiência em encontrar o hospedeiro e sincronização fenológica com ele, tolerância às condições do ambiente, efeitos de deslocamento competitivo, disponibilidade do hospedeiro e capacidade de superar seus mecanismos de defesa e sucesso reprodutivo em relação ao competidor (fatores intrínsecos) (VINSON, 1976; HAGVAR, 1989). Sendo assim, para os programas de CBA serem bem sucedidos, é de interesse teórico e prático, o conhecimento das interações entre diferentes espécies de parasitoides, pois a competição entre espécies de agentes de controle biológico pode impactar significativamente o sucesso reprodutivo de cada competidor. Além disso, liberações inundativas de uma única espécie podem deslocar ou impactar negativamente outra espécie que ocorre naturalmente em grande abundância no ambiente, como é o exemplo de *Tr. urichi* nos ovos de

percevejos da soja. Portanto, o objetivo deste estudo foi conhecer a interação existente entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus* e *E. heros*.

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

6.3.1 Criação e obtenção dos parasitoides e seus hospedeiros

Os parasitoides foram criados de acordo com metodologia previamente descrita por Peres & Corrêa-Ferreira (2004). Foram utilizadas para criação sala climatizadas (T: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h C/E). *Telenomus podisi* originado de colônias de insetos mantidas na Embrapa Soja, Londrina, Estado do Paraná, Brasil e *Tr. urichi* proveniente da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, Brasil. Ambos parasitoides foram criados em ovos de *D. melacanthus* que foram fixados em cartelas de papel (10 cm de largura \times 12 cm de comprimento) com cola branca atóxica (30%) (Tenaz[®]). Cada cartela foi introduzida em potes plástico (2L) juntamente com uma gotícula de mel para alimentação dos adultos durante 24 horas para que ocorresse o parasitismo. Após esse período, a cartela foi retirada e colocada em outro pote plástico (2L). Os adultos de *Te. podisi* e *Tr. urichi* emergidos desses ovos foram utilizados nos bioensaios ou na manutenção das colônias.

Para criação dos percevejos foi utilizada metodologia descrita por Panizzi et al. (2000). *Dichelops melacanthus* e *E. heros* foram mantidos em gaiolas de plástico (20 cm x 20 cm x 24 cm de altura) forradas com papel filtro, onde foi colocado um pedaço de tecido de algodão para servir como substrato de oviposição. Para alimentação, foram ofertadas vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), grãos de soja (*Glycine max* L.), amendoim-cavalo (*Arachis hypogaea* L.), sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Ainton). As gaiolas foram limpas e o alimento substituído a cada 48 horas. As posturas foram retiradas diariamente sendo uma parte destinada para manutenção das colônias dos percevejos e outra armazenada em galões de nitrogênio líquido (-196°C) para posterior utilização nos experimentos e/ou utilização na criação de parasitoides. A criação ocorreu em sala climatizada [T: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h (C/ E)].

6.3.2 Impacto de intervalos entre a sequência de parasitismo na competição entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus* e *E. heros*

Dois bioensaios (um para cada espécie de hospedeiro) foram conduzidos para avaliar a competição larval entre ambas espécies de parasitoides, avaliando o que ocorria quando ovos primeiramente parasitados por *Te. podisi* eram oferecidos para *Tr. urichi*, e vice-versa, após diferentes intervalos de desenvolvimento embrionário dos parasitoides (intervalos entre parasitismo). O experimento ocorreu em delineamento em blocos, com esquema fatorial 2 (sequências de parasitismo) x 5 (intervalos entre parasitismo). As duas combinações na sequência de parasitismo foram *Te. podisi* seguida de *Tr. urichi* e *Tr. urichi* seguida de *Te. podisi*. Os cinco intervalos de desenvolvimento do parasitoide no interior dos ovos avaliados entre a sequência de parasitismo foram 4, 24, 48, 96 e 192h entre a primeira e segunda espécie. Ambos bioensaios foram conduzidos com 20 repetições. Cada repetição foi constituída do resultado médio de cinco fêmeas de *Te. podisi* individualizadas em microtubos de plástico (12 mm de diâmetro x 75 mm de altura) (quatro repetições x cinco fêmeas individualizadas por repetição = 20 fêmeas individualizadas avaliadas por tratamento), seguindo a metodologia proposta por Queiroz et al. (2017) para *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera: Platygasteridae) com gotículas (100 µl) de mel colocadas nas paredes dos microtubos de plástico para alimentação de adultos. A média dos resultados registrados de cinco fêmeas individualizadas foi usada como repetição para aumentar a representatividade do resultado para a espécie em estudo. Esse método foi escolhido porque os parasitoides de ovos de insetos são pequenos e frágeis e, portanto, vulneráveis a pequenas lesões durante a manipulação experimental, o que poderia afetar seu comportamento. O uso da média de vários parasitoides individualizados para cada repetição pode mitigar parcialmente esse potencial efeito negativo da manipulação experimental e nas análises estatísticas.

Ovos de *D. melacanthus* e *E. heros* provenientes do armazenamento em nitrogênio líquido (-196°C por tempo máximo de 6 meses) foram separados em conjuntos de 4 ovos e colados em cartelas de cartolina branca (1 cm x 6 cm). Esse tempo máximo de armazenamento foi definido de acordo com Favetti et al. (2014) que reportaram que até esse período não há nenhum prejuízo ao parasitismo. Posteriormente, essas cartelas com os ovos foram inseridas em microtubos (12 mm

de diâmetro x 75 mm altura) contendo uma fêmea de *Te. podisi* ou *Tr. urichi* (≤ 48 horas previamente acasaladas e alimentadas). O parasitismo foi permitido por 2 horas.

Em seguida os ovos permaneceram em câmaras climatizadas BODs (T: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14/10 h (C/ E) durante cinco intervalos de tempo (4, 24, 48, 96 e 192h). Esses intervalos foram escolhidos com base na duração dos estágios de imaturos relatados para *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae) (VOLKOFF & COLLAZZA, 1992; CORRÊA-FERREIRA, 2002). Após cada intervalo os ovos foram oferecidos para a outra espécie de parasitoide. O parasitismo da segunda espécie foi permitido por 2h. Em seguida as cartelas foram transferidas para outros microtubos para que ocorresse o desenvolvimento dos parasitoides em câmaras climatizadas. Após o período de desenvolvimento, foi contabilizado o número de ovos parasitados, número de adultos do parasitoide e o número de cada espécie que emergiu para os tratamentos.

6.3.3 Impacto da sequência de parasitismo na competição entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus*

Esse bioensaio foi conduzido para avaliar o efeito da sequência de parasitismo na qual os ovos hospedeiros são expostos aos parasitoides. Além disso, esse trabalho comparou quando os parasitoides estudados foram espécies diferentes ou a mesma espécie para avaliar a competição em liberações sequenciais e simultânea dos parasitoides em ovos de *D. melacanthus*. Ovos de *D. melacanthus* foram escolhidos porque através dos resultados nos bioensaios anteriores foi possível verificar um melhor desempenho competitivo de *Te. podisi* em ovos de *E. heros*, e desempenhos similares dos parasitoides em ovos de *D. melacanthus*. A partir disso, o bioensaio foi conduzido com ovos de *D. melacanthus* em delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições, utilizando fêmeas de *Te. podisi* e *Tr. urichi* com $>48\text{h}$ de vida previamente copuladas e alimentadas.

Nas liberações sequenciais, uma fêmea de *Tr. urichi* foi liberada em microtubos (12 mm de diâmetro x 75 mm altura) onde possuía uma cartela de cartolina branca (1 cm x 6 cm) contendo 5 ovos de *D. melacanthus*, sendo permitido o parasitismo por 2 horas (GOLIN, 2014). Após a retirada dessa fêmea, logo foi inserida uma fêmea de *Te. podisi*, que permaneceu por duas horas no microtubo

com os ovos (*Tr. urichi* seguida de *Te. podisi*). A próxima liberação sequencial ocorreu concomitante a esse, sendo alternada a ordem das espécies de fêmeas expostas aos ovos (*Te. podisi* seguida de *Tr. urichi*). Como tratamento controle foram utilizadas fêmeas de mesma espécie liberadas em sequência (*Tr. urichi* seguida de *Tr. urichi*) e (*Te. podisi* seguida de *Te. podisi*). E por fim, uma fêmea de cada espécie foi liberada simultaneamente (*Tr. urichi* + *Te. podisi*) sendo parasitismo permitido por apenas 2 horas por haver dois parasitoides (1 de cada espécie) no mesmo recipiente. As variáveis avaliadas em todos bioensaios foram o número de ovos parasitados e de adultos emergidos e a qual espécie pertencia.

6.3.4 Análise dos dados

Os resultados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise exploratória para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos (SHAPIRO & WILK, 1965), homogeneidade de variância dos tratamentos e aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA (BURR & FOSTER, 1972). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa de análises estatísticas SAS (SAS INSTITUTE, 2009).

