

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VANESSA GOLIN

INCIDÊNCIA NATURAL, BIOLOGIA, SELETIVIDADE E EFEITO DE LIBERAÇÕES
INOCULATIVAS DE PARASITÓIDES DE OVOS (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)
NO CONTROLE DE *Euschistus heros* (Fabricius) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NO
MATO GROSSO

CURITIBA
2014

VANESSA GOLIN

INCIDÊNCIA NATURAL, BIOLOGIA, SELETIVIDADE E EFEITO DE LIBERAÇÕES
INOCULATIVAS DE PARASITOIDES DE OVOS (HYMENOPTERA: PLATYGASTRIDAE)
NO CONTROLE DE *Euschistus heros* (Fabricius) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NO
MATO GROSSO

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação
em Zoologia da Universidade Federal do
Paraná, como requisito parcial à obtenção do
título de doutor em Ciências Biológicas, área de
concentração Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Luís Amilton Foerster
Coorientadora: Profa. Dra. Alessandra Regina
Butnariu

CURITIBA
2014

G626i Golin, Vanessa

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 / Vanessa Golin – Curitiba [PR], 2014.

106f.: il.; 21x29,7 cm.

Tese de doutorado em Ciências (Zoologia). Universidade Federal do Paraná, Programa de Pósgraduação em Zoologia.

Orientador: Dr. Luís Amilton Foerster.

Coorientadora: Dra. Alessandra Regina Butnariu

1. Zoologia Aplicada. 2. Agronomia. 3. Criação e manutenção de insetos. I. Golin, V. II. Título.

CDU – 591.6+638



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação Zoologia



TERMO DE APROVAÇÃO

Vanessa Golin

“Incidência Natural, Biologia, Seletividade e Efeito de Liberações Inoculativas de Parasitoides de Ovos (Hymenoptera: Platygasteridae) no Controle de *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) no Mato Grosso”

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zoologia, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Comissão Examinadora:

Dr. Luís Amilton Foerster
Orientador

Dra. Beatriz Spalding Corrêa Ferreira
Membro Externo – Embrapa Soja

Dr. Raul Alberto Laumann
Membro Externo – Embrapa Cernagem

Dra. Scheila Ribeiro Messa Zaleski
Membro Interno - UFPR

Dra. Marion do Rocio Foerster
Membro Interno - UFPR

Curitiba, 30 de julho de 2014.

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia/UFPR
Setor de Ciências Biológicas - Departamento de Zoologia
Caixa Postal 19020 - CEP 81531-980 - Curitiba - Paraná
Telefone/FAX +55 (041) 3361-1641**

“O conhecimento exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer uma ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante. Implica em invenção e em reinvenção”.

Paulo Freire

Esta tese é dedicada à minha família, que
muito me apoiou e que me ergueu nos
momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me trouxe tranquilidade e harmonia, e me proporcionou saúde para que eu pudesse alcançar essa meta.

Ao meu orientador Luis Amilton Foerster, pela credibilidade, orientação, apoio e incentivos que me ofereceu. Sempre será um grande exemplo de orientador para mim.

À minha coorientadora Alessandra Regina Butnariu, que sempre me amparou, e que não mediu esforços para me ajudar. Pela positividade que só ela consegue ter nos momentos mais difíceis.

À Professora Mônica Josene Barbosa Pereira, que me acolheu e teve um papel importante em minha formação, ao me inserir em responsabilidades, como as do laboratório e nas orientações de alunos. E que sempre levarei comigo seu exemplo profissional, que tem pulso firme, e segurança do que almeja.

Ao Leonardo Turchen, pelo companheirismo e incansáveis discussões, as quais geraram estímulo e ideias para aprimorar esse trabalho. As contribuições sem medir esforços em laboratório e campo. Você foi meu braço direito e esquerdo, e sempre me acolheu nos momentos mais difíceis. Obrigada Léo por tudo!

A toda equipe que passou pelo Laboratório de Entomologia da UNEMAT, pelas diversas colaborações nesse trabalho. Aos funcionários dessa Instituição, principalmente aos motoristas que me ajudavam muito nos trabalhos de campo.

À Dra. Beatriz Corrêa-Ferreira, pelas incansáveis discussões nos congressos, pela grandiosa atenção para comigo e meu trabalho, e pela grande contribuição ao MIP em visita ao Mato Grosso. Tenho-a como exemplo de profissional pela dedicação às pesquisas e suas aplicabilidades, e de ser humano, com a maior qualidade que existe, a humildade.

Ao meu companheiro, Elison Costa, pelos incentivos, carinho e imensa paciência e atenção em todos os momentos. Você me fez acreditar em mim através de seu próprio exemplo, de dedicação, persistência e amor em seu trabalho. Admiro-te muito.

Aos amigos Diones Krinski e Bruna Favetti, pelo companheirismo e amizade.

Aos meus pais, Alsônia Golin e Francisco Golin, que durante a minha vida me passaram valores e exemplos de dignidade, humildade e força de vontade, que acredito terem sido essenciais para minha formação. Agradeço aos Tios: Neusa e Ninho, Dulce e Antônio, Nice e Pedro, que junto a meus pais sempre me apoiaram e me acolheram em todos os momentos que precisei.

Aos meus irmãos Ricardo e Henrique, bem como às famílias, Golin e Costa por todo apoio e confiança que depositaram em mim. Amo todos vocês.

Aos Programas REUNI, CAPES e FAPEMAT pelo suporte financeiro e ao Clodoveu Franciosi pela cedência da área experimental, os quais foram fundamentais à realização desse trabalho.

RESUMO GERAL

A produtividade e qualidade dos grãos de soja são comprometidas por percevejos que se alimentam das sementes. Para o controle dessa praga são utilizados produtos neurotóxicos, que podem desequilibrar as populações de seus inimigos naturais. Assim, foram realizados trabalhos de flutuação populacional de percevejos fitófagos e os níveis de parasitismo em seus ovos, em lavoura de soja no estado de Mato Grosso. Bem como avaliou-se o potencial reprodutivo dos parasitoides ocorrentes; o efeito de pesticidas sobre *Telenomus podisi* em laboratório; e a viabilidade do controle biológico (CB) para a supressão de percevejos, através de liberações de *Te. podisi* comparado ao manejo convencional (MC). Na safra 2012/13, na área MC, realizaram-se pulverizações de inseticidas para o controle de percevejos, e em CB foram liberadas na cultura 2.000 e 5.000 vespas ha⁻¹ nos estádios R3 e R6 respectivamente, e na safra seguinte 1.700, 2.200 e 2.000 vespas ha⁻¹ em R3, R4 e R5, respectivamente. Durante as safras 2011/12 e 2012/13, predominaram as espécies *Euschistus heros* e *Te. podisi*. Os picos populacionais de percevejos e de parasitismo em seus ovos ocorreram na fase de amadurecimento dos grãos. Em laboratório, o parasitoide de ovos *Trissolcus urichi* apresentou maior potencial na supressão de ovos de *E. heros*, porém com menor longevidade comparado a *Te. podisi*. Nos trabalhos de seletividade, o fungicida Azoxistrobina+Ciproconazol e o inseticida Lufenuron foram inócuos a *Te. podisi*. Tiametoxan apresentou-se inócuo sobre os estágios imaturos do parasitoide, porém comprometeu a capacidade reprodutiva das fêmeas. Tiametoxan+Lambda-cialotrina afetou o parasitismo, e foi levemente nocivo aos estágios ovo-larva e larva-pupa e inócuo para pupa-imago do parasitoide. A mistura Lufenuron e Azoxistrobina+Ciproconazol não interferiu no parasitismo de *Te. podisi*, mas reduziu a emergência quando aplicado no estágio ovo-larva. Tiametoxan misturado a Azoxistrobina+Ciproconazol reduziu o parasitismo, mas foi inócuo quando testado nos estágios imaturos. Tiametoxan+Lambda-cialotrina adicionado a Azoxistrobina+Ciproconazol reduziu o parasitismo, mas foi menos nocivo quando testado nos estágios imaturos. Na comparação entre as áreas, na safra 2012/13, as populações de percevejos foram semelhantes e diferiram somente no estágio R5 (13/Fev), com maior média em MC. Em 2013/14, a área CB apresentou maior média de percevejos que no MC entre os estádios R5 (16/Jan) e R6 (06/Fev). O parasitismo entre as duas áreas não diferiu durante as safras 2012/13 e 2013/14, exceto em R6 (02/Mar) e R9 (25/Fev) respectivamente, com maiores picos em CB. Nas duas safras, o peso das sementes não diferiu entre as áreas. Em 2012/13, os danos de percevejos foram maiores em CB, já em 2013/14 não houve diferença no dano entre as áreas. As liberações de *Te. podisi* durante as duas safras não evitaram o crescimento populacional de *E. heros*, como também não aumentaram os níveis de parasitismo em relação ao MC, provavelmente devido ao número de parasitoides liberados, ter sido inferior ao recomendado (5.000 vespas ha⁻¹).

Palavras-chave: Controle biológico, controle químico, percevejo marrom, *Telenomus podisi*, *Trissolcus urichi*.

GENERAL ABSTRACT

The productivity and soybean grain quality are reduced due to stink bugs feeding on the seeds. For its control, neurotoxic products are usually used, that can unbalance the natural enemy populations. This work evaluated the fluctuation of phytophagous stink bug populations and the levels of parasitism in their eggs on soybean in the Mato Grosso State. The reproductive potential of the parasitoids found in the field was evaluated; the effect of pesticides on the egg parasitoid *Telenomus podisi* was assessed in laboratory; and the viability of the biological control (BC) for the suppression of stink bugs through inoculative releases of *Te. podisi* was compared with the conventional management (CM). In the 2011/12 season, applications of insecticides were made for the control of stink bugs, and in the BC area 2,000 and 5,000 wasps ha⁻¹ were released at R3 and R6 stages of the crop, respectively, and in the following season 1,700; 2,200 and 2,000 wasps ha⁻¹ at R3, R4 and R5, respectively. During the 2011/12 and 2012/13 seasons, the brown stink bug *Euschistus heros* and *Te. podisi* prevailed. The population peaks of stink bug and parasitism occurred in the maturation phase of the grains. In laboratory, the egg parasitoid *Trissolcus urichi* showed higher potential for the suppression of *E. heros* eggs compared to *Te. podisi*, but had a shorter lifespan than *Te. podisi*. In the selectivity study the fungicide Azoxystrobin+Cyproconazol and the insecticide Lufenuron were harmless to *Te. podisi*. Thiamethoxam was harmless to the immature stages of the parasitoid, however it reduced the reproductive capacity of the females. Thiamethoxam+Lambda-cyhalothrin affected parasitism, and were slightly harmful to egg-larval and larval-pupal stages and harmless to the pupal-adult stage of the parasitoid. The mixture of Lufenuron and Azoxystrobin+Cyproconazol did not interfere in the parasitism of *Te. podisi*, but reduced the emergence when applied in the egg-larval stage. Thiamethoxam mixed with Azoxystrobin+Cyproconazol reduced parasitism, but was considered harmless when applied on the immature stages. Thiamethoxam+Lambda-cyhalothrin more Azoxystrobin+Cyproconazol reduced the parasitism, but were less harmful to the imature stages. Comparing BC and CM areas, in 2012/13 soybean season the stink bug populations were similar and they only differed in the R5 stage (13/Feb), with higher mean in CM. In the 2013/14, the BC area presented larger number of stink bugs than CM between the R5 (16/Jan) and R6 stages (06/Feb). Parasitism between the two areas did not differ during the 2012/13 and 2013/14 seasons, except in R6 (02/Mar) and R9 (25/Feb) respectively, with higher peaks in BC. In the two seasons, the weight of a thousand seeds did not differ between the areas. In 2012/13, the damage of stink bugs was higher in BC, whereas in 2013/14 there was no difference in damage between the systems. Releases of *Te. podisi* during the two seasons did not avoid the population growth of *E. heros*, as well as it did not increase the levels of parasitism in relation to CM, probably due to the number of parasitoides released, lower to the recommended (5,000 wasps ha⁻¹).

Key-words: Biological control, chemical control, brown stink bug, *Telenomus podisi*, *Trissolcus urichi*.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I:

- Figura 1:** Média de percevejos (\pm EP) por metro linear, durante a fase reprodutiva da soja nas safras 2011/12 (A) e 2012/13 (B). A linha pontilhada indica o nível de dano..... 32
- Figura 2:** Porcentagem média (\pm EP) de parasitismo durante a fase reprodutiva da soja nas safras 2011/12 (A) e 2012/13 (B)..... 34
- Figura 3:** Médias de percevejos em relação às fases reprodutivas da soja nas safras 2011/12 (A) e 2012/13 (B)..... 35
- Figura 4:** Médias de ovos parasitados em relação às fases reprodutivas da soja nas safras 2011/12 (A) e 2012/13 (B)..... 36
- Figura 5:** Número médio (\pm EP) de ovos parasitados e parasitoides emergidos observados de 20 ovos de *E. heros* ofertados diariamente (N=20 ovos/dia) ao longo de 20 dias as fêmeas de *Te. podisi* e 13 dias a *Tr. urichi*..... 37
- Figura 6:** Razão sexual por progenitora ao longo de 20 dias de oferta de ovos as fêmeas de *Te. podisi* e 13 dias de oferta de ovos as fêmeas de *Tr. urichi*..... 38
- Figura 7:** Número médio de parasitoides emergidos, ninfas e ovos inviáveis (ausência de emergência) ao longo de 20 dias de oferta de ovos as fêmeas de *Te. podisi* (A) e 13 dias de oferta de ovos as fêmeas de *Tr. urichi* (B)..... 39
- Figura 8:** Curva de sobrevivência de fêmeas de *Te. podisi* e *Tr. urichi*..... 40
- Figura 9:** Número médio (\pm EP) de parasitoides emergidos a partir de 10 ovos ofertados a duas espécies de fêmeas liberadas de maneira sequencial (*Tr. urichi* depois *Te. podisi* e *Te. podisi* depois *Tr. urichi*) e simultânea (*Tr. urichi* mais *Te. podisi*). Os asteriscos indicam médias significativamente diferentes entre *Tr. urichi* e *Te. podisi* em cada bioensaio (Teste U; $p < 0,05$)..... 41
- Figura 10:** Proporção de *Tr. urichi* e *Te. podisi* emergidos, eclosão de ninfas e ovos inviáveis observados em diferentes liberações sequenciais ($T_u > T_p$ e $T_p > T_u$) e uma liberação simultânea ($T_u + T_p$) de espécies de parasitoides: $T_u = Tr. urichi$; $T_p = Te. podisi$. Letras diferentes nas porções de mesma cor indicam diferença significativa entre as médias dos bioensaios, nas colunas que não apresentaram letras não houve diferenças significativas (Teste H; $p < 0,05$)..... 42

Capítulo III:

- Figura 1:** Croqui da área experimental, ilustrando os pontos de monitoramento de percevejos e parasitismo em posturas-iscas, bem como a distribuição das armadilhas de feromônio e dos pontos de liberação de vespas nas áreas experimentais..... 78