6.4 RESULTADOS

6.4.1 Impacto de intervalos entre eventos de parasitismo na competição entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus* e *E. heros*

As sequências de parasitismo estudadas de *Te. podisi* seguido de *Tr. urichi* (*Te. podisi* → *Tr. urichi*) ou *Tr. urichi* seguido de *Te. podisi* (*Tr. urichi* → *Te. podisi*) não afetou o número de ovos parasitados de *D. melacanthus* ($p_{\text{sequência}} = 0,3867$; $F_{\text{sequência}} = 0,77$). Entretanto, o número de ovos parasitados independentemente da sequência em que ocorreu o parasitismo foi menor nos intervalos de desenvolvimento de 96 e 192 h ($p_{\text{intervalo}} = <0,0001$; $F_{\text{intervalo}} = 9,12$). Para o número de parasitoides emergidos não houve diferença em ambas variáveis avaliadas, sequência de parasitismo ($p_{\text{sequência}} = 0,3819$; $F_{\text{sequência}} = 0,79$) e intervalo entre as espécies de parasitoides na sequência parasitismo ($p_{\text{intervalo}} = 0,1072$; $F_{\text{intervalo}} = 2,09$) (Tabela 1).

No segundo bioensaio (ovos de *E. heros*) houve interação entre sequência de parasitismo e intervalo entre as espécies de parasitoides nos eventos de parasitismo

para número de ovos parasitados ($p_{\text{sequência*intervalo}}=0,0007$; $F_{\text{sequência*intervalo}}=6,43$) (**Tabela 2**), número de parasitoides emergidos totais ($p_{\text{sequência*intervalo}}=0,0094$; $F_{\text{sequência*intervalo}}=4,07$) (**Tabela 3**) e de *Te. podisi* emergidos ($p_{\text{sequência*intervalo}}<0,0001$; $F_{\text{sequência*intervalo}}=10,75$) (**Tabela 4**). Diferentemente, essa interação não foi observada para o número de adultos de *Tr. urichi* emergidos ($p_{\text{sequência*intervalo}}=0,1972$; $F_{\text{sequência*intervalo}}=1,61$) (**Tabela 5**).

O número de ovos parasitados na sequência *Te. podisi* (2h) → *Tr. urichi* (2 h) foi igual independente do intervalo entre a exposição dos ovos para *Te. podisi* e posteriormente *Tr. urichi*. Diferentemente, quando *Tr. urichi* foi o primeiro parasitoide em contato com o hospedeiro, o número de ovos parasitados foi maior para os intervalos entre as espécies de parasitoides de 4 e 24 horas. Com isso a sequência *Te. podisi* (2h) → *Tr. urichi* (2 h) propiciou maior número de ovos parasitados no intervalo de parasitismo de 48h, 96h e 192h em comparação com a sequência *Te. urichi* (2 h) → *Te. podisi* (2h) (**Tabela 2**).

Resultados semelhantes foram verificados para o número total de parasitoides emergidos, onde na sequência *Te. podisi* seguida de *Tr. urichi* (*Te. podisi* → *Tr. urichi*) não houve diferença entre os intervalos das espécies de parasitoides, enquanto na sequência *Tr. urichi* seguida de *Te. podisi* (*Tr. urichi* → *Te. podisi*) apresentou maior número de parasitoides emergidos (nos intervalos de 4 e 24 h). Assim como número de ovos parasitados, a sequência *Tr. urichi* (2h) → *Te. podisi* (2 h) propiciou maior número de parasitoides totais emergidos no intervalo de parasitismo de 48h, 96h e 192h em comparação com sequência *Te. podisi* (2h) → *Tr. urichi* (2 h) (**Tabela 3**).

A sequência em que ocorreu o parasitismo foi determinante na formação da progênie, prevalecendo o maior número de insetos da espécie que parasitou primeiro. Portanto, quando *Te. podisi* parasitou os ovos *D. melacanthus* primeiro, prevaleceu o maior número de descendentes dessa espécie (*Te. podisi*) ($p_{\text{sequência}} = <0,0001$; $F_{\text{sequência}} = 27,33$), independente do intervalo de desenvolvimento larval ($p_{\text{intervalo}} = 0,2044$; $F_{\text{intervalo}} = 1,58$). Da mesma forma, quando *Tr. urichi* ovipositou primeiro, este foi predominante na progênie, com maior quantidade de descendentes dessa espécie ($p_{\text{sequência}} = <0,0001$; $F_{\text{sequência}} = 32,13$) em ovos de *D. melacanthus* (**Tabela 1**) ou ovos de *E. heros* (**Tabelas 4 e 5**).

6.4.2 Impacto da sequência de parasitismo na competição entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em ovos de *D. melacanthus*

A competição larval interespecífica afetou negativamente as variáveis, número de ovos parasitados e o número de parasitoides emergidos ($p = 0,0001$; $F = 12,25$ e $p = 0,0002$; $F = 11,87$), tanto nas liberações sequenciais (*Te. podisi* seguida de *Tr. urichi*; *Tr. urichi* seguida de *Te. podisi*) quanto na liberação simultânea (*Te. podisi* + *Tr. urichi*). Apenas na competição larval intraespecífica sequencial (*Te. podisi* seguida de *Tr. podisi*) essas variáveis não foram prejudicadas apresentando maior parasitismo e maior número de parasitoides emergidos (**Tabela 6**).

Em geral, as liberações sequenciais e simultâneas interespecíficas reduziram a produção de sua progênie, independente da ordem de liberação. Por outro lado, a progênie onde foram feitas liberações sequenciais de *Te. podisi* seguida de *Tr. podisi* apresentou maiores números de descendentes quando comparados aos demais tratamentos ($p = \leq 0,0001$; $F = 72,14$ e $p = \leq 0,0001$; $F = 23,66$) (**Tabela 6**).

6.5 DISCUSSÃO

A competição entre parasitoides foi anteriormente relatada para outras espécies de himenópteros (AGBOKA et al., 2002; COLLIER et al., 2002; CARNEIRO et al., 2009; CUSUMANO et al., 2012) mas até onde conhecemos este é o primeiro trabalho avaliando a possível competição existente entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* em diferentes hospedeiros. Considerando essa ausência de informação com relação a competição entre *Te. podisi* e *Tr. urichi* e principalmente a importância desses dois agentes de controle biológico de percevejos, o presente estudo traz informações essenciais para o sucesso do controle biológico aumentativo (CBA). Essas informações podem indicar o quanto o controle das diferentes espécies de percevejos poderá ser impactado, e também como uma espécie quando liberada massalmente pode impactar a ocorrência natural da outra espécie em campo.

O menor parasitismo observado em ovos de *D. melacanthus* que já haviam sido previamente oferecidos aos parasitoides em intervalos de 96 e 192 horas é certamente devido a deterioração mais rápida desses hospedeiros em ambos tratamentos, pois tiveram 96 e 192 horas de deterioração após sua retirada do nitrogênio líquido onde estavam armazenados. A qualidade do hospedeiro tem grande influência no parasitismo, sobrevivência e crescimento do parasitoides, entre

outras características biológicas. É importante ressaltar que a progênie do parasitoide pode não ser capaz de se desenvolver se um hospedeiro inadequado for parasitado (GODFRAY, 1994). Ovos armazenados após sua retirada do nitrogênio líquido iniciam um processo de oxidação, tendo suas superfícies gradualmente escurecidas. Acredita-se que este escurecimento desencadeia estímulos de rejeição no comportamento de parasitismo, de acordo com a percepção sensorial observada em insetos da ordem Hymenoptera (PEITSCH et al., 1992; OSORIO & VOROBYEV, 2008). Isso certamente influenciou no parasitismo da espécie seguinte. A teoria ótima de forrageamento prediz que os organismos devem encontrar, avaliar e explorar recursos que contenham mais energia para maximizar seu desempenho biológico. Stephens & Krebs (1986) confirmaram essa teoria, demonstrando que os consumidores tendem a evitar itens que geram baixo retorno líquido de energia e se especializam em itens energeticamente mais recompensadores. Sendo assim, ovos mais velhos (96 e 192 horas) ao reduzirem sua qualidade nutricional são menos parasitados por espécies de parasitoides que reconhecem esse valor nutricional. Sendo assim, vale ressaltar o número de ovos parasitados de *E. heros* semelhante, independente do intervalo de parasitismo na sequência *Te. podisi* (2h) → *Tr. urichi* (2 h) é devido ao maior parasitismo da primeira espécie em duas horas de exposição foi capaz de parasitar a maioria dos ovos oferecidos. Isso é evidente no número de *Tr. urichi* emergidos que é sempre inferior ao de *Te. podisi*.

É importante considerar que nesse cenário, que ambos parasitoides avaliados requerem em média 17 horas para o desenvolvimento do ovo até larva, quatro dias de larvas até pupa e seis dias de pupas até adultos quando mantidos a 25°C (CORRÊA-FERREIRA, 2002). Portanto, nos quatro a cinco primeiros dias as larvas do parasitoide estão consumindo os nutrientes do ovo, sendo que na fase de pupa, todas as reservas energéticas do hospedeiro já podem ter se esgotado, explicando o menor parasitismo as 96 e 192 horas. Conforme os resultados obtidos a fase mais crítica para ocorrer o segundo parasitismo é, portanto nas primeiras 48 horas para ovos de *D. melacanthus* e 24 horas para ovos de *E. heros*.

A ordem que ocorreu a oviposição de cada espécie em ovos de *D. melacanthus* e *E. heros*, influenciou diretamente na proporção de descendentes, ou seja, prevalecendo o maior número de parasitoides que ovipositaram primeiro. O contato inicial do parasitoide com o ovo hospedeiro é seguido pelo exame dos ovos através do comportamento de “tamborilamento” com uso das antenas. Após o

exame ter sido concluído, a fêmea ou rejeita o hospedeiro ou oviposita nele. Após a deposição do ovo, a fêmea marca o ovo hospedeiro, passando o ovipositor na superfície do ovo parasitado (WILSON, 1961; COLLAZA et al., 1996; QUEIROZ et al., 2019). Essa marcação feita pela fêmea da espécie que parasitou primeiro (*Te. podisi* primeiro e depois *Tr. urichi*, e vice-versa) serviu de identificação, reduzindo ou até mesmo impedindo o parasitismo dos ovos pela segunda espécie. No entanto, de acordo com Cingolani et al. (2012), a marcação dos ovos pode ser reconhecida por outras espécies, não impedindo o parasitismo da segunda espécie. Porém, o intervalo de oviposição entre as espécies é determinante para definir a progênie (HOKYO et al., 1966; CUSUMANO et al., 2011). A possível competição entre as espécies pode levar a morte de um dos competidores, ou até mesmo dos dois competidores (SUJII et al., 2002). Como pode ser observado nos resultados obtidos, nas primeiras 48 horas em ovos de *D. melacanthus* e nas primeiras 24 horas em ovos de *E. heros*, apesar do maior número de ovos parasitados, o número de parasitoides emergidos não diferiu devido a morte maior dos parasitoides nesses ovos mais jovens devido a competição larval. Além disso, fêmeas de parasitoides, a partir da inserção do ovipositor, pode destruir os ovos do hospedeiro sem ovipositar neles (comportamento ovicida heteroespecífica) inviabilizando-os (NETTING & HUNTER, 2000; COLLIER et al., 2007).

Assim, de acordo com os resultados, a interação entre as duas espécies foi menos favorável para *Tr. urichi*, pois, independentemente da sequência, sendo o primeiro ou o segundo a ovipositar os ovos de *D. melacanthus* e *E. heros*, o número de descendentes emergidos foi sempre menor do que para *Te. podisi*. Além disso, *Te. podisi* é a espécie dominante nesses hospedeiros em campo, enquanto *Tr. urichi* foi registrado apenas quando a abundância do hospedeiro era alta (MEDEIROS et al., 1998; LAUMANN et al., 2010; PAZ-NETO et al., 2015). Sendo assim, essa maior agressividade do *Te. podisi* em relação ao *Tr. urichi* pode afetar a coexistência de espécies e a estrutura da comunidade em campo (GODFRAY, 1994). Portanto, concluímos que o parasitismo exclusivo de *Te. podisi* se mostrou maior e, portanto, mais eficiente para controle de ovos de *D. melacanthus* e *E. heros* independente da sequência ou intervalo entre as espécies quando comparado a *Tr. urichi* em mistura ou parasitismo sequencial. Entretanto, a vantagem competitiva observada em *E. heros* poderá aos longos do ano propiciar o deslocamento do *Tr. urichi* desse nicho

(percevejos da soja) o que precisa ser acompanhado em levantamentos faunísticos periódicos após adoção frequente de liberações massais de *Te. podisi*.

6.6 REFERÊNCIAS

AGBOKA, K.; SCHULTHESS, F.; CHABI-OLAYE, A.; LABO, I.; GOUNOU S.; SMITH, H. Self-, intra-, and interspecific host discrimination in *Telenomus busseolae* Gahan and *T. Isis* Polaszek (Hymenoptera: Scelionidae), sympatric egg parasitoids of the African cereal stem borer *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Insect Behavior**, v. 15, p. 1–12, 2002.

AGROLINK. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito>>. Acesso em: 20 out. 2019.

BUENO, A. F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ROGGIA, S.; BIANCO, R. Silenciosos e daninhos. **Revista Cultivar**, v. 196, p. 25–27, 2015.

BURR, I.W. & FOSTER, L.A. A Test for Equality of Variances. University of Purdue, West Lafayette, 1972.

CARNEIRO, T. R.; FERNANDES, O. A.; CRUZ, I. Influence of females intraspecific competition and lack of host on *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitism on *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) eggs. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 482-486, 2009.

CINGOLANI, M. F.; GRECO, N. M.; & LILJESTHRÖM, G. G. Multiparasitism of *Piezodorus guildinii* eggs by *Telenomus podisi* and *Trissolcus urichi*. **BioControl**, v. 58, p. 37-44, 2013.

COLAZZA, S.; ROSI, M. C.; SEBASTIANI, P.; URSINI, M. Host acceptance behavior in the egg parasitoid *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) [oviposition behavior, superparasitism, kinematic graphs, Markov chains, *Nezara viridula*]. **Acta Oecologica**, v. 17, p. 109-125, 1996.

COLLIER, T. R.; HUNTER, M. S.; & KELLY, S. E. Heterospecific ovicide influences the outcome of competition between two endoparasitoids, *Encarsia formosa* and *Encarsia luteola*. **Ecological Entomology**, v. 32, p. 70-75, 2007.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; & SOSA-GÓMEZ, D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. **Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E)**, 2017.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Trissolcus basal* para controle de percevejos na soja. pages 449-476. In: Parra, J.R., Botelho, P.S.M., Corrêa-Ferreira, B.S., Bento, J.M.S. (Editores) Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores. Editora Manole Ltda São Paulo 635p; Utilização do parasitoide *Trissolcus basal* (Wollaston) no controle de percevejos da soja. Embrapa, Londrina, Brazil, 2002.

CUSUMANO, A.; PERI, E.; VINSON, S. B.; & COLAZZA, S. Interspecific extrinsic and intrinsic competitive interactions in egg parasitoids. **BioControl**, 57, 719-734, 2011.

CUSUMANO, A.; PERI, E.; VINSON, S. B.; COLAZZA, S. The ovipositing female of *Ooencyrtus telenomicida* relies on physiological mechanisms to mediate intrinsic competition with *Trissolcus basal*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 143, p. 155–163, 2012.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; DOETZER, A. K. Storage of *Euschistus heros* eggs (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) in liquid nitrogen for parasitization by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v. 1, p. 291-293, 2014.

FAVETTI, B. M.; KRINSKI, D.; BUTNARIU, A. R.; LOIÁCONO, M.S. Egg parasitoids of *Edessa meditabunda* (Fabricius) (Pentatomidae) in lettuce crop. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, p. 236-237, 2013.

FOLLETT, P. A.; DUAN, J.; MESSING, R. H.; JONES, V. P. Parasitoid drift after biological control introduction:re-examining Pandora's box. **American Entomologist**, v. 46, p. 82-94, 2000.

GODFRAY, H. C. J. Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press, Princeton, USA, 1994.

GOLIN, V. Incidência natural, biologia, seletividade e efeito de liberações inoculativas de parasitoides de ovos (Hymenoptera: Platygasteridae) no controle de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) no Mato Grosso. Tese (Doutorado), 2014.

HAGVAR, E. B. Interspecific competition in parasitoids, with implications for biological-control. **Acta Entomologica Bohemoslovaca**, v. 86, p. 321-335, 1989.

HOKYO, N.; KIRITANI, K.; NAKASUJI, F.; SHIGA, M. Comparative biology of the two scelionid egg parasites of *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 1, p. 94-102, 1966.

LAUMANN, R. A.; MORAES, M. C. B.; SILVA, J. P. D.; VIEIRA, A. M. C.; SILVEIRA, S. D.; BORGES, M. Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 442-449, 2010.

MEDEIROS, M. A.; LOIÁCONO, M. S.; BORGES, M.; SCHMIDAT, F. V. G. Incidência natural de parasitoides em ovos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) encontrados na soja no distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 1431–1435, 1998.

NETTING, J. F.; HUNTER, M. S. Ovicide in the white fly parasitoid, *Encarsia formosa*. **Animal Behaviour**, v. 60, p. 217–226, 2000.

OSORIO, D., & VOROBYEV, M. A review of the evolution of animal colour vision and visual communication signals. **Vision research**, v.48, 2042-2051, 2008.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P.; SANTOS, C. H.; CARVALHO, D. R. Rearing the southern green stink bug using artificial dry diet and artificial plant. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1709–1715, 2000.

PANIZZI, A. R.; SLANSKY, J. R. F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. *Florida Entomologist* 68, 184-214, 1985. PAZ-NETO, A. D. A., QUERINO, R. B., MARGARÍA, C. B. Egg parasitoids of stink bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on soybean and cowpea in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 98, p. 929–932, 2015.

PEITSCH, D.; FIETZ, A.; HERTEL, H.; DE SOUZA, J.; VENTURA, D. F.; MENZEL, R. The spectral input systems of hymenopteran insects and their receptor-based colour vision. **Journal of Comparative Physiology**, v. 170, p. 23-40, 1992.

PERES, W. A. A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basalus* (Hymenoptera: Scelionidae) on

eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, 457-462, 2004.

QUEIROZ, A. P.; TAGUTI, E. A.; BUENO, A. F.; GRANDE, M. L. M.; COSTA, C. O. Host Preferences of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae): Parasitism on Eggs of *Dichelops melacanthus*, *Euschistus heros*, and *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 47, p. 543-552, 2018.

QUEIROZ, A. P.; FAVETTI, B. M.; LUSKI, P. G. G.; GONÇALVES, J.; NEVES, P. O. J.; BUENO, A. F. *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitism on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs: different parasitoid and host egg ages. **Semina Ciências Agrárias**, v. 40, p. 2933-2946, 2019.

SAS INSTITUTE. (2009) SAS User's Guide: Statistics, Version 8e. SAS Institute, Cary, NC, 2009.

SILVA, G. V.; BUENO, A. F.; NEVES, P. M. O. J.; FAVETTI, B. M. Biological Characteristics and Parasitism Capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) on Eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 210-220, 2018.

SUJII, E. R., COSTA, M. L. M., PIRES, C. S. S., COLAZZA, S., & BORGES, M. Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 37, p. 1541-1549, 2002.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, 591-611, 1965.