- Figura 2:** Número médio (\pm EP) de *Euschistus heros* durante a fase reprodutiva da soja nas áreas de manejo convencional (MC) e controle biológico (CB) na safra 2012/13. O asterisco indica média significativamente diferente entre as áreas, pelo teste U. A linha pontilhada indica o nível de dano 85
- Figura 3:** Número médio (\pm EP) de fêmeas de percevejos capturadas em armadilhas de feromônio na área de controle biológico durante a fase reprodutiva da soja na safra 2012/13..... 86
- Figura 4:** Número médio (\pm EP) de *Euschistus heros* durante a fase reprodutiva da soja nas áreas de manejo convencional (MC) e controle biológico (CB) na safra 2013/14. Os asteriscos indicam médias significativamente diferentes entre as safras, pelo teste U. A linha pontilhada indica o nível de dano..... 87
- Figura 5:** Número médio (\pm EP) de fêmeas capturadas em armadilhas de feromônio nas áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2013/14. O asterisco indica média significativamente diferente entre as áreas, pelo teste U (Mann-Whitney) ($p < 0,05$)..... 88
- Figura 6:** Número médio de ovos que emergiram parasitoides, que continham embrião de ninfas, inviáveis (ausência de emergência) e predados durante a fenologia da soja em duas áreas de manejo de percevejos (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14..... 90
- Figura 7:** Porcentagem média (\pm EP) de parasitismo nas áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2012/13. O asterisco indica média significativamente diferente entre as áreas, pelo teste U..... 92
- Figura 8:** Porcentagem média (\pm EP) de parasitismo nas áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2013/14. O asterisco indica média significativamente diferente entre as áreas, pelo teste U..... 93
- Figura 9:** Número médio de ovos de fêmeas de percevejos capturadas manualmente na lavoura e número médio de ovos parasitados em posturas-iscas das áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2013/14. O asterisco indica média de ovos significativamente diferente entre as áreas, pelo teste U ($U = 20,0$; $p = 0,023$), não houve diferenças significativas entre as médias de ovos parasitados entre as áreas..... 94
- Figura 10:** Correlação de Spearman entre o número médio de ovos de fêmeas de *Euschistus heros* e de ovos parasitados por vespas nas áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2013/14..... 95

LISTA DE TABELAS

Capítulo I:

Tabela 1: Inseticidas utilizados nas safras 2011/12 e 2012/13 para o controle de lagartas desfolhadoras e percevejos fitófagos.....	27
Tabela 2: Porcentagem média (\pm EP) de ovos parasitados, parasitoides emergidos, ninfas, ovos inviáveis e predados, nas safras 2011/12 e 2012/13, em Tangará da Serra, MT.....	33
Tabela 3: Tabela de vida de fertilidade de <i>Te. podisi</i> e <i>Tr. urichi</i> no hospedeiro <i>Euschistus heros</i>	40

Capítulo II:

Tabela 1: Agrotóxicos utilizados para os testes de toxicidade em <i>Telenomus podisi</i> , sob condições controladas, em laboratório.....	60
Tabela 2: Porcentagem de ovos parasitados e de parasitoides emergidos de <i>Telenomus podisi</i> e a alocação do produto dentro da classificação da IOBC.....	63
Tabela 3: Porcentagem média (\pm EP) de parasitoides emergidos e redução na emergência (E%) quando ovos de <i>Euschistus heros</i> foram tratados em diferentes períodos após o parasitismo por <i>Telenomus podisi</i> e a alocação do produto dentro da classificação da IOBC.....	65

Capítulo III:

Tabela 1: Inseticidas utilizados para o controle de lagartas desfolhadoras e percevejos fitófagos em duas áreas de manejo de percevejos em lavoura de soja (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14, em Tangará da Serra, MT.....	81
Tabela 2: Porcentagem de ocorrência de espécies de pentatomídeos fitófagos capturados em dois métodos de monitoramento em duas áreas de manejo de percevejos em lavoura de soja (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14.....	83
Tabela 3: Frequência de parasitismo (FP) e razão sexual (RS) em posturas-iscas (PI) de <i>Euschistus heros</i> em duas áreas de manejo de percevejos em lavoura de soja (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14.....	89
Tabela 4: Umidade média dos grãos (\pm EP), peso (mil sementes) e danos nas sementes (teste de tetrazólio) comparados pelo teste <i>t</i> -Student entre dois tipos de manejo de percevejos em lavoura de soja (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14.....	95

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	viii
ABSTRACT GERAL.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABELAS.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	16
REFERÊNCIAS.....	18
CAPÍTULO I - Incidência natural de percevejos e parasitoides de ovos em lavoura de soja no estado de Mato Grosso e potencial reprodutivo de <i>Telenomus podisi</i> (Ashmead) e <i>Trissolcus urichi</i> Crawford.....	21
RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	23
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
Ocorrência de pentatomídeos e parasitismo em seus ovos na cultura da soja.....	25
Biologia comparada de <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus urichi</i>	28
Interferência competitiva por <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus urichi</i>	29
RESULTADOS.....	30
Ocorrência de pentatomídeos na cultura da soja.....	30
Ocorrência de parasitismo em ovos de <i>E. heros</i>	33
Biologia comparada de <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus urichi</i>	36
Interferência competitiva por <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus urichi</i>	41
DISCUSSÃO.....	42
Ocorrência de pentatomídeos e parasitismo em seus ovos na cultura da soja.....	42
Biologia comparada de <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus urichi</i>	45
Interferência competitiva por <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus urichi</i>	46
CONCLUSÕES.....	48
AGRADECIMENTOS.....	48

REFERÊNCIAS.....	49
CAPÍTULO II - Toxicidade de pesticidas utilizados na cultura da soja ao parasitoides de ovos <i>Telenomus podisi</i> Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae).....	54
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	57
INTRODUÇÃO.....	59
MATERIAL E MÉTODOS.....	60
Bioensaios.....	61
Toxicidade pós-parasitismo.....	61
Toxicidade pré-parasitismo.....	61
Análises estatísticas.....	62
RESULTADOS.....	62
Toxicidade pré-parasitismo.....	62
Toxicidade pós-parasitismo.....	64
DISCUSSÃO.....	66
CONCLUSÕES.....	69
AGRADECIMENTOS.....	69
REFERÊNCIAS.....	69
CAPÍTULO III - Efeito de liberações inoculativas de <i>Telenomus podisi</i> Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) em comparação ao controle químico no controle de <i>Euschistus heros</i> (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de soja no Mato Grosso, Brasil.....	74
RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	76
INTRODUÇÃO.....	77
MATERIAL E MÉTODOS.....	78
Área de estudo.....	78
Monitoramento de percevejos.....	79
Parasitismo em ovos.....	79
Táticas de manejo de insetos praga.....	80
Liberação de parasitoides.....	81
Colheita, produtividade e danos nos grãos.....	82
Análises estatísticas.....	82

RESULTADOS.....	83
Monitoramento de percevejos.....	83
Parasitismo em ovos.....	89
Produtividade e danos nos grãos.....	95
DISCUSSÃO.....	96
CONCLUSÕES.....	99
AGRADECIMENTOS.....	100
REFERÊNCIAS.....	100
EPÍLOGO.....	105

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, *Glycine max* (Linnaeus) Merrill. Na safra 2013/14 foram colhidas 86,1 milhões de toneladas, sendo que 30,7% (26,6 milhões de toneladas) dessa produção foi oriunda do estado de Mato Grosso, maior produtor nacional, que atingiu nessa safra (CONAB, 2014). No entanto, as pragas que ocorrem nessa cultura estão entre os principais fatores que reduzem a produção desse grão. Os percevejos fitófagos tem um papel importante na cultura da soja, devido aos elevados níveis populacionais que podem atingir e, por se alimentarem diretamente dos grãos, propiciam a transmissão de doenças e reduzem a qualidade das sementes (CORRÊA-FERREIRA & PANIZZI, 1999; BELORTE et al., 2003; PANIZZI et al., 2012). Com a expansão da cultura da soja para a região Centro-Oeste, a população do percevejo marrom, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), aumentou de maneira significativa, uma vez que é uma espécie mais adaptada às regiões quentes (CÔRREA-FERREIRA & PANIZZI, 1999), embora recentemente seus níveis de incidência tenham aumentado também em regiões subtropicais da América do Sul (SALUSO et al., 2011).

Para o controle dessa praga, geralmente utilizam-se inseticidas organofosforados, neonicotinoides e piretroides, sem considerar o nível de dano e/ou utilizando o inseticida na mesma calda com outros defensivos (herbicidas e fungicidas) (GAZZONI, 2012; PANIZZI, 2012). Porém, seu uso intensivo acarreta diversos problemas, tais como resíduos nos alimentos, intoxicação de aplicadores, aparecimento de populações de insetos resistentes, ressurgência e desequilíbrio populacional dos insetos benéficos, que funcionam como agentes de controle natural (PERES & CORRÊA-FERREIRA, 2006; KOPPEL et al., 2011; SOSA-GÓMEZ & SILVA, 2010; BELO et al., 2012).

Corrêa-Ferreira & Moscardi (1995) encontraram um total de vinte espécies de parasitoides de ovos de percevejos em lavouras de soja no norte do Paraná, evidenciando o potencial desses organismos na regulação de populações desses insetos. Das espécies de parasitoides, destaca-se *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae), que constitui o principal fator de mortalidade em ovos de *E. heros* em condições de campo nos Estados do Paraná (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995), Mato Grosso do Sul (GODOY et al., 2005) e no Distrito Federal (MEDEIROS et al., 1997).

Apesar da importância de *Te. podisi*, produtos seletivos a esse parasitoide são escassos. A seletividade de inseticidas sintéticos, fitoinseticidas e insumos orgânicos, tem

sido investigada principalmente em parasitoides do gênero *Trissolcus* (SMILANICK et al., 1996; ABUDULAI & SHEPARD, 2003; LIM & MAHMOUD, 2008; GONZÁLEZ et al., 2013), e, atualmente, *Te. podisi* tem sido alvo desses estudos (KOPPEL et al., 2011; SMANIOTTO et al., 2013; SILVA & BUENO, 2014). Pesquisas de seletividade com *Te. podisi* são de suma relevância, para que se possa utilizar e preservar estes parasitoides, uma vez que são essenciais para o manejo de percevejos, bem como para se alcançar o equilíbrio agroecológico e a sustentabilidade ambiental.

Reconhecido o potencial de *Te. podisi* e visando sua produção para programas de controle biológico, técnicas para a criação massal de *E. heros* e *Te. podisi* foram testadas em laboratório por Silva et al. (2008) e Peres & Corrêa-Ferreira (2004), respectivamente. Porém, são poucos os trabalhos de liberações desse parasitoide no campo, restringindo-se a pequenas áreas como no Triângulo Mineiro, em áreas de aproximadamente cinco hectares (VENZON et al., 1999). O programa de maior êxito foi realizado em lavouras de soja no estado do Paraná, através de liberações anuais de *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Hymenoptera: Platygasteridae) para o controle do percevejo *Nezara viridula* (Linnaeus) (Hemiptera: Pentatomidae) (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1996; CORRÊA-FERREIRA et al., 2000). A utilização de parasitoides de ovos no programa de controle biológico de pragas da soja em microbacias no Paraná permitiu, em Campo Mourão, a redução média no número de aplicações de inseticidas de 2,8 para 1,2 em um período de quatro anos (CORRÊA-FERREIRA et al., 2000). A redução no número de pulverizações por sua vez, possibilita a sobrevivência e posterior recolonização dessas áreas pelos parasitoides liberados (CORRÊA-FERREIRA et al., 2000).

Estudos para o controle de pragas da soja, que vislumbrem a minimização dos danos ambientais causados pelos pesticidas, como o caso do controle biológico, tornam-se de grande valia, especialmente no estado de Mato Grosso onde há uma grande lacuna provocada pela carência de pesquisas sobre os parasitoides nativos e o seu potencial para o controle de *E. heros*. Ademais, há utilização abusiva e indiscriminada de inseticidas de amplo espectro e de misturas de dois ou mais princípios ativos, na tentativa de controlar, simultaneamente, mais de uma espécie de praga na cultura da soja, sendo tais práticas amplamente empregadas em grandes fazendas do Mato Grosso.

Diante do exposto, a presente tese visou fornecer informações sobre o manejo do percevejo marrom no estado de Mato Grosso, enfatizando o controle biológico através do parasitoide de ovos *Te. podisi*. A tese foi organizada em três capítulos. O primeiro versa sobre a flutuação populacional de *E. heros* e o parasitismo natural de seus ovos em

lavoura de soja, bem como as características biológicas dos parasitoides *Te. podisi* e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Platygasteridae) encontrados em lavoura de soja no Mato Grosso. No segundo capítulo, testou-se a toxicidade dos principais inseticidas e sua mistura com fungicida utilizados para o controle de pragas na cultura da soja sobre *Te. podisi*; e no terceiro capítulo verificou-se o efeito de liberações inoculativas de *Te. podisi* no controle de *E. heros* em lavoura de soja.

Referências

ABUDULAI, M.; SHEPARD. B.M. Effects of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Trissolcus basal* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae), a parasitoid of *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Entomological Science**, v.38, p.386-397, 2003.

BELO, M.S.S.P.; PIGNATI, W.; DORES, E.F.G.C.; MOREIRA, J.C.; PERES, F. Uso de agrotóxicos na produção de soja do estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.37, n.125, p.78-88, 2012.

BELORTE, L.C.; RAMIRO, Z.A.; FARIA, A.M.; MARINO, C.A.B. Danos causados por percevejos (Hemiptera: pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.2, p.169-175, 2003.

CONAB – Companhia de Abastecimento. 2014. **Acompanhamento de safra brasileira: Grãos**, Sétimo levantamento, Abril de 2014. Brasília-DF: Conab. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_14_11_56_28_boletim_graos_abril_2014.pdf>. Acesso em: 05 maio 2014.

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. Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basal*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.79, p.1-7, 1996.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PANIZZI, A.R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 45 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 24).

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; DOMIT, L.A.; MORALES, L.; GUIMARÃES, R.C. Integrated soybean pest management in micro river basins in Brazil. **Integrated Pest Management Reviews**, v.5, p.75-80. 2000.

GAZZONI, D.L. Perspectivas do manejo de pragas. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.789-829. 859p.

GODOY, K.B.; GALLI, J.C.; ÁVILA, C.J. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.455-458, 2005.

GONZÁLEZ, W.J.O.; LAUMANN, R.A.; SILVEIRA, S.; MORAES, M.C.B.; BORGES, M.; FERRERO, A.A. Lethal and sublethal effects of four essential oils on the egg parasitoids *Trissolcus basalís*. **Chemosphere**, v.92, n.5, p.608-615, 2013.

KOPPEL, A.L.; HERBERT, D.A., JR.; KUHAR, T.P.; MALONE, S.; ARRINGTON, M. Efficacy of selected insecticides against eggs of *Euschistus servus* and *Acrosternum hilare* (Hemiptera: Pentatomidae) and the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae), **Journal of Economic Entomology**, v.104, p.137-142, 2011.

LIM, U.T.; MAHMOUD, A.M.A. Ecotoxicological effect of fenitrothion on *Trissolcus nigripedius* (Hymenoptera: Scelionidae) an egg parasitoid of *Dolycoris baccarum* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v.11, n.4, p.207-210, 2008.

MEDEIROS, M A.; SCHIMIDT, F.V.G.; LOIÁCONO, M.S; CARVALHO, V.F.; BORGES, M. Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.2, p.397-401, 1997.

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. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.335-418. 859p.

PERES, W.A.A.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* Ash. and *Trissolcus basalís* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v.33, n.4. p.457-462, 2004.

PERES, W.A.A.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Potencial do óleo de nim como inseticida vegetal no controle dos percevejos-pragas da soja (Hemiptera: Pentatomidae). In: I Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2006, Porto Alegre - RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.1, n.1, p.1651-1655, 2006.

SALUSO, A.; XAVIER, L.; SILVA, F.A.C.; PANIZZI, A.R. An invasive pentatomid pest in Argentina: the Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v.40, p.704-705, 2011.

SMANIOTTO, L.F.; GOUVEA, A.; POTRICH, M.; LOZANO DA SILVA, E.R.; SILVA, J.; PEGORINI, C.S. Selectivity of alternative products to *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Semina-Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.3295-3306, 2013.