STEPHENS, D. W. KREBS, J. R. Foraging Theory. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, 1986.

TILLMAN, P. G.; POWELL, J. E. Interspecific discrimination and larval competition among *Microplitis demolitor*, *Cotesia kazak* (Hym.: Braconidae), and *Hyposoter didymator* (Hym.: Ichneumonidae), parasitoids of *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae). **Entomophaga**, v. 37, p. 439-451, 1992.

van LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 63, p. 39-59, 2018.

VINSON, S. B. Host selection by insect parasitoids. **Annual review of entomology**, v. 21, p. 109-133, 1976.

VOLKOFF, N.; COLAZZA, S. Growth patterns of teratocytes in the immature stages of *Trissolcus basalis* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, v. 21, p. 323-336, 1992.

ZERBINO, M. S. & PANIZZI, A. R. The underestimated role of pest pentatomid parasitoids in Southern South America. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 1-16, 2019.

WILSON, F. Adult reproductive behaviour in *Asolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Australian Journal of Zoology**, v. 9, p. 739-751, 1961.

Tabela 1. Número de ovos de *Dichelops melacanthus* parasitados, parasitoides emergidos total e por espécie, em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) e sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h - *Trissolcus urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h).

Variável	Parâmetros biológicos ¹		Progênie ¹		
	Ovos parasitados	Parasitoides emergidos ²	<i>Te. podisi</i>	<i>Tr. urichi</i> ²	
Sequência de parasitismo	<i>Te. podisi</i> → <i>Tr. urichi</i>	13,85 ± 1,22 ^{ns}	8,65 ± 0,64 ^{ns}	7,30 ± 0,74 A	1,35 ± 0,46 B
	<i>Tr. urichi</i> → <i>Te. podisi</i>	12,7 ± 1,33	7,90 ± 0,77	3,00 ± 0,50 B	4,90 ± 0,64 A
Intervalo entre as espécies de parasitoides	4h	14,38 ± 1,57 ab	9,25 ± 0,90 ^{ns}	4,50 ± 0,82 ^{ns}	4,75 ± 0,53 a
	24h	17,25 ± 0,77 a	9,00 ± 0,94	6,62 ± 0,75	2,38 ± 1,03 ab
	48h	17,50 ± 1,22 a	9,75 ± 1,11	6,00 ± 1,52	3,75 ± 1,45 ab
	96h	8,75 ± 2,03 b	6,63 ± 1,29	4,88 ± 1,48	1,75 ± 0,94 b
	192h	8,50 ± 1,55 b	6,75 ± 0,99	3,75 ± 1,50	3,00 ± 1,18 ab
Estatística	CV (%)	31,19	19,62	50,51	27,65
	F _{sequência}	0,77	0,79	27,33	32,13
	F _{intervalo}	9,12	2,09	1,58	3
	F _{sequência*intervalo}	1,36	0,67	2,23	2,52
	p _{sequência}	0,3867	0,3819	<0,0001	<0,0001
	p _{intervalo}	<0,0001	0,1072	0,2044	0,0339
	p _{sequência*intervalo}	0,2704	0,6211	0,0894	0,0617

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna dentro de cada variável não diferem estatisticamente entre si (Teste de Tukey, $p > 0,05$). ²Médias originais seguidas da análise realizada nos dados transformados em \sqrt{x} . ^{ns}ANOVA não significativa.

Tabela 2. Número de ovos de *Eushistus heros* parasitados em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) por espécies de parasitoides e sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h - *Trissolcus urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h).

Intervalo entre as espécies de parasitoides	Sequência de parasitismo ^{1,2}	
	<i>Te. podisi</i> → <i>Tr. urichi</i>	<i>Tr. urichi</i> → <i>Te. podisi</i>
4 h	9,25 ± 2,29 aA	11,00 ± 1,16 aA
24 h	11,75 ± 2,02 aA	8,50 ± 2,33 abA
48 h	9,67 ± 0,62 aA	1,75 ± 0,75 cB
96 h	10,00 ± 1,78 aA	3,75 ± 1,11 bcB
192 h	13,67 ± 1,89 aA	3,25 ± 1,31 cB
Estatística	CV (%)	27,01
	F _{sequência}	36,12
	F _{intervalo}	4,88
	F _{sequência*intervalo}	6,43
	p _{sequência}	<0,0001
	p _{intervalo}	0,0038
	p _{sequência*intervalo}	0,0007

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (Teste de Tukey, $p > 0,05$). ²Médias originais seguidas da análise realizada nos dados transformados em \sqrt{X} .

Tabela 3. Número de parasitoides emergidos total e por espécie em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) para as espécies de parasitoides e sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h - *Trissolcus urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h) em ovos de *Eushistus heros*.

Intervalo entre as espécies de parasitoides	Sequência de parasitismo ^{1,2}	
	<i>Te. podisi</i> → <i>Tr. urichi</i>	<i>Tr. urichi</i> → <i>Te. podisi</i>
4 h	7,25 ± 2,05 aA	8,00 ± 1,00 aA
24 h	7,75 ± 1,03 aA	5,50 ± 0,87 abA
48 h	5,67 ± 0,24 aA	1,75 ± 0,75 bB
96 h	10,00 ± 1,78 aA	3,75 ± 1,11 abB
192 h	10,33 ± 1,70 aA	2,75 ± 0,85 bB
Estatística	CV (%)	17,44
	F _{sequência}	27,21
	F _{intervalo}	3,51
	F _{sequência*intervalo}	4,07
	p _{sequência}	<0,0001
	p _{intervalo}	0,0182
	p _{sequência*intervalo}	0,0094

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (Teste de Tukey, $p > 0,05$). ²Médias originais seguidas da análise realizada nos dados transformados em \sqrt{x} .

Tabela 4. Número de *Telenomus podisi* emergidos de ovos de *Eushistus heros* após o parasitismo em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) entre as espécies de parasitoides e sequência de parasitismo (*Te. podisi* 2 h - *Trissolcus urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h).

Intervalo entre as espécies de parasitoides	Sequência de parasitismo ^{1, 2}	
	<i>Te. podisi</i> → <i>Tr. urichi</i>	<i>Tr. urichi</i> → <i>Te. podisi</i>
4 h	5,75 ± 2,06 aA	6,00 ± 0,58 aA
24 h	7,50 ± 1,04 aA	4,00 ± 0,41 abB
48 h	5,67 ± 0,24 aA	0,00 ± 0,00 cB
96 h	10,00 ± 1,78 aA	2,00 ± 0,82 bcB
192 h	10,33 ± 1,70 aA	0,00 ± 0,00 cB
Estatística	CV (%)	17,93
	F _{sequência}	85,07
	F _{intervalo}	5,21
	F _{sequência*intervalo}	10,75
	p _{sequência}	<0,0001
	p _{intervalo}	0,0026
	p _{sequência*intervalo}	<0,0001

¹Médias ± EPM seguidas pela letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (Teste de Tukey, $p > 0,05$). ²Médias originais seguidas da análise realizada nos dados transformados em \sqrt{x} .

Tabela 5. Número de *Trissolcus urichi* emergidos de ovos de *Eushistus heros* após o parasitismo em diferentes intervalos (4, 24, 48, 96 e 192 h) entre as espécies de parasitoides e sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h – *Tr. urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h).

Variável		<i>Tr. urichi</i> ^{1, 2}
Sequência de parasitismo	<i>Te. podisi</i> → <i>Tr. urichi</i>	0,35 ± 0,17 B
	<i>Tr. urichi</i> → <i>Te. podisi</i>	1,95 ± 0,36 A
Intervalo entre as espécies de parasitoides	4h	1,75 ± 0,70 ^{ns}
	24h	0,88 ± 0,35
	48h	0,88 ± 0,48
	96h	0,88 ± 0,40
	192h	1,38 ± 0,65
Estatística	CV (%)	25,45
	F _{sequência}	22,19
	F _{intervalo}	0,84
	F _{sequência*intervalo}	1,61
	ρ _{sequência}	<0,0001
	ρ _{intervalo}	0,5115
	ρ _{sequência*intervalo}	0,1972

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna dentro de cada variável não diferem estatisticamente entre si (Teste de Tukey, $p > 0,05$). ²Médias originais seguidas da análise realizada nos dados transformados em $\sqrt{X + 1}$.

Tabela 6. Número de ovos de *Dichelops melacanthus* parasitados, parasitoides emergidos total e por espécie em diferentes sequências de parasitismo (*Telenomus podisi* 2 h - *Trissolcus urichi* 2 h ou *Tr. urichi* 2 h - *Te. podisi* 2 h).