SMILANICK, J.M.; ZALOM, F.G.; EHLER, L.E. Effect of methamidophos residue on the pentatomid egg parasitoids *Trissolcus basalís* and *T. utahensis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Biological Control**, v.6, p.193-201, 1996.

SILVA, C.C.; LAUMANN, R.A.; BLASSIOLI, M.C.; PAREJA, M.; BORGES, M. *Euschistus heros* mass rearing technique for the multiplication of *Telenomus podisi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.5, p.575-580, 2008.

SILVA, D.M.; BUENO, A.F. Toxicity of organic supplies for the egg parasitoid *Telenomus podisi*. **Ciência Rural**, v.44, n.1, p.11-17, 2014.

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

VENZON, M.; RIPPOSATI, J.G.; FERREIRA, J.A.M.; VIRÍSSIMO, J.H. Controle biológico de percevejos-da-soja no Triângulo Mineiro. **Ciência e Agrotécnica**, Lavras, v.23, n.1, p.70-78, 1999.

CAPÍTULO I

Incidência natural de percevejos e parasitoides de ovos em lavoura de soja no estado de Mato Grosso e potencial reprodutivo de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* Crawford em laboratório

Incidência natural de percevejos e parasitoides de ovos em lavoura de soja no estado de Mato Grosso e potencial reprodutivo de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* Crawford em laboratório

RESUMO - Avaliou-se a flutuação populacional de percevejos fitófagos e a ocorrência de parasitismo em seus ovos, durante as safras de soja 2011/12 e 2012/13, no estado de Mato Grosso, bem como o potencial reprodutivo de *Telenomus podisi* e *Trissolcus urichi*. Para o levantamento dos percevejos foi utilizado pano-de-batida e a avaliação do parasitismo foi realizado através de posturas-iscas de *Euschistus heros*, em uma área de 10 ha durante o período reprodutivo da soja. Avaliaram-se em laboratório, parâmetros biológicos de *Te. podisi* e *Tr. urichi*, assim como a competição ente essas espécies. Nas duas safras de soja houve a predominância do percevejo *E. heros*. Na safra 2011/12 foram realizadas quatro aplicações de inseticidas contra percevejos, e na safra 2012/13 houve apenas uma aplicação. Os picos populacionais de percevejos nas duas safras ocorreram no estágio R7 da cultura (33,9 e 15,5 percevejos m⁻¹). Duas espécies de parasitoides de ovos ocorreram durante as safras, *Te. podisi* (99,4% em 2011/12 e 95,7% em 2012/13), e *Tr. urichi* (0,6% em 2011/12 e 4,3% em 2012/13). O parasitismo ocorreu de maneira semelhante nas duas safras, com maiores porcentagens em R7 (02/Mar; 59,4%) na safra 2011/12 e em R5 (23/Fev; 42,0%) na safra 2012/13. Apesar da forte relação que *Te. podisi* possuiu em campo com *E. heros*, *Tr. urichi* apresentou maior potencial na supressão de ovos desse percevejo em laboratório, pois apresentou menor tempo de desenvolvimento de imaturos, maior número de ovos parasitados e parasitoides emergidos por fêmea/dia, porém, menor longevidade dos adultos. Independente da ordem de exposição aos ovos, *Tr. urichi* apresentou dominância na competição larval. Assim, estudos adicionais são necessários para entender o porquê *Te. podisi* predomina sobre *Tr. urichi* no campo. Apesar da pressão de agrotóxicos no agroecossistema da soja, o índice de parasitismo evidencia a possibilidade da realização de um manejo integrado nesta cultura, com a utilização de produtos químicos seletivos e épocas corretas de aplicação visando a preservação dos inimigos naturais que ocorrem na soja.

Palavras-chave: Controle biológico, *Euschistus heros*, *Glycine max*, Platygasteridae

Natural incidence of Stink bugs and egg parasitoids on soybeans in the State of Mato Grosso and reproductive potential of *Telenomus podisi* (Ashmead) and *Trissolcus urichi* Crawford

ABSTRACT - The fluctuation of stink bugs populations and the levels of parasitism on their eggs were evaluated during the soybean crops of 2011/12 and 2012/13 in State of Mato Grosso, as well as the reproductive potential of the *Telenomus podisi* and *Trissolcus urichi*. Stink bugs surveys were carried out by the shake cloth method and parasitism was estimated by placing sentinel eggs of *Euschistus heros* in a 10 ha area during the reproductive stage of the crop. In laboratory the biological parameters of *Te. podisi* and *Tr. urichi* were evaluated, as well as the interespecific competition between the two species. In both crop seasons *E. heros* was the predominant stink bug species. During the 2011/12 season, four insecticide applications were made against stink bugs and in 2012/2013 a single application was made. The highest incidence of stink bugs in the two soybean seasons was recorded in R7 (12.1 and 4.7 bugs m⁻¹). Two species of egg parasitoides were found during the crops, *Te. podisi* (99.4% in 2011/12 and 95.7% in 2012/13), and *Tr. urichi* (0.7% in 2011/12 and 4.3% in 2012/13). Parasitism levels were similar during both soybean seasons and highest percentages of parasitized eggs occurred in R7 (02/Mar) stage in 2011/12 with 59.4% of parasitized eggs and 42.0% in 2012/13 at R5 (23/Feb). In spite of the strong relationship between *Te. podisi* and *E. heros* population, *Tr. urichi* was better in most of the parameters of suppression of eggs, as shorter time of development of the immature stages, larger number of parasitized eggs and emerged parasitoides per female/day, but had a shorter lifespan than *Te. podisi*. *Trissolcus urichi* predominated in the interespecific competition, independently of the order the parasitoids were exposed to the host eggs. Further studies are required to understand why *Te. podisi* predominates over *Tr. urichi* in the field. Despite the intensive use of insecticides, parasitism levels indicate that a pest management program can be implemented employing selective insecticides and correct application dates favouring the action of natural enemies found on soybean crops.

Key-words: Biological control, *Euschistus heros*, *Glycine max*, Platygasteridae

INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso é o maior produtor de soja, *Glycine max* (Linnaeus) Merrill, do Brasil, chegando a 26,6 milhões de toneladas na safra 2013/14, devido à escolha de variedades mais produtivas e aumento da área de plantio (CONAB, 2014). Apesar disso, sua produtividade é comprometida pelos altos índices de insetos praga que ocorrem desde o estágio vegetativo, quando predominam lagartas desfolhadoras, até o período reprodutivo da cultura, com a ocorrência de lagartas que consomem as vagens e percevejos sugadores de grãos (MUSSER et al., 2011; MOSCARDI et al., 2012; PANIZZI et al., 2012).

O percevejo marrom *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) é o mais abundante em lavouras de soja de regiões quentes, embora também esteja se expandindo para as regiões subtropicais (CIVIDANES & PARRA, 1994; SALUSO et al., 2011). Essa espécie realiza sua colonização no início da fase reprodutiva da soja e permanece na lavoura até a colheita, ocasionando redução na qualidade e peso das sementes, podendo resultar em perdas superiores a 30%, comprometendo a comercialização (PANIZZI & SLANSKY JUNIOR, 1985; NUNES & CORRÊA-FERREIRA, 2002; CORRÊA-FERREIRA & AZEVEDO, 2002).

O manejo com inseticidas químicos é o mais utilizado para o controle de *E. heros*, e, muitas vezes, o inseticida é aplicado de forma preventiva e na mesma calda com outros produtos, pela necessidade de se controlar o fungo da ferrugem da soja ou as plantas daninhas. O produtor aproveita o mesmo tanque para acrescentar inseticida e realizar apenas uma aplicação (GAZZONI, 2012). Contudo, esta prática ocasiona o aumento de populações resistentes de insetos fitófagos e a redução de insetos benéficos, além de causar problemas ambientais e para a saúde humana (SOSA-GÓMEZ et al., 2001; PERES & CORRÊA-FERREIRA, 2006; SOSA-GÓMEZ & SILVA, 2010; BELO, 2012).

Entre os inimigos naturais do percevejo marrom presentes na cultura da soja, os parasitoides de ovos são os principais agentes de sua regulação populacional (CORRÊA-FERREIRA, 1986),

com destaque ao microhimenóptero *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae), que constitui o principal fator de mortalidade dessa praga no Estado do Paraná (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995; PACHEDO & CORRÊA-FERREIRA, 2000), no Distrito Federal (MEDEIROS et al., 1998) e no Mato Grosso do Sul (GODOY et al., 2005).

Devido à importância econômica da soja e dos prejuízos provocados pelo percevejo *E. heros*, tornam-se necessários estudos para avaliar seus níveis populacionais, as taxas de parasitismo de seus ovos por espécies nativas, bem como o potencial reprodutivo dos principais parasitoides existentes, a fim de contribuir para um plano de manejo integrado dessa praga no estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Ocorrência de pentatomídeos e parasitismo em seus ovos na cultura da soja

Os trabalhos de campo foram conduzidos em lavoura de soja sob manejo convencional (químico) de controle de pragas, no município de Tangará da Serra, sudoeste do estado de Mato Grosso, durante as safras 2011/2012 e 2012/13, na fazenda Aparecida da Serra (14°18'36.64"S 57°44'47.00"W). A pesquisa foi conduzida em um talhão de 90 ha, com a cultivar TMG 132 RR na safra 2011/2012 e Monsoy 8766 RR na safra 2012/13, ambas de ciclo médio. Utilizou-se uma área de 500 x 200 m com uma borda de mata nativa (cerrado) e as demais com soja, para realizar as amostragens em vinte pontos (estacas) distantes 50 metros entre si, totalizando 20 repetições.

Semanalmente a coleta dos dados relativos às densidades populacionais dos percevejos, foi realizada em diferentes linhas de plantio próximas a cada estaca de monitoramento, através do método de pano-de-batida largo (vinte batidas) adaptado de STÜRMER et al. (2012), registrando-se o número de percevejos (ninfas a partir do 3º instar e adultos) por metro linear, em cada estágio da fase reprodutiva da soja, categorizado segundo a escala de FEHR et al. (1971). O parasitismo foi avaliado por meio de posturas-iscas, contendo dez ovos de *E. heros* provenientes de criação de

percevejos em laboratório, instaladas em uma planta próxima a cada estaca, ou seja, vinte posturas contendo dez ovos cada. As iscas foram instaladas durante o período reprodutivo da soja e foram substituídas a cada três dias até a colheita, e, após serem recolhidas da lavoura, foram encaminhadas ao laboratório, armazenadas em placas de Petri e mantidas em sala climatizada a $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ e UR $70\% \pm 20\%$ com fotofase de 12 horas. Registrou-se a porcentagem média de ovos parasitados, de parasitoides emergidos, de ninfas (sem completar o desenvolvimento embrionário e eclodidas), ovos inviáveis e predados, segundo critérios descritos por MEDEIROS et al. (1997). Os exemplares de parasitoides foram encaminhados ao Museum of Biological Diversity de Ohio, EUA, para identificação.

O controle de lagartas e percevejos foi realizado através de pulverizador automotriz (uniporte). Os inseticidas utilizados estão descritos na Tabela 1 e as dosagens utilizadas seguiram as recomendações dos fabricantes dos produtos. Na safra 2011/12 o produtor não adotou critério que inferisse a necessidade das pulverizações para os percevejos. Já na safra 2012/13, a tomada de decisão para a realização das aplicações foi baseada no monitoramento e, quando atingisse a média de dois percevejos (ninfas a partir do 3º instar e adultos) por metro, recomendava-se entrar com o plano de ação, conforme preconizado por BUENO et al. (2012b). No entanto, ao final do período reprodutivo (a partir de R6), o produtor deixou de levar em consideração esse manejo, não realizando mais aplicações.

Tabela 1: Inseticidas utilizados nas safras 2011/12 e 2012/13 para o controle de lagartas desfolhadoras e percevejos fitófagos

Safra	Ingrediente ativo	Grupo químico	DI ¹	Fase da aplicação
2011/12	Lufenuron	Benzoilureia	10,0	R1 (28/Dez)
	Tiametoxan + Lambda-cialotrina	Neocotinoide + Piretroide	42,3 + 31,8	R4 (15/Jan)
	Acefato	Organofosforado	375,0	R5 (02/Fev)
	Acefato	Organofosforado	375,0	R6 (23/Fev)
	Tiametoxan + Lambda-cialotrina	Neocotinoide + Piretroide	35,3 + 26,5	R7 (06/Mar)
	2012/13	Espinosade + Lufenuron	Espinosina + Benzoilureia	14,4 + 7,5
Tiametoxan + Lambda-cialotrina		Neocotinoide + Piretroide	35,3 + 26,5	R5 (14/Fev)
Diflubenzuron		Benzoilureia	40,0	R5 (28/Fev)

¹DI = Dosagem do ingrediente ativo em g i.a. ha⁻¹

A flutuação populacional de percevejos e o parasitismo natural na área de estudo durante as safras 2011/12 e 2012/13 foi estudada através da análise de *deviance* e do modelo linear generalizado (MLG), considerando para cada safra: a) um modelo estatístico que inclui o número de percevejos (ninfas + adultos) em função das datas de coleta organizadas em números sequenciais; b) um modelo que inclui o número de ovos parasitados em posturas-iscas em função das datas de coleta organizadas em números sequenciais. Estes modelos foram ajustados para a distribuição de erros de *Poisson*, por serem dados de contagem e *log* foi usado como função de ligação. As análises foram realizadas usando a linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2014).

A relação entre densidade populacional de percevejos e percentual de parasitismo foi avaliada através da correlação de Spearman. O programa utilizado para ambas as análises foi o SigmaPlot 12.2 (SIGMAPLOT, 2011).

Biologia comparada de *Telenomus podisi* e *Trissolcus urichi*

O potencial reprodutivo das duas espécies de parasitoides ocorrentes na área, *Te. podisi* e *Trissolcus urichi* (Crawford) durante as duas safras foi avaliado no Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisa, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Tangará da Serra. Todos os testes foram realizados em estufa climatizada a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $70\% \pm 10\%$ com fotofase de 12 horas. Fêmeas de cada espécie, com um dia de vida e previamente mantidas com machos para copularem, foram individualizadas em tubos de ensaio de vidro (1,5 x 10,0 cm) vedados com algodão, com um filete de mel para sua alimentação.

Foram ofertados para cada fêmea, 20 ovos de até 24 horas de *E. heros* (n. 20 vespas de cada espécie) durante 20 dias. Após o período de exposição de 24 horas ao parasitismo, as vespas foram transferidas para outros tubos contendo 20 ovos de 24 horas. Verificou-se o tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos; o número médio de ovos parasitados por fêmea, estimado pela mudança na coloração e após verificação de seu conteúdo escurecido, ou que permitiam observar a pupa ou o adulto do parasitoide através da dissecação dos ovos sob estereomicroscópio (MEDEIROS et al., 1997); de parasitoides emergidos; a razão sexual (número de fêmeas/número total da progênie); o número de ninfas (sem completar o desenvolvimento embrionário e eclodidas); ovos inviáveis (número médio de ovos em que não houve emergência de parasitoides ou ninfas, e que o conteúdo permaneceu sem identificação, após dissecação); e a longevidade das fêmeas (com oferta de ovos até o 20º dia).