Sequência de parasitismo	Parâmetros biológicas ¹		Progênie ¹	
	Ovos parasitados	Parasitoides emergidos	<i>T. podisi</i>	<i>T. urichi</i>
<i>Te. podisi</i> (2h) → <i>Tr. urichi</i> (2h)	7,00 ± 1,96 b	6,50 ± 1,94 b	3,25 ± 1,31 bc	3,25 ± 0,63 bc
<i>Te. urichi</i> (2h) → <i>Tr. podisi</i> (2h)	8,00 ± 0,91 b	8,00 ± 0,91 b	5,50 ± 0,65 b	2,50 ± 0,65 bc
<i>Te. podisi</i> (2h) → <i>Te. podisi</i> (2h)	18,25 ± 0,85 a	17,50 ± 0,87 a	17,50 ± 0,87 a	0,00 ± 0,00 c
<i>Tr. urichi</i> (2h) → <i>Tr. urichi</i> (2h)	11,50 ± 0,65 b	10,50 ± 0,87 b	0,00 ± 0,00 c	10,50 ± 0,87 a
<i>Tr. urichi</i> + <i>Te. podisi</i> (2h)	12,00 ± 1,47 b	10,50 ± 1,19 b	5,00 ± 0,41 b	5,50 ± 1,32 b
CV (%)	22,26	23,11	25,04	37,42
F	12,25	11,87	72,14	23,66
P	0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001

¹Médias ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (Teste de Tukey, $p > 0,05$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura tem se intensificado em todo o mundo e está em constante transformação na busca cada vez mais de eficiência e rentabilidade. O uso intensivo das áreas com culturas sucessivas ao longo ano, tem proporcionado alimento abundante o que conseqüentemente facilita a multiplicação de insetos nas lavouras. Nesse sentido, o presente estudo apresenta informações promissoras para entendimento do comportamento de *D. melacanthus* no atual cenário produtivo, além de trazer informações que visam o controle químico e também a utilização de agentes de controle biológico para manejo desse percevejo.

A ocorrência de *D. melacanthus* pode ser vista como reflexo direto da alteração dos sistemas produtivo. A junção de diferentes composições alimentares que ocorrem nesse cenário com grande oferta de alimento, ou seja, soja cultivada no verão e milho segunda safra, associado a presença de plantas hospedeiras, como trapoeraba e a presença de grãos caídos remanescentes da cultura da soja, oferece as condições adequadas para o desenvolvimento desse percevejo. Nesse contexto, com esse estudo fica evidente que para o manejo *D. melacanthus* requer estratégias que se concentrem não apenas no período da safra ou na área da cultura sendo manejada, mas que leve em consideração o sistema produtivo como um todo, em áreas extensas que compõem a paisagem agrícola.

Buscando fornecer informações para o manejo químico de *D. melacanthus*, o tratamento, Mip-Soja e Controle tardio de percevejos na cultura da soja é considerada uma alternativa viável para para redução de populações do percevejo barriga-verde na cultura do milho. Porém, a Dessecação em R7 com adição de inseticida para controle de percevejos não proporcionou controle efetivo, além disso, a utilização de sementes tratadas para controle de *D. melacanthus* em milho não pode ser vista como uma única estratégia de manejo, visto que não reduziu a densidade populacional e a injúria causada pelo percevejo às plantas.

Além do controle químico para manejo de *D. melacanthus* o controle biológico com a utilização de parasitoides de ovos é uma das estratégias que tem grande potencial para o manejo de pragas. Sendo assim, com os resultados desse estudo, o parasitoide, *Te. podisi* apresentou preferência hospedeira por ovos de *D. melacanthus* e também por ovos *P. nigrispinus* em comparação com *E. heros*.

Porém, o hospedeiro comum utilizado para criação em laboratório (*E. heros*) não teve impacto na decisão do parasitoide, ou seja, este resultado sugere que espécies de parasitoides podem ser criadas por gerações sucessivas em ovos de *E. heros* sem afetar sua capacidade de parasitar outras espécies de percevejos no campo. Além da utilização de *Te. podisi*, quando avaliado o parasitoide *Tr. urichi*, de ocorrência natural em lavouras de soja, os ovos *E. heros* se mostrou um hospedeiro superior para *Tr. urichi* em comparação com *D. melacanthus*, embora o parasitoide tenha também parasitismo aceitável e capacidade de desenvolvimento em *D. melacanthus*.

Por fim, quando avaliado a possível interação competitiva entre essas duas espécies de parasitoide, *Te. podisi* se mostrou mais agressivo que *Tr. urichi*, apresentando mais eficiência para controle de ovos de *D. melacanthus* e *E. heros* independente da sequência ou intervalo entre as espécies em mistura ou parasitismo sequencial. Sendo assim, *Te. podisi* apresentou uma vantagem competitiva em *E. heros*, o que ao longo dos anos poderá propiciar o deslocamento do *Tr. urichi* desse nicho (percevejos da soja).

REFERÊNCIAS DA TESE

ABEL, C. A.; SNODGRASS, G. L.; GORE, J. A cultural method for the area-wide control of tarnished plant bug *Lygus lineolaris* pp. 497-504 in Vreysen, M.J.B., Robinson, A.S. & Hendrichs, J. (Eds.) Area-Wide control of insect pests from research to field implementation, Vol. 1. Springer, Dordrecht, 2007.

AGBOKA, K.; SCHULTHESS, F.; CHABI-OLAYE, A.; LABO, I.; GOUNOU S.; SMITH, H. Self-, intra-, and interspecific host discrimination in *Telenomus busseolae* Gahan and *T. Isis* Polaszek (Hymenoptera: Scelionidae), sympatric egg parasitoids of the African cereal stem borer *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Insect Behavior**, v. 15, p. 1–12, 2002.

AGROLINK. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito>>. Acesso em: 20 out. 2019.

ALBUQUERQUE, F. A.; BORGES, L. M.; IACONO, T. O.; CRUBELATI, N. C. S.; SINGER, A. C. Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, p.15- 25, 2006.

ALVAREZ, A. E.; TJALLINGII, W. F.; GARZO, E.; VLEESHOUWERS, V.; DICKE, M.; VOSMAN, B. Location of resistance factors in the leaves of potato and wild tuberbearing *Solanum* species to the aphid *Myzus persicae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 121, p. 145-157, 2006.

ANVISA. Disponível em: <<https://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

AVILA, C. J.; FANIZZI, A. R. Occurrence and damage by *Dichelops* (*Neodichelops*) *melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on corn. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 193-194, 1995.

ÁVILA, C. J.; DUARTE, M. M. Eficiência de inseticidas, aplicados nas sementes e em pulverização, no controle do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), na cultura do milho. **BioAssay**, v.7, p.1-6, 2012.

BAI, B.; LUCK, R. F.; FORSTER, L.; STEPHENS, B.; JANSSEN, J. A. M. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 64, p. 37-48, 1992.

BEHMER, S.T. Insect herbivore nutriente regulation. **Annual Review of Entomology**, v. 54, p. 165-187, 2009.

BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. E. Behavior: the process of host-plant selection. **Host-plant selection by phytophagous insects**, p. 95-165, 1994.

BIANCO, R.; NISHIMURA, M. Efeito do tratamento de sementes de milho no controle do percevejo barriga verde (*Dichelops furcatus*). **Congresso Brasileiro de Entomologia**, 17, p. 203, 1998.

BIANCO, R. O percevejo barriga-verde no milho e no trigo em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, V. 89, p.46-51, 2005.

BIN, F.; VINSON, S. B.; STRAND, M. R.; COLAZZA, S.; JONES, W. A. Source of an egg kairomone for *Trissolcus basal*, a parasitoid of *Nezara viridula*. **Physiological Entomology**, v. 18, p. 7-15, 1993.

BORGES, M.; ALDRICH, J. R. Attractant pheromone for Nearctic stink bug, *Euschistus obscurus* (Heteroptera: Pentatomidae): insight in to a Neotropical relative. **Journal of Chemical Ecology**, v. 20, p. 1095-1102, 1994.

BORTOLOTTI, O.; C.; SILVA, G. V.; DE FREITAS BUENO, A. POMARI, A. F.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; CARVALHO, R. A.; BARBOSA, G. C. (2014). Development and reproduction of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) and its egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) on the genetically modified soybean (Bt) MON 87701 × MON 89788. **Bulletin of Entomological Research**, v. 104, p. 724-730, 2014.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; HADDAD, M. L. Desempenho de Tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 389-394, 2009.

BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; BUENO, R. C. O.F.; FRANÇA-NETO, J. B.; NISHIKAWA, M. A. N.; FILHO, A. L. Effects of integrated pest management,

biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v. 30, p. 937 – 945, 2011.

BUENO, A. F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; BIANCO, R. Silenciosos e daninhos. **Revista cultivar**, v. 196, p. 25-27, 2015a.

BUENO, A. F.; BORTOLOTTI, O. C.; POMARI-FERNANDES, A.; FRANÇA-NETO, J. B. Assessment of a more conservative stink bug economic threshold for managing stink bugs in Brazilian soybean production. **Crop Protection**, v. 71, p. 132-137, 2015b.

BUENO, A. F.; PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SOSA-GOMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; ROGGIA, S. Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: Clara Beatriz Hoffmann-Campo; Beatriz Spalding Corrêa-Ferreira; Flávio Moscardi. (Ed.). SOJA: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga. 1ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 37-74, 2012.

BURR, I. W.; FOSTER, L. A. A test for equality of variances. Mimeo series n° 282. West Lafayette, Purdue University, 26p, 1972.

BRUCE, T. J. A.; WADHMAS, L. J.; WOODCOCK, C. M. Insect host location: a volatile situation. **Trends in Plant Science**, v. 10, p. 269–274, 2005.

BRUSTOLIN, C.; BIANCO, R.; NEVES, P. M. O. J. Inseticidas em pré e pós-emergência do milho (*Zea mays* L.) associados ao tratamento de sementes sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, p. 215-223, 2011.

CABEZAS, M. F.; NAVA DE GEISSLER, L. O.; MELO, M.; GARCIA, M. S.; KRÜGER, R. 2013. Development and leaf consumption by *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on leaves of agroenergy crops. **Neotropical Entomology**, v. 42, p. 588-594, 2013.

CARVALHO, E. S. M. *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema de plantio no Sul do Mato Grosso do Sul: flutuação populacional, hospedeiros e parasitismos. 2007. 57p. (Dissertação Mestrado) – **Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados**, 2007.

CASTIGLIONI, E.; RIBEIRO, A.; ALZUGARAY, R.; SILVA, H.; ÁVILA, I.; LOIÁCONO, M. Prospección de parasitoides de huevos de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) en el litoral oeste de Uruguay. **Agrociência**, v. 14, p. 22–25, 2010.

CARNEIRO, T. R.; FERNANDES, O. A.; CRUZ, I. Influence of females intraspecific competition and lack of host on *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitism on *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) eggs. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 482-486, 2009.

CAVE, R. D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. **Biocontrol**, v. 21, p. 21-26, 2000.

CECCON, G.; RAGA, A.; DUARTE, A. P.; SILOTO, R. C. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**, v. 63, p. 227-237, 2004.

CINGOLANI, M. F.; GRECO, N. M.; & LILJESTHRÖM, G. G. Multiparasitism of *Piezodorus guildinii* eggs by *Telenomus podisi* and *Trissolcus urichi*. **BioControl**, v. 58, p. 37-44, 2013.

CINGOLANI, M. F.; GRECO, N. M.; LILJESTHRÖM, G. G. Parasitismo de huevos de *Piezodorus guildinii* y *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) en soja, alfalfa y trébol rojo. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, v. 46, p. 1853–8665, 2014.

CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Zoneamento ecológico de *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii* (West.) e *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae) em quatro estados produtores de soja do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, p. 219-226, 1994.

COBERT, S. A. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. **Ecological Entomology**, v. 10, p. 143-153, 1995.

COLAZZA, S.; ROSI, M. C.; SEBASTIANI, P.; URSINI, M. Host acceptance behavior in the egg parasitoid *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) [oviposition behavior, superparasitism, kinematic graphs, Markov chains, *Nezara viridula*]. **Acta Oecologica**, v. 17, p. 109-125, 1996.

COLLIER, T. R.; HUNTER, M. S.; & KELLY, S. E. Heterospecific ovicide influences the outcome of competition between two endoparasitoids, *Encarsia formosa* and *Encarsia luteola*. **Ecological Entomology**, v. 32, p. 70-75, 2007.

CÔNSOLI, F. L.; KITAJIMA, E. W.; PARRA, J. R. P. Ultrastructure of the natural and factitious host eggs of *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **International Journal Insect Morphology**, v. 28, p. 211-229, 1999.

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Temperature effect on the biology and reproductive performance of the egg parasitoid *Trissolcus basal*s (Woll.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 23, p. 399-399, 1994.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da Soja e seu Manejo. Embrapa CNPSo, **Circular Técnica**, v.24, p. 01-45, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Utilização do parasitoide de ovos *Trissolcus basal*s (Wollaston) no controle de percevejos da soja. Londrina. **Circular Técnica**, v. 11, p. 40, 1993.

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da soja e seu manejo. Londrina. **Circular Técnica**, 1999.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ZAMATARO, C. E. O. Reproductive capacity and longevity of the egg parasitoids *Trissolcus basal*s (Wollaston) and *Trissolcus mitsukurii* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, p. 621-626, 1989.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Ocorrência natural do complexo de parasitóides de ovos de percevejos da soja no Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, 1986.

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

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. *Trissolcus basalís* para o controle de percevejos da soja. **Controle biológico no Brasil. Parasitoides e predadores**. Manole, São Paulo, p. 449-476, 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Trissolcus basalís* para controle de percevejos na soja. pages 449-476. In: Parra, J.R., Botelho, P.S.M., Corrêa-Ferreira, B.S., Bento, J.M.S. (Editores) Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores. Editora Manole Ltda São Paulo 635p; Utilização do parasitoide *Trissolcus basalís* (Wollaston) no controle de percevejos da soja. Embrapa, Londrina, Brazil, 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Percevejos e o sistema de produção soja-milho. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2017.

CUSUMANO, A.; PERI, E.; VINSON, S. B.; & COLAZZA, S. Interspecific extrinsic and intrinsic competitive interactions in egg parasitoids. **BioControl**, 57, 719-734, 2011.

CUSUMANO, A.; PERI, E.; VINSON, S. B.; COLAZZA, S. The ovipositing female of *Ooencyrtus telenomicida* relies on physiological mechanisms to mediate intrinsic competition with *Trissolcus basalís*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 143, p. 155–163, 2012.

CHIESA, A. C. M.; SISMEIRO, M. N. D. S.; PASINI, A.; ROGGIA, S. Seed treatment for management of the green-belly stink bug in the crop succession of soybean and corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 301-308, 2016.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) population and damage and its chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 487-492, 2004.

CHOCOROSQUI, V. R. Biecologia de espécies de *Dichelops* (Diceræus) (Heteroptera: Pentatomidae) e danos em soja, milho e trigo no Norte do Paraná. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, p. 186, 2001.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 353-360, 2008.

CROSARIOL-NETTO, J.; MICHELOTTO, M. D.; GRIGOLLI, J. F. J.; GALLI, J. A.; PIROTTA, M. Z.; BUSOLI, A. C. Damages caused by *Dichelops melacanthus* (Heteroptera: Pentatomidae) in conventional and transgenic corn hybrids. **Bioscience Journal**, v. 31, p. 1092–1101, 2015.

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Manejo das pragas iniciais de milho mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos. (**Circular Técnica 31**). Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1999. 39p.

DE MORAES, R. M. A.; JOSÉ, I. C.; RAMOS, F. G.; DE BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 725-729, 2006.

DENEZ, M. D.; BUENO, A. F.; PASINI, A.; BORTOLOTTI, O. C.; STECCA, C. S. Biological Parameters of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) Fed With Different Soybean Insect Pests. **Annals of the Entomology Society of America**, v. 107, p. 967-974, 2014.

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

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v. 46, p. 387-400, 2001.

FATOUROS, N. E.; DICKE, M.; MUMM, R.; MEINERS, T.; HILKER, M. Foraging behavior of egg parasitoids exploiting chemical information. **Behavioral Ecology**, v. 19, p. 677–689, 2008.

FAVETTI, B. M.; KRINSKI, D.; BUTNARIU, A. R.; LOIÁCONO, M. S. Egg parasitoids of *Edessa mediatubunda* (Fabricius) (Pentatomidae) in lettuce crop. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, p. 236-237, 2013.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; DOETZER, A. K. Storage of *Euschistus heros* eggs (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) in liquid nitrogen for parasitization by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastridae). **Neotropical Entomology**, v. 1, p. 291-293, 2014.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, p. 929-931, 1971.

FERNANDES, F. L., BACCI L.; FERNANDES, M. S. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. **EntomoBrasilis**, v. 3, p. 1-10, 2010.

FOERSTER, L. A.; QUEIROZ, J. M. Incidência natural de parasitismo em ovos de pentatomídeos da soja no Centro-Sul do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 19, p. 221-232, 1990.

FOLLETT, P. A.; DUAN, J.; MESSING, R. H.; JONES, V. P. Parasitoid drift after biological control introduction: re-examining Pandora's box. **American Entomologist**, v. 46, p. 82-94, 2000.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1998. 72 p. Documentos, 116.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology**. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA. 1994.

GOLIN, V.; LOIÁCONO, M. S.; MARGARÍA, C. B.; AQUINO, D. A. Natural incidence of egg parasitoids of *Edessa mediatubunda* (F) (Hemiptera: Pentatomidae) on *Crotalaria spectabilis* Roth in Campo Novo do Parecis, MT, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 617-618, 2011.

GOLIN, V. Incidência natural, biologia, seletividade e efeito de liberações inoculativas de parasitoides de ovos (Hymenoptera: Platygasteridae) no controle de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) no Mato Grosso. Tese (Doutorado), 2014.

GOLIZADEH, A.; KAMALI, K.; FATHIPOUR, Y.; ABBASIPOUR, H. Life table of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on five cultivated brassicaceous host plants. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 11, p. 115-124, 2009.

GOULART, M. M. P.; BUENO, A. D. F.; BUENO, R. C. O. D. F.; DINIZ, A. F. Host preference of the egg parasitoids *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* in laboratory. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, p. 129-133, 2011.

GRAZIA, J. Revisão do gênero *Dichelops* Spinola, 1837 (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatomini). **Iheringia, Serie Zoológica**, v. 53, p. 3-119, 1978.

GOMEZ, S. A. Controle químico do percevejo *Dichelops* (Neodichelops) *melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) na cultura do milho safrinha. **Circular Técnica**, Dourados: Embrapa: CPAO, 1998. 5p.

HAGVAR, E. B. Interspecific competition in parasitoids, with implications for biological-control. **Acta Entomologica Bohemoslovaca**, v. 86, p. 321-335, 1989.

HENRY, L. M.; MAY, N.; ACHEAMPONG, S.; GILLESPIE, D. R.; ROITBERG, B. D. Host-adapted parasitoids in biological control: does source matter? **Ecological Applications**, v. 20, p. 242–250, 2010.

HERDE R. **Response of *Helicoverpa armigera* to Agricultural Environments diversified through Companion Planting**. The University of Queensland, Brisbane, Queensland, Australia, 2009.

HIROSE, E., PANIZZI, A. R. & CATTELAN, A. J. Effect of relative humidity on emergence and on dispersal and regrouping of first instar *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology** v. 35, p. 757-761, 2006.

HOKYO, N.; KIRITANI, K.; NAKASUJI, F.; SHIGA, M. Comparative biology of the two scelionid egg parasites of *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 1, p. 94-102, 1966.