Tabelas de vida de fertilidade foram construídas para os parasitoides *Te. podisi* e *Tr. urichi*. Os parâmetros reprodutivos utilizados foram os seguintes: l_x , taxa de sobrevivência (proporção de emergência dos adultos, previamente determinada para o fim do estágio imaturo) para cada intervalo de idade (x); m_x , taxa de fecundidade (número de fêmeas produzidas por fêmea sobrevivente) em uma idade específica (x). Com esses parâmetros, foram calculados: a taxa reprodutiva líquida, ou seja, o total de descendentes fêmeas produzidas por fêmea, durante todo o

período de reprodução, que chegam à geração seguinte (R_0) $R_0 = \sum l_x m_x$; o tempo médio de duração de uma geração (T) $T = \sum l_x m_x / R_0$; taxa intrínseca de crescimento populacional ou a capacidade inata de aumentar em número (r_m) $r_m = e^{R_0/T}$; taxa finita de aumento populacional, ou seja, o número de vezes que a população multiplica em uma unidade de tempo (λ) $\lambda = e^{r_m}$.

Interferência competitiva por *Telenomus podisi* e *Trissolcus urichi*

As interferências competitivas entre as espécies de parasitoides foram investigadas mediante bioensaios de liberações sequenciais e simultânea das fêmeas em ovos de *E. heros*.

Verificou-se em um ensaio piloto, por meio de observação pessoal, que as fêmeas de *Te. podisi* e *Tr. urichi* necessitaram de um período de duas horas para completarem o parasitismo em 10 ovos de *E. heros*. A partir disso, bioensaios foram realizados com 23 repetições, utilizando fêmeas com um dia de vida e previamente copuladas, e ao final dos mesmos, as massas de ovos foram mantidas em estufa climatizada ($25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70\% \pm 10\%$, fotofase de 12 horas) até a emergência de parasitoides ou eclosão de ninfas.

No primeiro bioensaio de liberação sequencial, uma fêmea de *Tr. urichi* foi liberada no tubo de ensaio contendo 10 ovos de *E. heros* e deixada por um período de duas horas. Após a retirada dessa fêmea, logo foi inserida uma fêmea de *Te. podisi*, que permaneceu por duas horas no tubo de ensaio com os ovos (T_u depois T_p). O segundo bioensaio de liberação sequencial ocorreu concomitante a esse, sendo que foi alternada a ordem das espécies de fêmeas expostas aos ovos (T_p depois T_u). No terceiro bioensaio uma fêmea de cada espécie foi liberada simultaneamente (T_u mais T_p) no tubo de ensaio com os ovos.

Para a comparação dos dados biológicos entre *Te. podisi* e *Tr. urichi*, bem como a interferência competitiva entre essas espécies realizaram-se testes de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) e homocedasticidade das variâncias pelo teste de Bartlett (BARTLETT, 1937), seguido de comparação pelo teste de Mann-Whitney (Teste U) para comparação dos dados biológicos. Já para a comparação entre os bioensaios de interferência, para

cada variável (emergência de *Tr. urichi*, *Te. podisi*, ninfas e ovos inviáveis) realizou-se análise de variância de Kruskal Wallis e comparação múltipla pelo teste H. Esses testes foram realizados através do software Statistica 7.1 (STATSOFT, 2001). Para o parâmetro longevidade, realizou-se análise de sobrevivência de Kaplan-Meier (Gehan-Breslow) (KAPLAN & MEIER, 1958) e, para comparação entre os parâmetros de cada espécie, utilizou-se o método Holm-Sidak, os quais foram realizados através do software SigmaPlot 12.0 (SIGMAPLOT, 2011). Considerou-se 5% de probabilidade de erro para todos os testes.

RESULTADOS

Ocorrência de pentatomídeos na cultura da soja

Durante as duas safras houve a predominância de *E. heros* (99,36 e 99,74%). Na safra 2011/12, outras espécies fitófagas, como *Edessa meditabunda* (Fabricius) (0,18%), *Dichelops melacanthus* (Dallas) (0,28%), *Thyanta perditor* (Fabricius) (0,09%) e *Chinavia ubica* (Rolston) (0,09%), também foram encontradas. Já na safra 2012/13 houve apenas um registro de *D. melacanthus* (0,13%) e um de *E. meditabunda* (0,13%).

A flutuação populacional de percevejos, bem como as aplicações de inseticidas durante a fase reprodutiva da soja na safra 2011/12 estão ilustradas na Figura 1 (A). No início da floração da soja foi realizada uma aplicação de Lufenuron (benzoilureia) na dosagem de 200 ml ha⁻¹ para o controle de lagartas desfolhadoras. No estágio R4, quando a média de percevejos estava 0,40 (± 0,15) m⁻¹, a área foi pulverizada com Tiametoxam+Lambda-cialotrina (neonicotinoide+piretroide) na dosagem de 300 ml ha⁻¹. Em R5 (02/Mar), a média de percevejos foi de 1,0 (± 0,54) m⁻¹, sendo realizada uma aplicação com Acefato (organofosforado) na dosagem de 500 ml ha⁻¹. Após 13 dias, a população atingiu 9,9 (± 1,09) percevejos m⁻¹, e nova pulverização de Acefato foi realizada. Porém, essa aplicação não foi suficiente para reduzir a população abaixo do nível de dano, e após oito dias, atingiu a média de 33,9 (± 2,68) percevejos m⁻¹. Após verificação desse crescimento populacional,

no estágio R8, foi realizada a última pulverização, com Tiametoxam+Lambda-cialotrina na dosagem de 250 ml ha⁻¹, e após sete dias realizou-se a colheita, impossibilitando a observação da eficácia da pulverização por meio do levantamento de insetos.

A flutuação populacional de percevejos, bem como as aplicações de inseticidas durante a fase reprodutiva da soja na safra 2012/13 estão ilustradas na Figura 1 (B). Em R1 aplicou-se um produto neurotóxico, Espinosade (espinosina) na dosagem de 30 ml ha⁻¹, junto ao regulador de crescimento, Lufenuron na dosagem de 150 ml ha⁻¹, a fim de reduzir a população de lagartas grandes na área. Em R4, a população de percevejos estava abaixo do nível de dano ($1,6 \pm 0,31$ percevejos m⁻¹), mas logo em R5 (13/Fev), ultrapassou a recomendação ($3,0 \pm 0,48$ percevejos m⁻¹). Após essa verificação foi pulverizado Tiametoxam+Lambda-cialotrina na dosagem de 250 ml ha⁻¹. Em R5 (20/Fev) a média foi para 1,8 ($\pm 0,49$) percevejos m⁻¹. Em R5 (26/Fev), a população apresentou 6,5 ($\pm 1,00$) percevejos m⁻¹, como também houve infestação de lagartas na área. Com isso, realizou-se pulverização de um inseticida regulador de crescimento, Diflubenzuron (benzoilureia) na dosagem de 50 g ha⁻¹ e não houve aplicação para o controle de percevejos. Na última amostragem (R7), a população atingiu 15,3 ($\pm 2,97$) percevejos m⁻¹, no entanto não houve aplicação nesse período devido a proximidade da colheita.

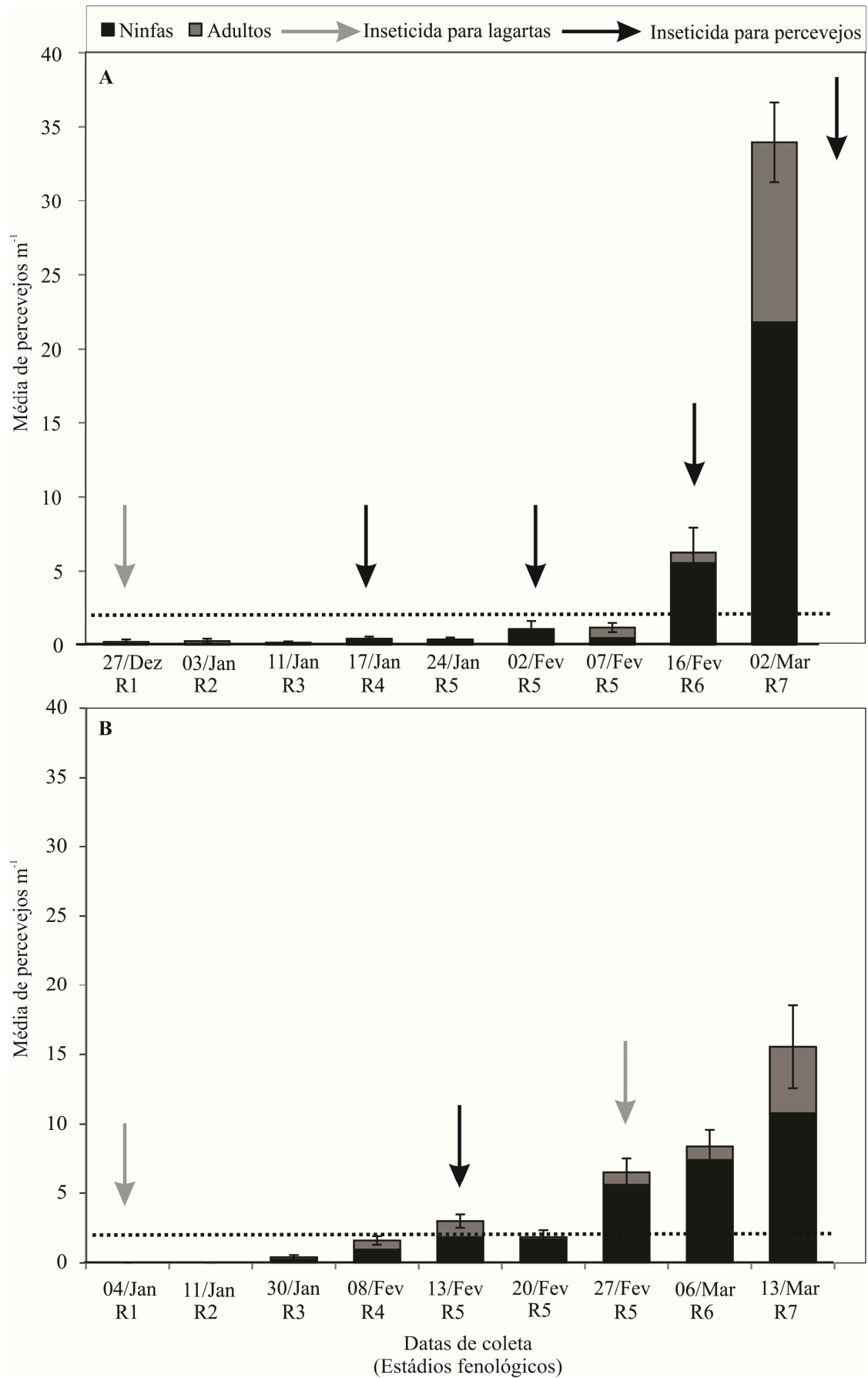


Figura 1: Média de percevejos (\pm EP) por metro linear, durante a fase reprodutiva da soja nas safras 2011/12 (A) e 2012/13 (B). A linha pontilhada indica o nível de dano.

Ocorrência de parasitismo em ovos de *E. heros*

De um total de 3.200 ovos colocados em iscas instaladas em cada safra, as porcentagens médias de parasitismo dos ovos foram 9,9% (2011/12) e 8,6% (2012/13), e destes, 52,8 e 77,2% emergiram adultos, nas respectivas safras. Ovos que originaram ninfas, inviáveis e predados, representaram 90,1% (2011/12) e 91,4% (2012/13) dos ovos sentinelas ofertados. Essas variáveis não diferiram entre as safras (Tabela 2).

Tabela 2: Porcentagem média (\pm EP) de ovos parasitados, parasitoides emergidos, ninfas, ovos inviáveis e predados, nas safras 2011/12 e 2012/13, em Tangará da Serra, MT

	2011/12		2012/13		P ¹
	% \pm EP	Nº. ovos (posturas)	% \pm EP	Nº. ovos (posturas)	
Ovos parasitados	9,9 (\pm 4,33)	314 (35)	8,6 \pm 2,45	275 (35)	0,309
Parasitoides emergidos	52,8 (\pm 12,21)	166 (34)	77,2 \pm 8,38	212 (32)	0,429
Ninfas	82,5 (\pm 4,52)	2641 (297)	84,7 \pm 2,68	2740 (291)	0,836
Ovos inviáveis	6,1 (\pm 1,51)	196 (21)	4,9 \pm 1,26	157 (34)	0,777
Ovos predados	1,5 (\pm 0,96)	49 (6)	1,8 \pm 0,83	55 (7)	0,418

¹p = significância pelo Teste Mann-Whitney.

Apenas duas espécies de parasitoides foram registradas nos ovos expostos ao parasitismo durante as duas safras, *Te. podisi* e *Tr. urichi*. Houve a predominância da primeira espécie, com ocorrência de 99,4% (n= 164) em 2011/12 e 95,7% (n= 200) em 2012/13. A segunda espécie foi encontrada com 0,6% (n= 2) na safra 2011/12, e 4,3% (n= 12) na safra 2012/13.

O parasitismo na safra 2011/12 manteve-se abaixo de 10,0% até R6 (16/Fev) (Figura 2 A). A partir desse estágio, o parasitismo atingiu picos em 22/Fev (R6, 45,3%) e 02/Mar (R7, 59,4%). No entanto, em 29/Fev (R7) apresentou taxa de 13,5% de parasitismo, após aplicação de Acefato, e de 5% em R8 (07/Mar), após pulverização com Tiametoxam+Lambda-cialotrina (Figura 2 A).

Na safra de 2012/13, o parasitismo permaneceu abaixo de 10,0% até o estágio R5 (20/Fev). Após 10 dias da aplicação de Tiametoxam+Lambda-cialotrina (13/Fev, R5) e de Diflubenzuron (20/Fev, R5), o parasitismo atingiu um pico de 42,0% ($\pm 11,04$) em 23/Fev (R5). Após essa data, a média de ovos parasitados permaneceu abaixo de 13,0%, apresentando 2,0% ($\pm 2,00$) no final do ciclo, em R8 (13/Mar) (Figura 2 B).

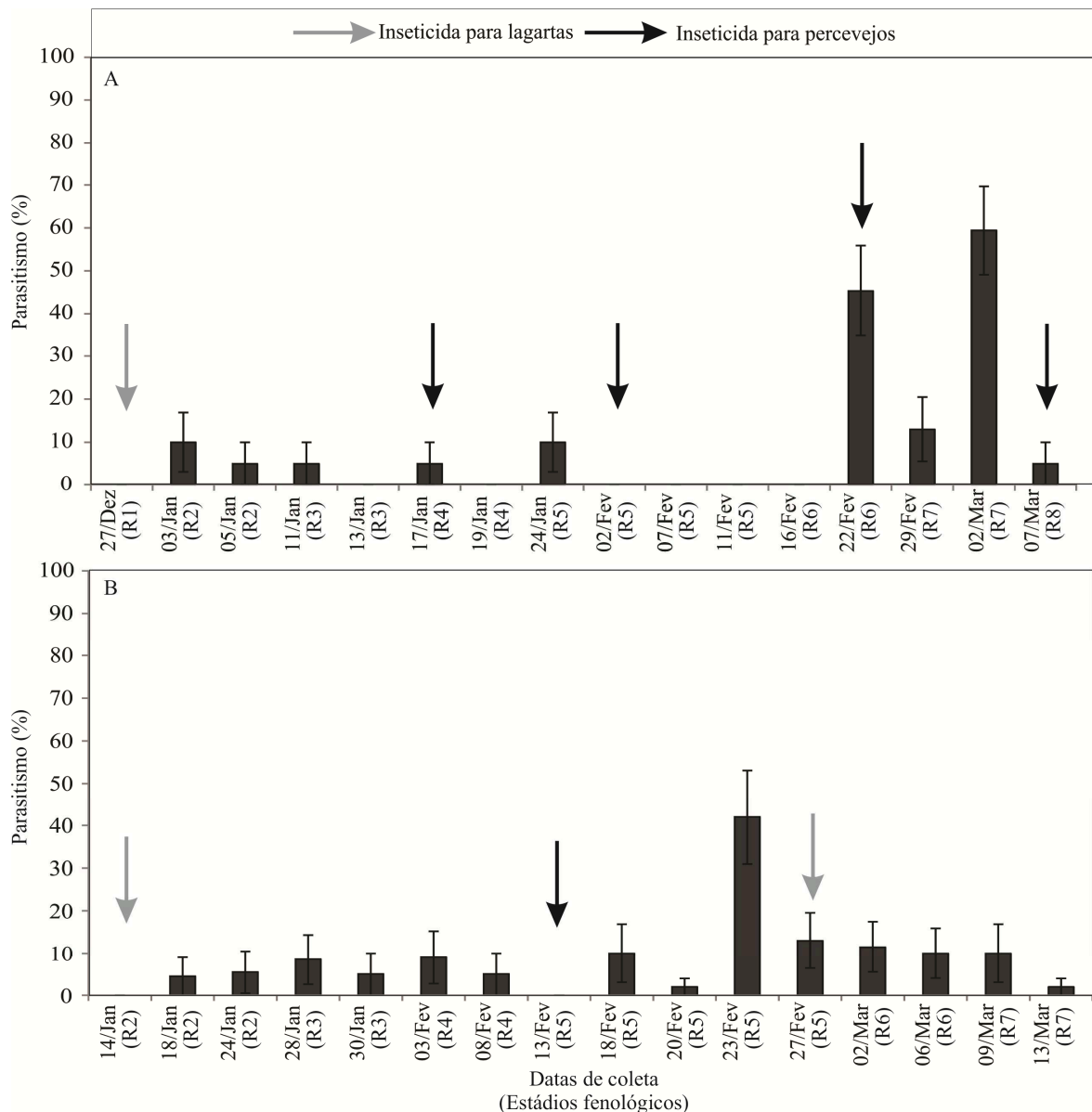


Figura 2: Porcentagem média (\pm EP) de parasitismo durante a fase reprodutiva da soja nas safras 2011/12 (A) e 2012/13 (B).

A flutuação populacional média de percevejos apresentou relação significativa com a fenologia da soja tanto para a safra 2011/12 (*deviance*= 2386.8; df. 1, 178; $p < 0,001$) como para a

safras 2012/13 (*deviance*= 920.31; df. 1, 178; $p < 0,001$), com aumento da população de percevejos a partir do estágio R4 e pontos de máxima no estágio final de desenvolvimento da cultura (R7) (Figura 3 A e B). Um comportamento de curva semelhante foi observado para a média de ovos parasitados em posturas-iscas, uma vez que na safra 2011/12 (*deviance*= 205,77; gl: 1, 318; $p < 0,001$) e na safra 2012/13 (*deviance*= 27,56; gl: 1, 318; $p < 0,001$) também foi registrado relação significativa com a fenologia da soja (Figura 4 A e B).

Esses resultados (média de percevejos x ovos parasitados) avaliados em conjunto demonstraram correlação positiva forte em ambas as safras, 2011/12 (Coeficiente de correlação= 0,741; $p = 0,038$) e 2012/13 (Coeficiente de correlação= 0,847; $p = 0,006$), indicando a dependência destas variáveis.

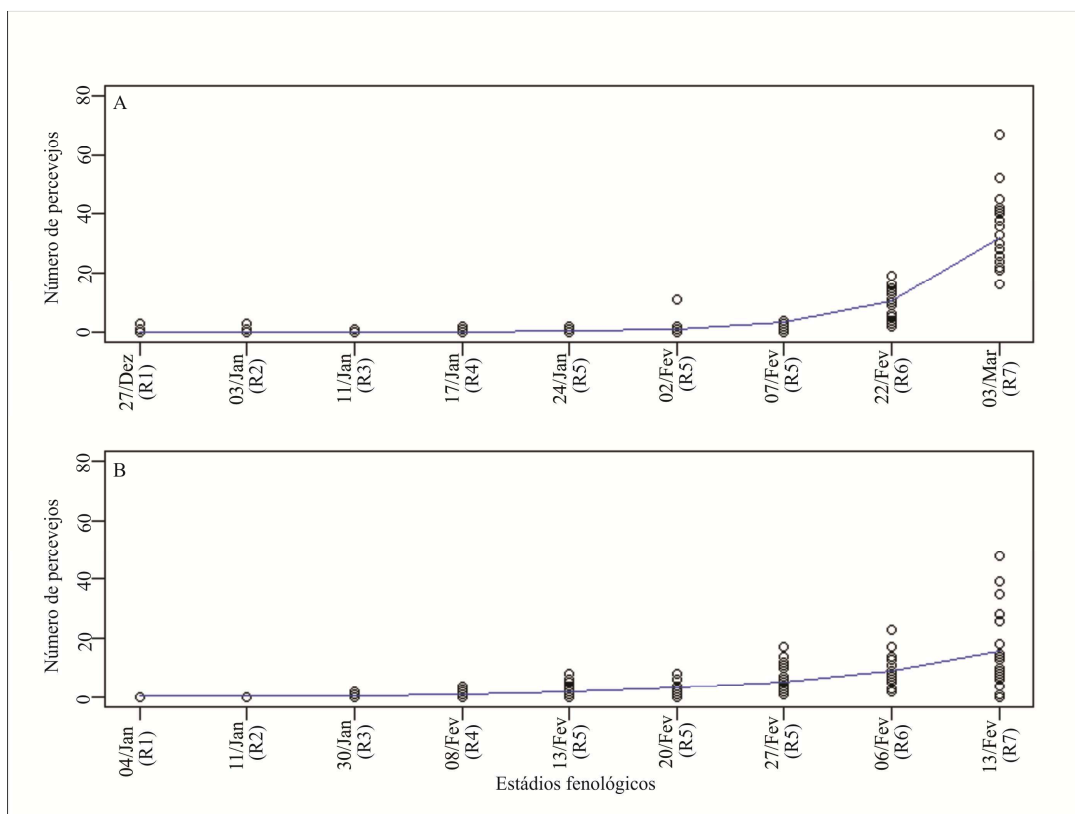


Figura 3: Médias de percevejos em relação às fases reprodutivas da soja nas safras 2011/12 (A) e 2012/13 (B).

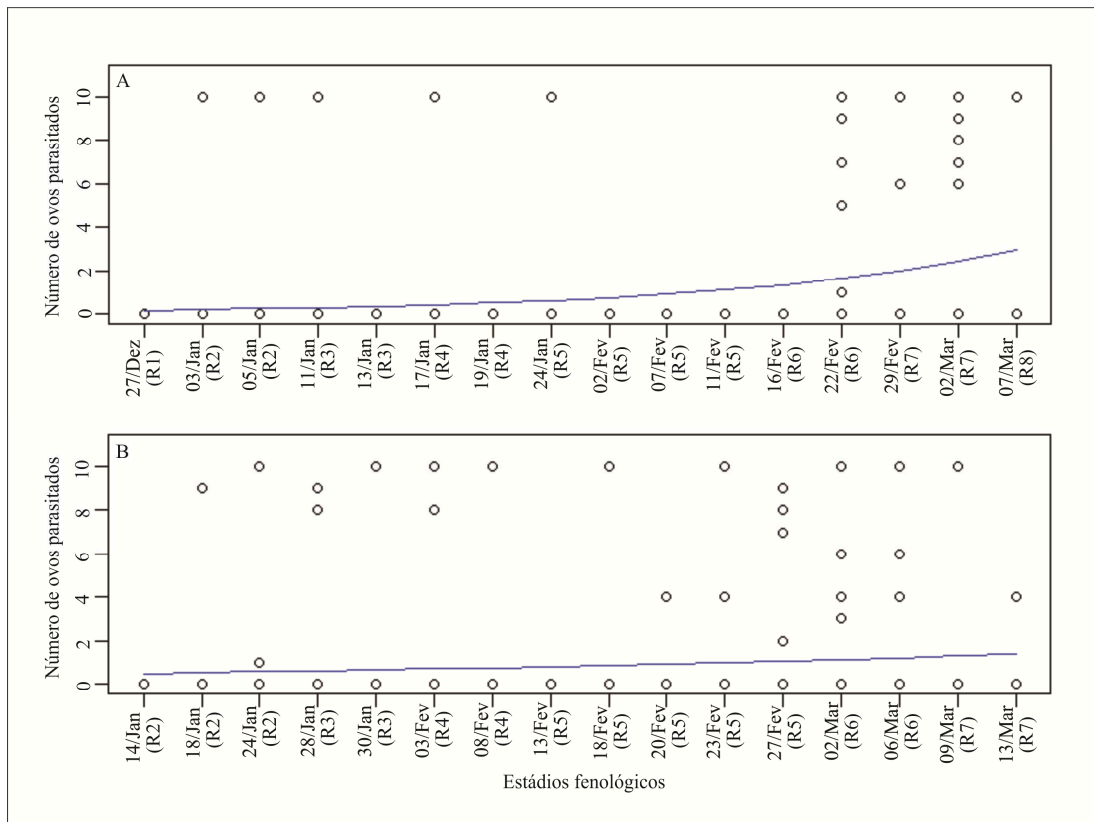


Figura 4: Médias de ovos parasitados em relação às fases reprodutivas da soja nas safras 2011/12 (A) e 2012/13 (B).

Biologia comparada de *Telenomus podisi* e *Trissolcus urichi*

O tempo médio de desenvolvimento (\pm EP) de *Te. podisi* foi de 13,3 (\pm 0,04) dias para fêmeas e 13,1 (\pm 0,03) para os machos, e para *Tr. urichi* foi de 11,0 (\pm 0,02) dias para fêmeas e 10,8 (\pm 0,05) para os machos. O tempo de desenvolvimento de fêmeas e machos de *Tr. urichi* foi significativamente menor do que o tempo de *Te. podisi* (fêmeas: $U= 8939,00$; $p<0,001$ e machos: $U= 2419,00$; $p<0,001$).

Telenomus podisi apresentou parasitismo de 83,2% no primeiro dia de oferta, com média (\pm EP) de 16,6 (\pm 1,46) ovos parasitados por fêmea e *Tr. urichi* apresentou parasitismo de 91,8%, com média (\pm EP) de 18,3 (\pm 0,48) ovos por fêmea (Figura 5). Com o avanço da idade das fêmeas, a porcentagem de parasitismo diminuiu. A partir do segundo dia de oferta *Te. podisi* manteve o parasitismo abaixo de 50% até o último dia de oferta de ovos. Em *Tr. urichi*, o parasitismo permaneceu acima de 50% até o terceiro dia de vida das fêmeas. A porcentagem média (\pm EP) de

ovos parasitados por fêmea/dia de *Te. podisi* ($34,8\% \pm 1,22$) foi significativamente menor ($U=14056,50$; $p<0,001$) que a de *Tr. urichi* ($51,9\% \pm 2,14$). O mesmo ocorreu com a porcentagem média de parasitoides emergidos em relação à média de ovos parasitados (*Te. podisi* $46,4 \pm 1,63$ e *Tr. urichi* $79,9 \pm 1,90$; $U=8017,50$; $p<0,001$) (Figura 5).

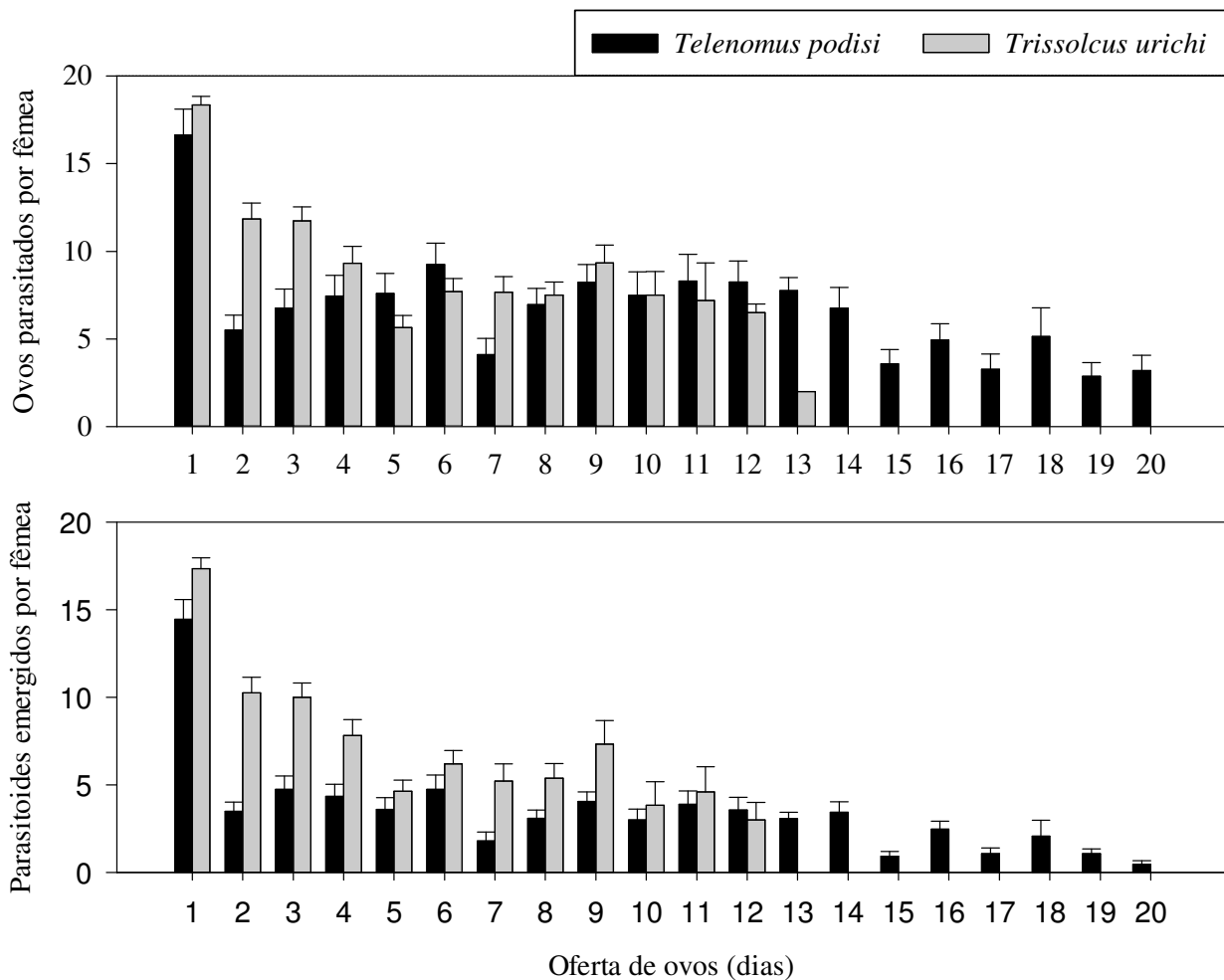


Figura 5: Número médio (\pm EP) de ovos parasitados e parasitoides emergidos observados de 20 ovos de *E. heros* ofertados diariamente ($n=20$ ovos/dia) ao longo de 20 dias as fêmeas de *Te. podisi* e 13 dias a *Tr. urichi*.

A razão sexual média (\pm EP) de *Tr. urichi* foi de 0,8 e de *Te. podisi* 0,6. A proporção maior de progênie fêmea manteve-se até o 13° dia vida de *Te. podisi*, enquanto que para *Tr. urichi* a razão sexual permaneceu acima de 0,5 até o 11° dia de vida, caindo para zero no 12° dia (Figura 6).