JOHNSON, N. F. Systematics of New World *Trissolcus*, a genus of pentatomid egg parasites (Hymenoptera: Scelionidae): Neotropical species of the flavipes group. **Journal of Natural History**, v. 21, p. 285-304, 1987.

JONES, O. Pheromones and other semiochemicals: essential tools for IPM. **International Pest Control**, v. 56, p. 88-90, 2014.

JONES, T. S.; BILTON, A. R.; MAK, L.; SAIT, S. M. Host switching in a generalist parasitoid: contrasting transient and transgenerational costs associated with novel and original host species. **Ecology and Evolution**, v. 5, p. 459–465, 2015.

KAISER, L.; PHAM-DELEGUE, M. H.; MASSON, C. Behavioural study of plasticity in host preferences of *Trichogramma maidis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Physiological Entomology**, v. 14, p. 53-60, 1989.

KARBAN, R.; BALDWIN, I. T.; BAXTER, K. J.; LAUE, G.; FELTON, G. W. Communication between plants: induced resistance in wild tobacco plants following clipping of neighboring sagebrush. **Oecologia**, v. 125, p. 66-71, 2000.

KIANPOUR, R.; FATHIPOUR, Y.; KARIMZADEH, J.; HOSSEININAVEH, V. Influence of different host plant cultivars on nutritional indices of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Crop Protection**, v. 3, p. 43-49, 2014.

KOPPEL, A. L.; HERBERT, D. A.; KUHAR, T. P.; KAMMINGA, K. Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. **Environmental Entomology**, v. 38, p. 375-379, 2009.

KLEIN, J. T.; BARCELLOS, A.; GRAZIA, J.; REDAELLI, L. R. Contributions to the knowledge of *Dichelops* (*Dichelops*) with the description of a new species (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae: Pentatominae: Carpocorini). **Zootaxa**, v. 3157, p.61-68, 2012.

KLOMP, H.; TEERINK, B. J. Host selection and number of eggs per oviposition in the egg parasites *Trichogramma embryophagum* Htg. **Nature**, v. 195, p. 1020–1021, 1962.

LAUMANN, R. A.; MORAES, M. C. B.; PAREJA, M., ALARCAO, G. C.; BOTELHO, A. C.; MAIA, A. H. N.; BORGES, M. Comparative biology and functional response of *Trissolcus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) and implications for stink bugs

(Hemiptera: Pentatomidae) biological control. **Biological Control**, v. 44, p. 32-41, 2008.

LAUMANN, R.A., MORAES, M.C.B., SILVA, J.P.D., VIEIRA, A.M.C., SILVEIRA, S.D., BORGES, M. Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, v. 45, p. 442-449, 2010.

LIANG, L. Y.; Liu, L. F.; Yu, X. P.; Han, B. Y. Evaluation of the Resistance of Different Tea Cultivars to Tea Aphids by EPG Technique. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, p. 2028-2034, 2012.

LOCKWOOD, J. A.; STORY, R. N. Adaptive functions of nymphal aggregation in the southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Environmental Entomology**, v. 15, p. 739-749, 1986.

MACKAUER, M. Sexual size dimorphism in solitary wasps: influence of host quality. **Oikos**, v. 76, p. 265-272, 1986.

MANFREDI-COIMBRA, S.; SILVA, J. J.; CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Danos do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em trigo. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1243-1247, 2005.

MANSFIELD, S.; MILLS, N. J. A comparison of methodologies for the assessment of host preference of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. **Biological Control**, v. 29, p. 332-340, 2004.

MARTINS, G. L. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Controle químico do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 475-478, 2009.

MARTINS, J. C.; WEBER, L. F. Imidacloprid no tratamento de sementes associado ou não a pulverizações com inseticidas no controle de *Dichelops furcatus* (Fabr.) na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. Resumos. Recife: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1998.

MEDEIROS, M. A.; LOIÁCONO, M. S.; BORGES, M.; SCHIMIDT, F. V. G. Incidência natural de parasitoides em ovos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae)

encontrados na soja no distrito federal. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, v. 33, p. 1431–1435, 1998.

MEDEIROS, L.; MEGIER, G. A. Ocorrência e desempenho de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas hospedeiras alternativas no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 459-463, 2009.

MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; FARIA, M. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; ROSÁRIO, J. G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no Centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, p. 176–192, 2011.

MOLINARI, A.; LA PORTA, N. C.; MASSONI, F. Parasitoides (Hymenoptera y Diptera) de hemípteros fitófagos. IN: Chinchas fitófagas em soja. Revisión y avances em el estudio de su ecologia y manejo. INTA, Manfredi, p. 107-128, 2008.

MOLINA, R. M.; FRONZA, V.; PARRA, J. R. Seleção de *Trichogramma* spp., para o controle de *Ecdytolopha aurantiana*, com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, p.152-158, 2005.

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

McLEAN, D. L.; KINSEY, M. G. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. **Nature**, v. 202, p. 1358-1359, 1964.

NASCA, A. J.; LEMME, M. C.; Salvatore, A.; Arce, O. Relación alimentaria insecto-planta em associad vegetales asociadas a la soja. **Revista Industrial y Agrícola de Tucumán**, v. 78, p. 1-8, 2001.

NATION, J. L. Insect physiology and biochemistry. Boca Raton, CRC Press.

NAVARRO, M. A. *Trichogramma* spp. proccción, uso y manejo em Colombia. Guadalajara de Buga: Impretec, 176p, 1998.

NETTING, J. F.; HUNTER, M. S. Ovicide in the white fly parasitoid, *Encarsia formosa*. **Animal Behaviour**, v. 60, p. 217–226, 2000.

- NIVA, C. C.; PANIZZI, A. R. Efeitos do cloreto de sódio no comportamento de *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) em vagem de soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, p. 251-257, 1996.
- NURINDAH, B.; CRIBB, W.; GORDH, G. Experience acquisition by *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 38, p. 115–119, 1999.
- ORR, D. B. Scelionid wasps as biological control agents: a review. **Florida Entomology**, v. 71, p. 506–528, 1988.
- OSORIO, D., & VOROBYEV, M. A review of the evolution of animal colour vision and visual communication signals. **Vision research**, v. 48, 2042-2051, 2008.
- PARRA, J. R. P. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Coord.) Controle biológico no Brasil, parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. Cap. 1. P.1-13.
- PACHECO, D. J. P; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 295-302, 2000.
- PAK, G. A.; JONG, E. J. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp: Host recognition. **Netherlands Journal Zoology**, v. 37, p. 137–166, 1987.
- PANIZZI, A. R.; VIVAN, L. M. Seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* in overwintering sites and the breaking of dormancy. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 82, p. 213-217, 1997.
- PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; NEWMAN, G. G.; TURNIPSEED, S. G. Efeito de inseticidas na população das principais pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 6, 1977.
- PANIZZI, A. R.; SLANSKY, F. J. R. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**, v. 68, p. 184-203, 1985.
- 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.; PARRA, J. R. P.; SANTOS, C. H.; CARVALHO, D. R. Rearing the southern green stink bug using artificial dry diet and artificial plant. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, v. 35, p. 1709–1715, 2000.

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

PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Dynamics in the insect fauna adaptation to soybean in the tropics. **Trends in Entomology**, v. 1, p. 71-88, 1997.

PANIZZI, A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; GAZZONI, D.; OLIVEIRA, E.; NEWMAN, G. G.; TURNIPSEED, S. G. Insetos da soja no Brasil, Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Boletim Técnico**, v. 1, p. 1-20, 1977.

PANIZZI, A. R.; ROSSINI, M. C. Impacto de várias leguminosas na biologia de ninfas de *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, p. 507-512, 1987.

PANIZZI, A. R.; ROSSI, C. E. The role of *Acanthospermum hispidum* in the phenology of *Euschistus heros* and *Nezara viridula*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 59, p. 67-74, 1991.

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 (pigeon pea) and soybean. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 88, p. 169-175, 1998.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P., SANTOS, C. H. CARVALHO, D. R. Rearing the southern green stink bug using artificial dry diet and artificial plant. **Pesquisa Agropecuária Brasileiro**, v.35, p.1709-1715, 2000.

PANIZZI, A. R.; SLANSKY, J. R. F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. *Florida Entomologist* 68, 184-214, 1985. PAZ-NETO, A. D. A., QUERINO, R. B., MARGARÍA, C. B. Egg parasitoids of stink bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on soybean and cowpea in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 98, p. 929–932, 2015.

PANIZZI, A. R. & CHOCOROSQUI, V. R. Os percevejos inimigos. **A Granja**, v. 56, p. 40-42, 2000.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F., SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: Hoffmann-Campo, C.B., Corrêa-Ferreira, B.S., Moscardi, F. (Ed.). Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. 335-418, 2012.

PANIZZI, A. R.; AGOSTINETTO, A.; LUCINI, T.; PEREIRA, P. R. V. Effect of green-belly stink bug, *Dichelops furcatus* (F.) on wheat yield and development. **Crop Protection**, v. 79, p. 20–25, 2016.

PANIZZI, A. R.; LUCINI, T. Body position of the stink bug *Dichelops melacanthus* (Dallas) during feeding from stems of maize seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 304-310, 2019.

PAZ-NETO, A. D. A.; QUERINO, R. B.; MARGARÍA, C. B. Egg parasitoids of stink bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on soybean and cowpea in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 98, p. 929–932, 2015.

PEDIGO, L. P. Entomology and pest management. 4th ed., Prentice Hall, 742 p. 2002.