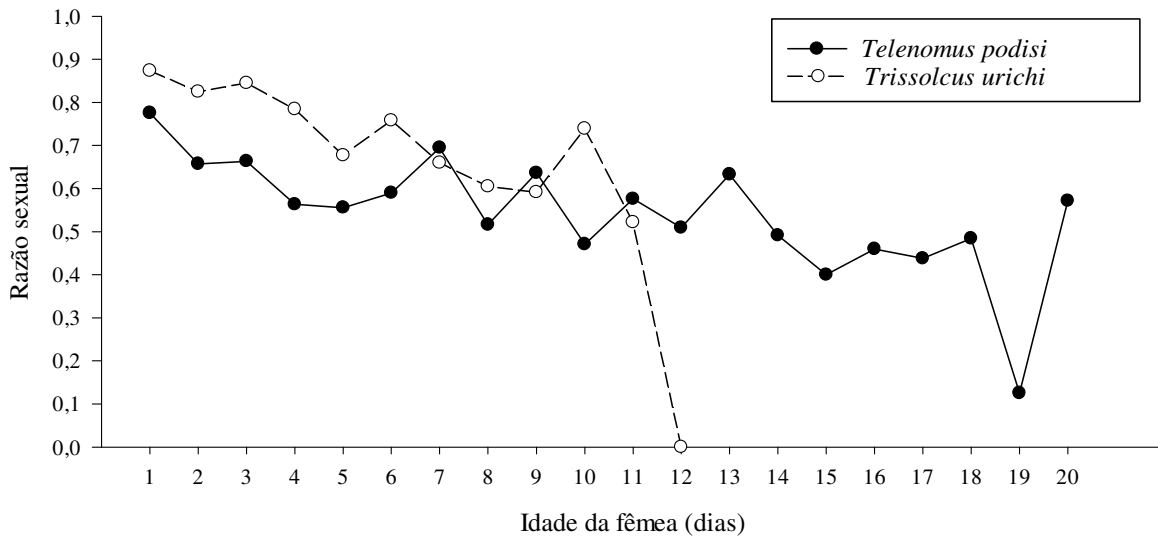


Figura 6: Razão sexual por progenitora ao longo de 20 dias de oferta de ovos as fêmeas de *Te. podisi* e 13 dias de oferta de ovos as fêmeas de *Tr. urichi*.

A proporção de ovos dos quais emergiram ninfas e de ovos inviáveis no primeiro dia de oferta de ovos para *Te. podisi* foi de 1,9 ($\pm 1,03$) e 3,6 ($\pm 0,70$) respectivamente, e entre o segundo e o vigésimo dia foi de 11,1 ($\pm 0,88$) e 5,9 ($\pm 1,10$) respectivamente, enquanto que para *Tr. urichi*, a proporção no primeiro dia foi de 0,3 ($\pm 0,13$) ninfas e 2,3 ($\pm 0,64$) ovos inviáveis e entre o segundo e o vigésimo dia foi de 6,3 ($\pm 0,35$) e 6,6 ($\pm 0,27$) respectivamente (Figura 7).

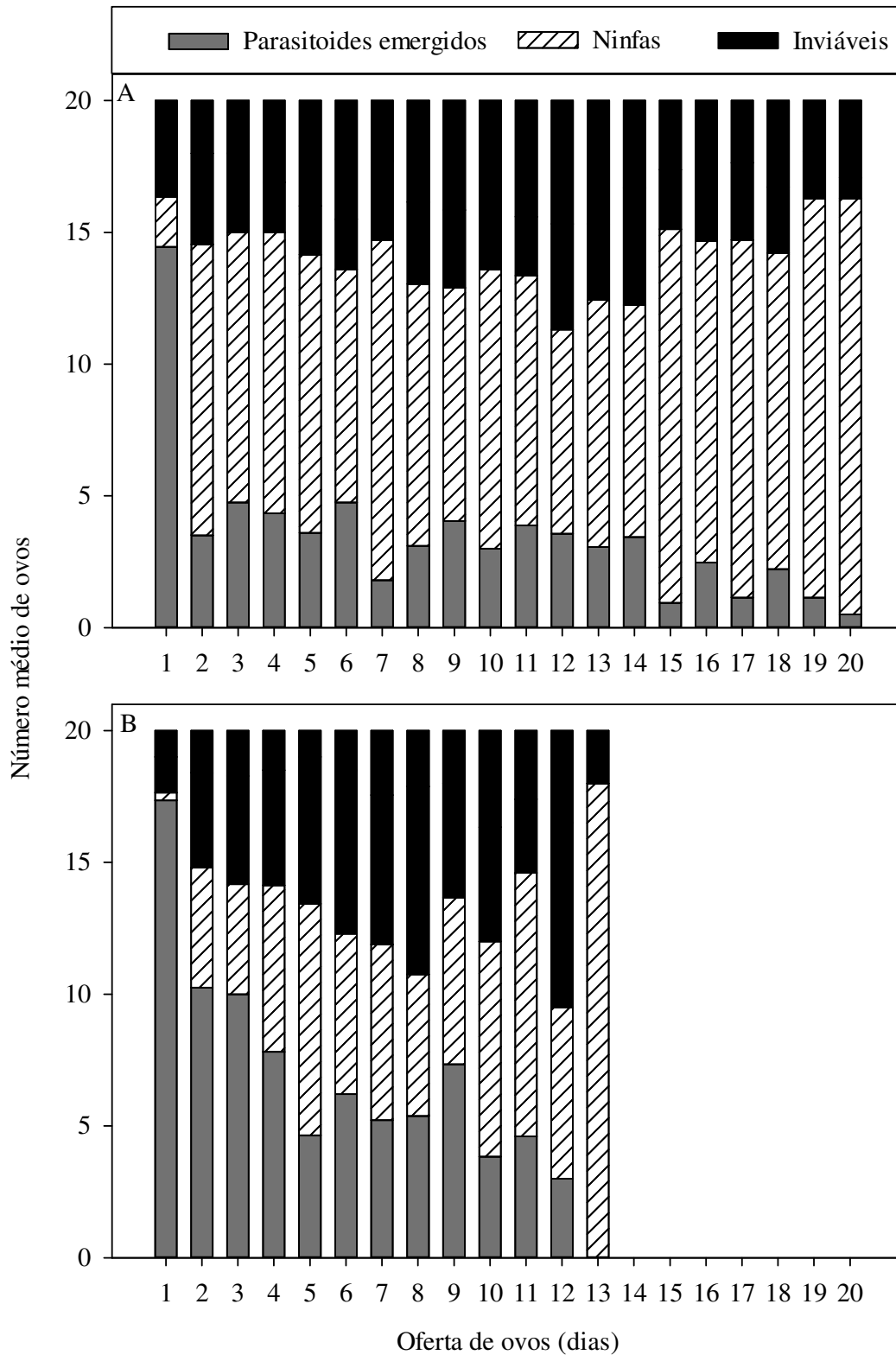


Figura 7: Número médio de parasitoides emergidos, ninfas e ovos inviáveis (ausência de emergência) ao longo de 20 dias de oferta de ovos as fêmeas de *Te. podisi* (A) e 13 dias de oferta de ovos as fêmeas de *Tr. urichi* (B).

A análise de sobrevivência indica diferença entre as curvas das duas espécies de parasitoides (K-M=118,20; $p < 0,001$). A menor longevidade foi para *Tr. urichi*, em que o tempo médio de vida foi de 10,5 ($\pm 0,45$) dias, enquanto que fêmeas de *Te. podisi* viveram em média 30,1 ($\pm 0,37$) dias (Figura 8).

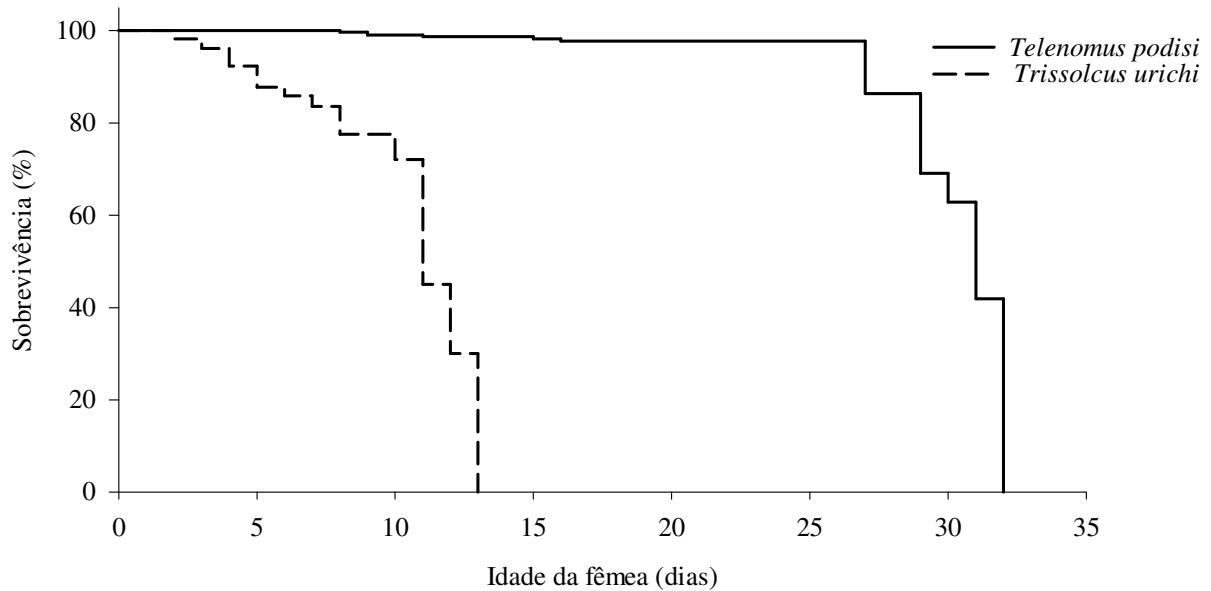


Figura 8: Curva de sobrevivência de fêmeas de *Te. podisi* e *Tr. urichi*.

A análise da tabela de vida indica que *Tr. urichi* possui capacidade inata de aumentar em número (rm) e razão intrínseca de aumento maiores que *Te. podisi*, embora sua taxa líquida de reprodução (R_0) seja menor (Tabela 2). A duração média de uma geração (T) foi menor em *Tr. urichi* comparada a *Te. podisi* (Tabela 3).

Tabela 3: Tabela de vida de fertilidade de *Telenomus podisi* e *Trissolcus urichi* no hospedeiro *Euschistus heros*.

Parasitoide	R_0^1	T^2	rm^3	λ^4
<i>Telenomus podisi</i>	67,21	21,7	0,084224	-1,07457
<i>Trissolcus urichi</i>	65,99	15,3	0,118958	-0,92461

¹ R_0 : Taxa líquida de reprodução

² T : duração de cada geração

³ rm : capacidade inata de aumentar em número

⁴ λ : razão finita de aumento

Interferência competitiva entre *Telenomus podisi* e *Trissolcus urichi*

Em todas as situações de competição, houve sucesso reprodutivo de *Tr. urichi*, com maior número de parasitoides emergidos em ovos não parasitados ou previamente parasitados por *Te. podisi* ($Tu \rightarrow Tp$: $U=28,50$; $p<0,001$; $Tp \rightarrow Tu$: $U=14,00$; $p<0,001$ e $Tu+Tp$: $U=49,50$; $p<0,001$) (Figura 9). Verificou-se ainda que *Tr. urichi* apresentou maior proporção de emergência de vespas quando competiu simultaneamente com *Te. podisi*, diferindo significativamente do bioensaio em que *Te. podisi* explorou os ovos posteriormente ($Tu \rightarrow Tp$) ($H=7,89$; $p=0,019$) (Figura 10). Nesse mesmo bioensaio houve maior proporção de ovos inviáveis do que no bioensaio em que as espécies competiram simultaneamente ($H=10,81$; $p=0,005$).

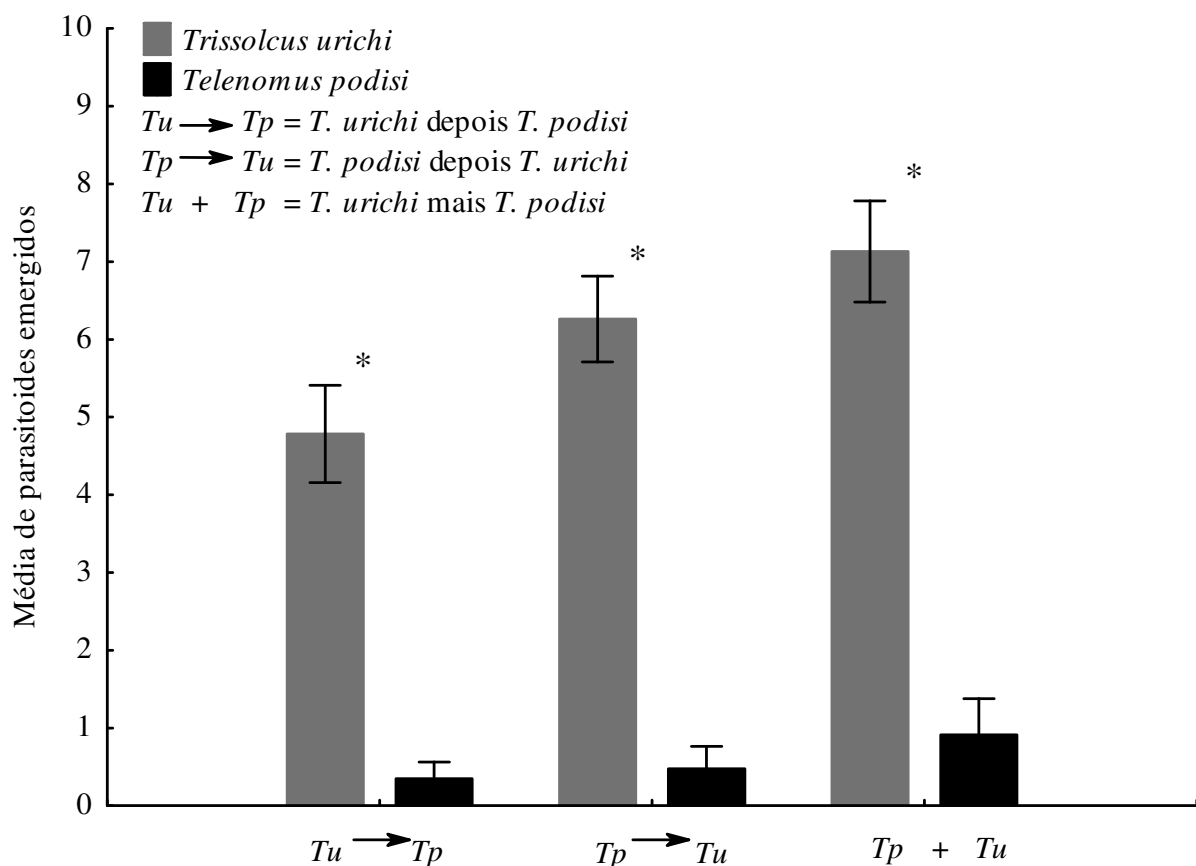


Figura 9: Número médio (\pm EP) de parasitoides emergidos a partir de 10 ovos ofertados a duas espécies de fêmeas liberadas de maneira sequencial (*Tr. urichi* depois *Te. podisi* e *Te. podisi* depois *Tr. urichi*) e simultânea (*Tr. urichi* mais *Te. podisi*). Os asteriscos indicam médias significativamente diferentes entre *Tr. urichi* e *Te. podisi* em cada bioensaio (Teste U; $p < 0,05$).

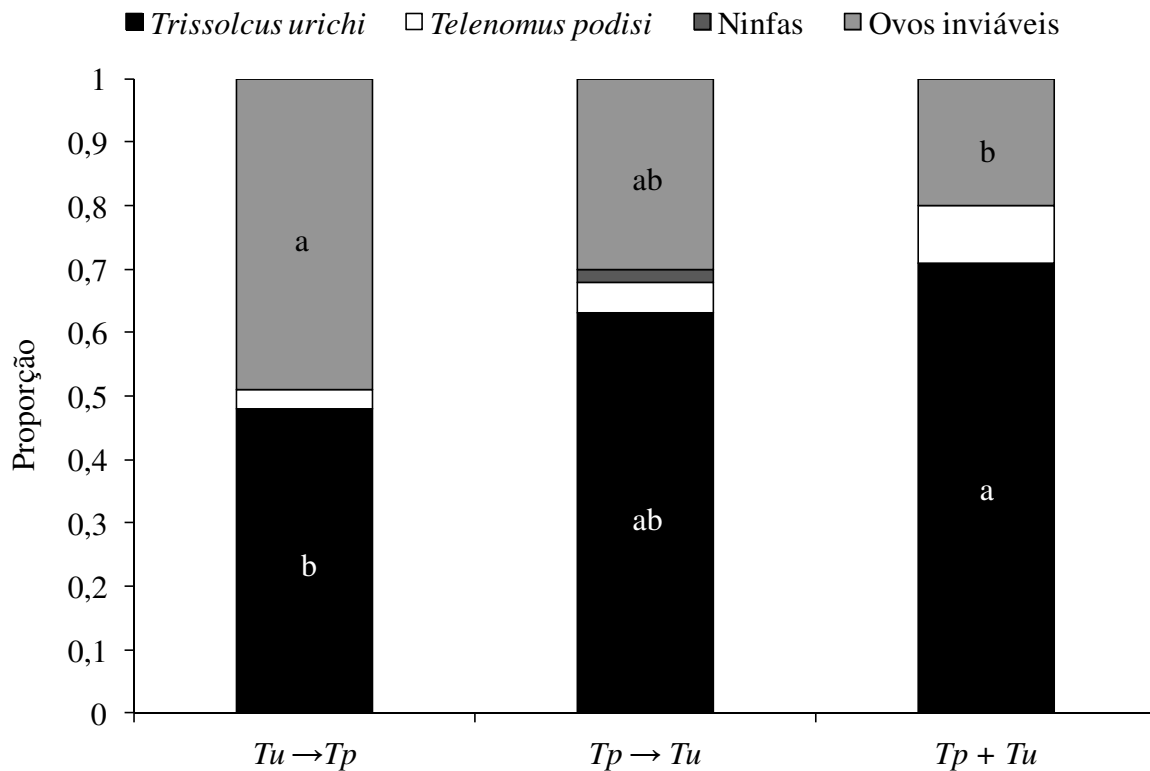


Figura 10: Proporção de *Tr. urichi* e *Te. podisi* emergidos, ninfas e ovos inviáveis observados em diferentes liberações sequenciais ($Tu \rightarrow Tp$ e $Tp \rightarrow Tu$) e uma liberação simultânea ($Tu+Tp$) de espécies de parasitoides: $Tu = Tr. urichi$; $Tp = Te. podisi$. Letras diferentes nas porções de mesma cor indicam diferença significativa entre as médias dos bioensaios, nas colunas que não apresentaram letras não houve diferenças significativas (Teste H; $p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Ocorrência de pentatomídeos e parasitismo em seus ovos na cultura da soja

Euschistus heros foi o percevejo predominante em lavoura de soja da região sudoeste de Mato Grosso. Sua maior incidência foi também registrada no Distrito Federal (MEDEIROS et al., 1997), nos Estados do Paraná (PANIZZI & OLIVEIRA, 1998), Acre (THOMAZZINI, 2001), Maranhão (PANIZZI, 2002) e Mato Grosso do Sul (GODOY et al., 2005). As altas temperaturas das regiões central e norte do Brasil favorecem o desenvolvimento de *E. heros* (CIVIDANES & PARRA, 1994), o que pode justificar sua maior abundância, bem como sua resistência a inseticidas

neurotóxicos amplamente utilizados em lavouras de soja (SOSA-GÓMEZ et al., 2009; SOSA-GÓMEZ & SILVA, 2010).

Como já relatado em diversos trabalhos no Brasil (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995; PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 2000; MEDEIROS et al., 1998; GODOY et al., 2005), *Te. podisi* foi a espécie de parasitoide que predominou nas safras estudadas também no Mato Grosso, acompanhando a flutuação populacional de seu hospedeiro *E. heros*.

A espécie com menor abundância em ovos de *E. heros* no presente trabalho, *Tr. urichi*, ocorreu em lavouras de soja no Paraná em ovos de diversos percevejos, como *Nezara viridula* (L.), *E. heros*, *Podisus nigrispinus* (Dallas), *T. perditor*, *D. melacanthus*, *Acrosternum* (= *Chinavia*) e *E. meditabunda*, com maior frequência nesse último hospedeiro (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995). Em Brasília esse parasitoide foi registrado em *E. heros*, *Piezodorus guildinii* Westwood, *T. perditor* (Fab), *P. nigrispinus*, *Acrosternum aseedum* (Rolston) e *E. meditabunda*, com maior ocorrência nesses dois últimos percevejos (MEDEIROS et al., 1998).

As altas densidades populacionais atingidas por *E. heros* e a baixa abundância de outras espécies de percevejos nas safras de soja nessa região do Mato Grosso, podem ser o motivo da baixa diversidade de parasitoides e a predominância de *Te. podisi*. Em levantamentos no estado do Paraná, a diversidade de parasitoides foi alta (vinte espécies), como também de hospedeiros (oito espécies), sendo *Te. podisi* e *Trissolcus basalis* (Wollaston) as responsáveis pelas maiores porcentagens de parasitismo em *E. heros* e *N. viridula*, respectivamente (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995). Em Brasília a diversidade parasitoides (doze espécies) também pode ter sido em função da diversidade de percevejos (sete espécies) e com predominância de *Te. podisi* em ovos de *E. heros* e *Tr. urichi* nos hospedeiros *Acrosternum aseedum* Ashmead e *E. meditabunda* (MEDEIROS et al., 1998).

Após o reconhecimento das principais pragas e seus respectivos parasitoides em lavouras de soja no Paraná, *Tr. basalis* foi utilizado em larga escala para o controle de percevejos fitófagos, principalmente *N. viridula* (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1996; CORRÊA-FERREIRA

et al., 2000). Como *E. heros* passou a predominar nas regiões de soja no Brasil, técnicas de criação massal desse hospedeiro e de *Te. podisi* foram desenvolvidas em laboratório, iniciando trabalhos de liberações desse parasitoide (PERES & CORRÊA-FERREIRA, 2001; CORRÊA-FERREIRA & PERES, 2003; PERES & CORRÊA-FERREIRA, 2004; SILVA et al., 2008; BUENO et al., 2011).

No entanto, na região do Mato Grosso, programas de liberação devem considerar as espécies existentes, podendo levar ao insucesso do controle biológico a liberação de uma espécie exótica, como o caso de *Tr. basalis*, sem registro de sua ocorrência para o Mato Grosso.

Apesar da influência dos inseticidas nas populações de percevejos e parasitoides, observou-se, que o parasitismo por *Te. podisi* acompanhou a forma de crescimento populacional de *E. heros*, mostrando uma forte relação entre ambos. A preferência desse parasitoide por esse hospedeiro, também foi relatada em diversas regiões produtoras de soja no Brasil (CORRÊA-FERREIRA, 1986; FOERSTER & QUEIROZ, 1990; CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995; PACHEDO & CORRÊA-FERREIRA, 2000; MEDEIROS et al., 1997; VENZON et al., 1999; GODOY et al., 2005).

A população de *E. heros* nas duas safras colonizou a área no início da formação das vagens, e aumentou no final do ciclo da soja, quando os grãos já estavam maduros. Essa flutuação seguiu o mesmo padrão observado por BUENO et al. (2011) em áreas de soja com diferentes táticas de manejo de pragas. Ninfas e adultos, quando se alimentam das vagens de soja na fase de enchimento de grãos (R5-R6), apresentam melhor desempenho quando comparado à alimentação de vagens nos demais estádios da soja (OLIVEIRA & PANIZZI, 2003).

O uso inadequado de inseticidas de mesmo modo de ação em aplicações sucessivas também pode ter contribuído para o crescimento populacional de percevejos na safra 2011/12, destacando a fase R7. Já na safra 2012/13, quando o produtor realizou apenas uma aplicação para percevejos, registrou-se menor crescimento populacional com relação à safra anterior. Os fenômenos de resistência e ressurgência favorecem o aumento populacional de percevejos na soja (SOSA-GÓMEZ et al., 2001; 2004; 2005).

Não foi considerado o nível de controle para percevejos preconizado por BUENO et al. (2012b) durante as duas safras, em que realiza-se pulverização somente quando forem atingidos os níveis de dois percevejos m^{-1} para lavouras de grãos, considerando ninfas a partir do terceiro instar e adultos. Assim, realizaram-se aplicações desnecessárias para o controle de percevejos na safra 2011/12, e na safra 2012/13, não houve aplicação quando a população ultrapassou o nível de ação em R5.3.

As aplicações de inseticidas possivelmente afetaram negativamente a população de parasitoides de ovos, como evidenciado pelo baixo índice de parasitismo após as aplicações de inseticidas neurotóxicos, considerados nocivos aos parasitoides de ovos *Tr. basalis* e *Tr. nigripedius* (SMILANICK et al., 1996; LIM & MAHMOUD, 2008; KOPPEL et al., 2011).

Apesar das aplicações de inseticidas de alta toxicidade, o parasitismo alcançou índices em torno de 50% na safra 2011/12, e 40% na safra 2012/13, provavelmente devido à sobrevivência das vespas, principalmente *Te. podisi*, em desenvolvimento no interior do hospedeiro. BEAMENT (1952) relata que a camada externa do ovo (córion) atua como barreira de proteção, impedindo a atuação dos inseticidas não seletivos em seu interior.

Biologia comparada de *Telenomus podisi* e *Trissolcus urichi*

O parasitoide de ovos *Te. podisi*, observado em maior abundância durante as safras de soja, apresentou em laboratório menor parasitismo (135 ovos parasitados por fêmea) e proporção de fêmeas (0,6) em ovos de *E. heros* comparada à população do Paraná (Londrina), em que havia a presença de machos em todo o período das avaliações (211 ovos parasitados por fêmea e razão sexual de 0,7), e mostrou semelhança na longevidade (30,9 dias) (PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 1998). Em trabalhos com populações de *Te. podisi* da região subtropical do Brasil (sob as mesmas condições ambientais desse trabalho), o número médio de ovos parasitados por fêmea (37) durante cinco dias foi menor comparada à do presente trabalho no mesmo período (44), no entanto, a razão sexual (0,8) e a longevidade das fêmeas (40 dias) foram maiores do que a

população do Mato Grosso (razão sexual nos cinco primeiros dias de oferta=0,7 e longevidade de 30,1 dias) (FOERSTER & NAKAMA, 2002).

Telenomus podisi tem sido estudada e indicada para o controle de *E. heros* no Brasil (PACHECO & CORRÊA-FERREIRA, 1998; SUJII et al., 2002a), contudo LAUMANN et al. (2008) verificaram em laboratório que espécies de *Trissolcus* são potenciais agentes de controle de *E. heros*, devido ao alto poder de parasitismo e seu rápido aumento populacional, e sugerem a inclusão de espécies desse gênero em programas de manejo de percevejos para a região central do Brasil. Esses estudos corroboram o presente trabalho, pois *Tr. urichi* apresentou resultados promissores na exploração de ovos de *E. heros*, pelo menor tempo de desenvolvimento de machos e fêmeas e maiores médias diárias de parasitismo, emergência de parasitoides e razão sexual.

LAUMANN et al. (2008), relataram os parâmetros de fecundidade de *Tr. urichi*, onde a população da Brasília apresentou taxa líquida de reprodução ($R_0= 39,49$) e duração de cada geração ($T= 10,59$) ainda menores que a população do Mato Grosso; e uma capacidade de aumentar em número ($rm= 0,35$) e a razão finita de aumento ($\lambda= 1,41$) maiores que as encontradas no presente trabalho. A partir desses dados, LAUMANN et al. (2008) concluíram que *Tr. urichi* tem o potencial para aumentar sua população mais rápido que a população de *E. heros*. Em contrapartida, *Tr. urichi* possuiu baixa sobrevivência, característica essa que pode desfavorecê-lo nos campos de soja, ao competir com *Te. podisi*.

Interferência competitiva entre *Telenomus podisi* e *Trissolcus urichi*

A competição larval interespecífica foi dominada por *Tr. urichi*, independente da sequência em que ocorreu a exposição aos ovos, principalmente quando expostos simultaneamente à *Te. podisi*, corroborando estudos de SUJII et al. (2002b) e CINGOLANI et al. (2012), que consideram *Tr. urichi* agressiva no ato do parasitismo.

CINGOLANI et al. (2012) encontraram resultados semelhantes em estudo de competição com oferta sequencial de ovos de *P. guildinii* entre essas espécies de parasitoides, onde a interação foi

menos favorável para *Te. podisi*, independente da ordem de liberação, reduzindo a produção de sua progênie. No entanto, a proporção de ovos inviabilizados (0,06) diferiu do presente trabalho, em que as proporções foram maiores em todos os bioensaios ($Tu \rightarrow Tp = 0,5$; $Tp \rightarrow Tu = 0,3$; $Tu + Tp = 0,2$). Segundo COLLIER et al. (2007) fêmeas de parasitoides podem escolher ovipositar em ovos previamente demarcados e parasitados por outra espécie (multiparasitismo) ou destruir os ovos do hospedeiro com seu ovipositor (ovicida heteroespecífica) inviabilizando-os. Este comportamento ovicida pode ter ocorrido para as duas espécies de parasitoides, porém a proporção de ovos inviabilizados por *Te. podisi* foi significativamente maior.

Apesar do maior potencial reprodutivo e competitividade de *Tr. urichi* em condições de laboratório, este não predominou em ovos de *E. heros* em lavoura de soja. A coexistência de *Tr. urichi* e *Te. podisi* na cultura da soja onde há a predominância de *E. heros*, pode ocorrer devido a algumas características de cada espécie, como a habilidade de procura de *Te. podisi* por seu hospedeiro preferencial, que utiliza os compostos induzidos por *E. heros* para se orientar durante a busca, e a competição larval de *Tr. urichi* em um ambiente onde há menor abundância de seu principal hospedeiro (CINGOLANI et al., 2012; LOPES et al., 2012). Além desses fatores, pode ser que *Tr. urichi* não responda às variações de densidades de ovos de *E. heros* durante a estação de soja. Estudos de LAUMANN et al. (2008) demonstraram que esse parasitoide em laboratório reduz sua capacidade de parasitismo, ao ser aumentado o número de ovos de *E. heros* ofertados.

Estudos biológicos que contemplem outras espécies de percevejos como *C. ubica*, *T. perditor* e *E. meditabunda* são necessários a fim de se identificar o hospedeiro preferencial de *Tr. urichi* e assim ampliar os conhecimentos e dessa forma melhorar as táticas de manejo de percevejos no agroecossistema da soja no Mato Grosso.

O manejo de inseticidas utilizado nas safras foi inadequado para o controle de percevejos, que alcançaram médias elevadas, e, mesmo com as aplicações desnecessárias, a incidência de parasitismo não foi suprimida, e chegou a atingir altos níveis no período reprodutivo da soja. MASSAROLI et al. (2014) igualmente registraram altas taxas de parasitismo em ovos de

lepidópteros na cultura da soja por *Trichogramma pretiosum*, mesmo sob condições de manejo químico no Mato Grosso. Assim, há necessidade de um manejo correto de agrotóxicos para o controle de percevejos em lavoura de soja, bem como de trabalhos de seletividade sobre seus parasitoides de ovos, para a manutenção do parasitismo natural e redução das populações de percevejos (BUENO et al., 2012a), além de testes em nível de campo a fim de sugerir um manejo adequado, que integre a utilização de inseticidas e a manutenção de seus inimigos naturais.