PEITSCH, D.; FIETZ, A.; HERTEL, H.; DE SOUZA, J.; VENTURA, D. F.; MENZEL, R. The spectral input systems of hymenopteran insects and their receptor-based colour vision. **Journal of Comparative Physiology**, v. 170, p. 23-40, 1992.

PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R.; TONELLO, L. S. Caracterização das fases de desenvolvimento e aspectos da biologia do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). Passo Fundo, RS: Comitê de Publicações da Embrapa Trigo. 2007.

PERES, W. A. A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ashmead and *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 457-462, 2004.

POMARI, A. F.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; MENEZES JUNIOR, A. O. Biological Characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygastridae) reared on eggs of different species

of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 105, p. 73-81, 2012.

POOCK-DA-SILVA, P.; BARÃO, K. R.; GRAZIA, J. Contributions to the knowledge of *Dichelops* Spinola: description of a new species of *Dichelops* (Diceraeus) and of the male of *Dichelops* (Prodichelops) *divisus* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae: Pentatominae: Carpocorini). **Zootaxa**, v. 3609, p. 060-068, 2013.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R.; VENCOVSKY, R.; DIAS, C. T.; CRUZ, I.; CHAGAS, M. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Adaptação de metodologia. **Neotropical Entomology**, v.31, p.411-417, 2002.

PLUKE, R. W. H.; LEIBEE, G. L. Host preferences of *Trichogramma pretiosum* and the influence of prior ovipositional experience on the parasitism of *Plutella xylostella* and *Pseudoplusia includes* eggs. **BioControl**, v. 51, p. 569-583, 2006.

QUEIROZ, A. P.; BUENO, A. F.; POMARI-FERNANDES, A.; GRANDE, M. L. M.; BORTOLOTTI, O. C.; DA SILVA, D. M. (2017). Quality control of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on the factitious host *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) for successive generations. **Bulletin of entomological research**, v. 107, p. 791-798, 2017.

QUEIROZ, A. P.; BUENO, A. F.; POMARI-FERNANDES, A.; BORTOLOTTI, O. C.; MIKAMI, A. Y.; OLIVE, L. Influence of host preference, mating, and release density on the parasitism of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera, Platygasteridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 131, p. 1-5, 2016.

QUEIROZ, A. P.; TAGUTI, E. A.; BUENO, A. F.; GRANDE, M. L. M.; COSTA, C. O. Host Preferences of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae): Parasitism on Eggs of *Dichelops melacanthus*, *Euschistus heros*, and *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 47, p. 543-552, 2018.

QUEIROZ, A. P.; FAVETTI, B. M.; LUSKI, P. G. G.; GONÇALVES, J.; NEVES, P. O. J.; BUENO, A. F. *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitism on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs: different parasitoid and host egg ages. **Semina Ciências Agrárias**, v. 40, p. 2933-2946, 2019.

RIBEIRO, A., CASTIGLIONI, E. Caracterización de las poblaciones de enemigos naturales de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae). **Agrociência**, v. 12, p. 48–56, 2008.

RIFFEL, C. T.; PRANDO, H. F.; BOFF, M. I. C. First record of *Telenomus podisi* (Ashmead) and *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) Parasitizing eggs of the Rice Stem Bug, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), in Santa Catarina, Brazil. **Neotropical entomology**, v. 39, p. 447-448, 2010.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

ROZA-GOMES, M. F.; SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. D. S., & PANIZZI, A. R. (2011). Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1115-1119, 2011.

SALAS, F. J. S.; LOPES, J. R. S.; FERERES, A. Resistência de cultivares de batata a *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 1008-1015, 2010.

SAS INSTITUTE. SAS User's Guide: Statistics, Version 8e. SAS Institute, Cary, NC, 2009.

SEQUEIRA, R., MACKAUER, M. Covariance of adult size and development time in the parasitoid wasp *Aphidius ervi* in relation to the size of its host, *Acyrtosiphon pisum*. **Evolutionary Ecology**, v. 6, p. 34-44, 1992.

SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. Cotton balls as an oviposition substrate for laboratory rearing of phytophagous stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 100, p. 745-748, 2007.

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 do Brasil**, v. 43, p. 575-580, 2008.

SILVA, J. J.; VENTURA, M. U.; SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on host plants. **Neotropical entomology**, v. 42, p. 141-145, 2013.

SILVA, G. V.; BUENO, A. F.; NEVES, P. M. O. J.; FAVETTI, B. M. Biological Characteristics and Parasitism Capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae) on Eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 210, 2018.

SIQUEIRA, J. R.; BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; VIEIRA, S. S. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1-5, 2012.

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

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. D. (2010) Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, 45: 767–769, 2010.

SUJII, E. R.; COSTA, M. L. M.; PIRES, C. S. S.; COLAZZA S.; BORGES M. Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, v. 37, p. 541-1549, 2002.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, p. 591–611, 1995.

SLANSKY, J. R.; PANIZZI, A. R. Nutritional ecology of seed sucking insects. In: SLANSKY, J. R.; RODRIGUES, J. G. **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates**. New York: Wiley, 1987.

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

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

STEPHENS, D. W. *Foraging Theory*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 1986.

STEPHENS, D. W.; KREBS, J. R. *Foraging theory*. Princeton University Press, 1986.

STOYENOFF, J. L.; WITTER, J. A.; MONTGOMERY, M. E.; CHILCOTE, C. A. Effects of host switching on gypsy moth (*Lymantria dispar* (L.) under field conditions. **Oecologia**, v. 97, p. 143-157, 1994.

TILLMAN, P. G.; POWELL, J. E. Interspecific discrimination and larval competition among *Microplitis demolitor*, *Cotesia kazak* (Hym.: Braconidae), and *Hyposoter didymator* (Hym.: Ichneumonidae), parasitoids of *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae). **Entomophaga**, v. 37, p. 439–451, 1992.

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; PICANCO, M. C.; OLIVEIRA, A. C. Parametros poblacionales de tres parasitoides (Hymenoptera: Scelionidae, Encyrtidae) utilizando al depredador *Podisus nigrispinus* (Hemiptera; Pentatomidae) como hospedero. **Revista de Biologia Tropical**, v. 40, p. 233–240, 1997.

TORRES, A. B. A.; OLIVEIRA, N. C.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERREIRO, J. C. Injúrias causadas pelo ataque dos percevejos-marrom e barriga verde durante o desenvolvimento inicial do milho. **Journal of Agronomic Sciences**, v.2, p. 169-177, 2013.

TOGNON, R.; SANT'ANA, J.; JAHNKE, S. M. Influence of original host on chemotaxic behaviour and parasitism in *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastridae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 104, p. 781-787, 2014.

THULER, R. T.; VOLPE, H. X. L.; BORTOLI, S. A.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westood. **Boletín de sanidad vegetal**, v. 33, p. 333-340, 2007.

TJALLINGII, W. F. Electronic recording of penetration behavior by aphids. **Entomological Experimentalis et Applicata**, v. 24, p. 721-730, 1978.

TJALLINGII, W. F. Electrical recording of stylet penetration activities. In: MINKS, A.K.; HARREWIJN, P. (Eds.). Aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: World Crop Pests, 1988. vol. 2B., p. 95-108.

van LENTEREN, J. C.; BUENO V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, 48: 123-139, 2003.

van LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KOHL, J., RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 62, p. 1-25, 2017.

van LENTEREN, J. C.; GODFRAY, H. C. J. European science in the enlightenment and the discovery of the insect parasitoid life cycle in The Netherlands and Great Britain. **Biol Control**, v. 32, p. 12–24, 2005.

VET, L. E. M.; DICKE, M. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 141–172, 1992.

VILLAS BÔAS, G. L. & PANIZZI, A. R. Biologia de *Euchistus heros* (Fabricius, 1978) em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** v. 9, p. 105-113, 1980.

VINSON, S. B. Host selection by insect parasitoids. **Annual review of entomology**, v. 21, p. 109-133, 1976.

VINSON, S. B. The general host selection behavior of parasitoid Hymenoptera and a comparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. **Biological Control**, v. 11, p. 79–96, 1998.

VINSON, S. B.; IWANTSCH. Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 25, p. 397-419, 1980.

VOLKOFF, N.; COLAZZA, S. Growth patterns of teratocytes in the immature stages of *Trissolcus basalis* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, v. 21, p. 323-336, 1992.

ZERBINO, M. S. & PANIZZI, A. R. The underestimated role of pest pentatomid parasitoids in Southern South America. **Arthropod-Plant Interactions**, p. 1-16, 2019.

ZHOU, Y.; ABRAM, P. K.; BOIVIN, G. BRODEUR, J. Increasing host age does not have the expected negative effects on the fitness parameters of an egg parasitoid. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 151, p. 106-111, 2014.

WALKER, W. F. Mating behaviour in *Oncopeltus fasciatus* (Dallas): effects of diet, photoperiod, juvenoids and precocene. **Physiological Entomology**, v. 3, p. 147–155.1978.

WILSON, F. Adult reproductive behaviour in *Asolcus basal*s (Hymenoptera: Scelionidae). **Australian Journal of Zoology**, v. 9, p. 739-751, 1961.

WU, K. M. Management strategy for cotton bollworm *Helicoverpa armigera* in China pp. 559-565 in VREYSEN, M.J.B., ROBINSON, A.S. & HENDRICH, J. (Eds.) **Area-Wide control of insect pests from research to field implementation**, Vol. 1. Dordrecht, Springer, 2007.