CONCLUSÕES

Em Tangará da Serra, Mato Grosso, destaca-se *E. heros* frente às demais espécies de percevejos fitófagos que atacam a soja, sendo que em ovos dessa espécie ocorrem naturalmente dois parasitoides *Te. podisi* e *Tr. urichi*.

Telenomus podisi, a espécie de maior abundância nas safras 2011/12 e 2012/13, possui forte relação com a flutuação do principal percevejo fitófago, *E. heros*.

O parasitoide *Tr. urichi* apresenta maior potencial na supressão de ovos de *E. heros* em laboratório comparado a *Te. podisi*.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo Franciosi pela cedência da área de estudo e apoio logístico, ao Dr. Norman Johnson, do Museum of Biological Diversity de Ohio, pela identificação dos parasitoides e à Dra. Jocelia Grazia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela identificação dos percevejos, e ao CPEDA/UNEMAT pelo suporte técnico e logístico.

REFERÊNCIAS

BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London Series A**, v.160, p.268-282, 1937.

BEAMENT, J.W.L. The role of cuticle and egg-shell membranes in the penetration of insecticides. **Annual Applied Biology**, v.39, p.142-143, 1952.

BELO, M.S.S.P.; PIGNATI, W.; DORES, E.F.G.C.; MOREIRA, J.C.; PERES, F. Uso de agrotóxicos na produção de soja do estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.37, n.125, p. 78-88, 2012.

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.; MOSCARDI, F.; BUENO, R.C.O.F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012a. p.493-630. 859p.

BUENO, A.F.; PANIZZI, A.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; SOSA-GÓMEZ, 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: CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012b. p.37-74. 859p.

CINGOLANI, F.M.; GRECO, N.M.; LILJESTHRÖM, G.G. Multiparasitism of *Piezodorus guildinii* eggs by *Telenomus podisi* and *Trissolcus urichi*. **BioControl**, v.58, n.1, p. 37-44, 2012.

CIVIDANES, F.J.; PARRA, J.R.P. Biologia em diferentes temperaturas e exigências térmicas de percevejos pragas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.9, n.2, p. 1841-1846, 1994.

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

CONAB – Companhia de Abastecimento. 2014. **Acompanhamento de safra brasileira: Grãos**, Sétimo levantamento, Abril de 2014. Brasília-DF: Conab. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_14_11_56_28_boletim_graos_abril_2014.pdf>. Acesso em: 05 maio 2014.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. Ocorrência natural do complexo de parasitóides de ovos de percevejos da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.15, p.189-199, 1986.

- 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. Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basalis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.79, p.1-7, 1996.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S.; DOMIT, L.A.; MORALES, L.; GUIMARÃES, R.C. Integrated soybean pest management in micro river basins in Brazil. **Integrated Pest Management Reviews**, v.5, p.75-80, 2000.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agriculture and Forest Entomology**, v.4, p.145-150, 2002.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PERES, W.A.A. Uso dos parasitoides no manejo dos percevejos-pragas da soja. p.33-45. In: CORRÊA-FERREIRA, B.S. (Org.). **Soja orgânica: alternativas para o manejo dos insetos-pragas**. Londrina: Embrapa Soja, 2003, 83p.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development description for soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). **Crop Science**, Madison, v.11, p.929-931, 1971.
- FOERSTER, L.A.; QUEIRÓZ, 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.
- FOERSTER, L.A.; NAKAMA, P.A. Efeito da estocagem em baixa temperatura na capacidade reprodutiva e longevidade de *Trissolcus basalis* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, v.31, p.115-120, 2002.
- GAZZONI, D.L. Perspectivas do manejo de pragas. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.789-829. 859p.
- GODOY, K.B.; GALLI, J.C.; ÁVILA, C.J. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.455-458, 2005.
- KAPLAN, E.L.; MEIER, P. Nonparametric estimation from incomplete observations. **Journal of the American Statistical Association**, v.53, p.457-81, 1958.
- KOPPEL, A.L.; HERBERT, JR., D.A.; KUHAR, T.P.; MALONE, S.; ARRINGTON, M. Efficacy of selected insecticides against eggs of *Euschistus servus* and *Acrosternum hilare* (Hemiptera: Pentatomidae) and the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Economic Entomology**, v.104, n.1, p.137-142, 2011.
- LAUMANN, R.A.; MORAES, M.C.B.; PAREJA, M.; ALARCÃO, G.C.; BOTELHO, A.C.; MAIA, A.H.N.; LEONARDECZ, E.; 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.

LIM, U.T.; MAHMOUD, A.M.A. Ecotoxicological effect of fenitrothion on *Trissolcus nigripedius* (Hymenoptera: Scelionidae) an egg parasitoid of *Dolycoris baccarum* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v.11, n.4, p. 207-210, 2008.

LOPES, A.P.S.; DINIZ, I.R.; MORAES, M.C.B.; BORGES, M.; LAUMANN, R.A. Defesas induzidas por herbivoria e interações específicas no sistema tritrófico soja-percevejos-parasitoides de ovos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.6, p.875-878, 2012.

MASSAROLI, A.; BUTNARIU, A.R.; DOETZER, A.K. Occurrence of *Trichogramma* Parasitoids in Eggs of Soybean Lepidopteran Pests in Mato Grosso, Brazil. **International Journal of Biology**, v.6, n.2, 2014.

MEDEIROS, M.A.; SCHMIDT, F.V.G.; LOIÁCONO, M.S.; CARVALHO, V.F.; BORGES, M. Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.2, p.397-401, 1997.

MEDEIROS, M.A.; LOIÁCONO, M.S.; BORGES, M.; SCHMIDT, 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.

MOSCARDI, F.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; GARCIA, A. Soybean response to different injury levels at early developmental stages. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.3, p.389-394, 2012.

MUSSER, F.R.; CATCHOT, A.L.; GIBSON, B.K.; KNIGHTEN, K.S. Economic injury levels for southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in R7 growth stage soybeans. **Crop Protection**, v. 30, p. 63-69, 2011.

NUNES, M.C; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Danos causados à soja por adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), sadios e parasitados por *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). **Neotropical Entomology**, v.31, p.109-113, 2002.

OLIVEIRA, E.D.M.; PANIZZI, A.R. Performance of nymphs and adults of *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) on soybean pods at different developmental stages. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.2, p.187-192, 2003.

PACHECO, D.J.P.; CORRÊA-FERREIRA, S.B. Potencial Reprodutivo e Longevidade do Parasitóide *Telenomus podisi* Ashmead, em Ovos de Diferentes Espécies de Percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.4, p.585-591, 1998.

PACHECO, D.J.P.; CORRÊA-FERREIRA, S.B. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.2, p.295-302, 2000.

- PANIZZI, A.R.; SLANSKY JUNIOR, F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomology**, v.68, n.1, p.184-214, 1985.
- PANIZZI, A.R.; OLIVEIRA, E.D.M. Performance and seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* nymphs and adults on a novel food plant (pigeonpea) and soybean. **Entomologia Experimentalis Applicata**, v.88, p.169-175, 1998.
- PANIZZI, A.R. Stink Bugs on Soybean in Northeastern Brazil and a New Record on the Southern Green Stink Bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.331-332, 2002.
- 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**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.335-420. 859p.
- PERES, W.A.A.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Nymphal and adult performance of *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae), as a potential alternative host for egg parasitoids multiplication. **Neotropical Entomology**, v.30, p.535-540, 2001.
- PERES, W.A.A.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Methodology of mass multiplication of *Telenomus podisi* (Ash.) and *Trissolcus basalus* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of *Euschistus heros* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v.33, p.457-462, 2004.
- PERES, W.A.A.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Potencial do óleo de nim como inseticida vegetal no controle dos percevejos-pragas da soja (Hemiptera: Pentatomidae). In: I Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2006, Porto Alegre - RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.1 n.1, p.1651-1655, 2006.
- R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. 2014.
- SALUSO, A.; XAVIER, L.; SILVA, F.A.C.; PANIZZI, A.R. An invasive pentatomid pest in Argentina: the Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v.40, p.704-705, 2011.
- SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v.52, p.591-611, 1965.
- SIGMAPLOT. 2011. **For windows, version 12.0**. Systat Software, 2011.
- SILVA, C.C.; LAUMANN, R.A.; BLASSIOLI, M.C.; PAREJA, M.; BORGES, M. *Euschistus heros* mass rearing technique for the multiplication of *Telenomus podisi*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.575-580, 2008.
- SMILANICK, J.M.; ZALOM, F.G.; EHLER, L.E. Effect of methamidophos residue on the pentatomid egg parasitoids *Trissolcus basalus* and *T. utahensis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Biological Control**, v.6, p.193-201, 1996.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORSO, I.C.; MORALES, L. Insecticide Resistance to Endosulfan, Monocrotophos and Metamidophos in the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, v.30, n.2, p.317-320, 2001.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; DELPIN, K.E.; ALMEIDA, A. M. R.; HIROSE, E. Genetic Differentiation among Brazilian Populations of *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) Based on RAPD Analysis. **Neotropical Entomology**, v.30, n.2, p.179-187, 2004.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J.J.; COSTA, F.; BINNECK, E.; MARIN, S.R.; NEPOMUCENO, A.L. Population structure of the Brazilian southern green stink bug, *Nezara viridula*. **Journal of Insect Science**, v.1, p.1-23, 2005.

SOSA-GÓMEZ, D.D.; SILVA, J.J.; NEGRAO, I.O.; CORSO, L.I.C.; ALMEIDA, A.M.R.; MORAES, G.C.P.; BAUR, M.E. Insecticide Susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil, **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.3, p.1209-1216, 2009.

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

STATSOFT. **Statistica per Windows**, User's Manual. StatSoft Italia, Vigonza, Padova, Italy. 2001.

STÜRMER, G.R.; FILHO, A.C.; STEFANELO, L.S.; GUEDES, J.V.C. Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, p.2105-2111, 2012.

SUJII, E.R.; PIRES, C.S.S.; SCHMIDT, F.G.V.; ARMANDO, M.S.; BORGES, M.M.; CARNEIRO, R.G.; VALLE, J.C.V. Controle biológico de insetos-praga na soja orgânica do Distrito Federal. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.19, n.2, p.299-312, 2002a.

SUJII, E.R.; COSTA, M.L.M.; PIRES, C.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. 2002b.

THOMAZINI, M.J. Insetos associados à cultura da soja no estado do Acre, Brasil. **Acta Amazônica**, v.31, p.673-681, 2001.

VENZON, M.; RIPPOSATI, J.G.; FERREIRA, J.A.M.; VIRÍSSIMO, J.H. Controle biológico de percevejos-da-soja no Triângulo Mineiro. **Ciência e Agrotécnica**, Lavras, v.23, n.1, p.70-78, 1999.

CAPÍTULO II

Toxicidade de pesticidas utilizados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus podisi*

Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae)

**Toxicidade de pesticidas utilizados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus podisi*
Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae)**

RESUMO - O efeito de pesticidas utilizados na cultura da soja na capacidade de parasitismo e sobre os imaturos de *Telenomus podisi* foi avaliado em laboratório. Os experimentos consistiram de oito tratamentos com dez repetições; sendo três inseticidas (Lufenuron, Tiametoxan e Tiametoxan+Lambda-cialotrina), um fungicida (Azoxistrobina+Ciproconazol), três misturas dos inseticidas com o fungicida e água como controle. Ovos de *Euschistus heros* foram imersos por cinco segundos nas soluções dos tratamentos, antes e 1, 5 e 9 dias após o parasitismo, ou seja, nas fases de ovo-larva, larva-pupa e pupa-imago respectivamente. As reduções do parasitismo e da emergência dos parasitoides foram classificadas segundo as normas da Organização Internacional de Controle Biológico (IOBC). Em todos os bioensaios, o fungicida Azoxistrobina+Ciproconazol e o inseticida Lufenuron, apresentaram resultados significativamente semelhantes ao controle, sendo considerados inócuos a *Te. podisi*. Tiametoxan interferiu na taxa de parasitismo (classe 2), no entanto, apresentou-se inócuo quando testado sobre os estágios imaturos. Tiametoxan+Lambda-cialotrina (neonicotinoide+piretroide) foi classificado como moderadamente nocivo ao reduzir o parasitismo em 83,7% e a emergência em 90,2%. Sobre ovos parasitados, sua toxicidade foi menor, sendo classificado como levemente nocivo para ovo-larva e larva-pupa e inócuo para pupa-imago. Com relação às misturas de inseticidas com fungicida, Lufenuron mais Azoxistrobina+Ciproconazol, não interferiu no parasitismo e posterior emergência de *Te. podisi*, e foi inócuo quando testado nos estágios de larva-pupa e pupa-imago, no entanto, reduziu a emergência em 51,7% (classe 2) no estágio de ovo-larva. Tiametoxan mais Azoxistrobina+Ciproconazol reduziu o parasitismo em 36,7% (classe 2), mas foi considerado inócuo quando testado nos estágios imaturos. Tiametoxan+Lambda-cialotrina adicionado ao fungicida Azoxistrobina+Ciproconazol reduziu o parasitismo em 84,7% e a emergência em 91,3% (classe 3), mas foi menos nocivo quando tratado nos estágios imaturos (classe 2). Esses resultados indicam que o inseticida regulador de crescimento Lufenuron e o fungicida

Azoxistrobina+Ciproconazol são considerados seletivos à *Te. podisi*. No entanto, quando esses produtos são utilizados na mesma calda e em contato com a fase de ovo-larva, podem não apresentar seletividade a esse parasitoide. Tiametoxan é menos tóxico comparado ao Tiametoxan+Lambda-cialotrina, e quando esses produtos são misturados com o fungicida não os tornam mais tóxicos à *Te. podisi*.

Palavras-chave: Inseticida, fungicida, controle biológico, controle químico.

**Toxicity of pesticides used on soybean crops to the egg parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead
(Hymenoptera: Platygasteridae)**

ABSTRACT - The effect of pesticides used against soybean insects and fungal pathogens was evaluated on the capacity of parasitism and on three immature stages of development of the egg parasitoid *Telenomus podisi* under laboratory conditions. Three insecticides (Lufenuron, Thiamethoxam and Thiamethoxam+Lambda-cyhalothrin), a fungicide (Azoxystrobin+Cyproconazole) and a mixture of each insecticide with the fungicide were applied at the recommended concentration of each product, and eggs treated with water served as control, totaling eight treatments. Each treatment was replicated 10 times with 10 eggs per replicate. Eggs of *Euschistus heros* were immersed for five seconds on the concentrations before and then after one, five and nine days after parasitism, in other words, in the egg-larval, larval-pupal and pupa-pharate stages respectively. The effect of the treatments on the reduction of parasitism and adult emergence were classified according to the norms of the International Organization for Biological Control (IOBC). In all bioassays the fungicide Azoxystrobin+Cyproconazole and Lufenuron were classified as innocuous to *Te. podisi*. Thiamethoxam affected parasitism rate and was classified as slightly toxic (class 2) but was innocuous when applied to parasitized eggs. The mixture of Thiamethoxam+Lambda-cyhalothrin was classified as moderately noxious, due to an 83.7% reduction in parasitism rate and 90.2% on adult emergence. On parasitized eggs, this mixture was less toxic and was classified as slightly toxic to the egg-larval and larval-pupal stages and innocuous to the pupal-pharate stage. The mixture of Lufenuron and Azoxystrobin+Cyproconazole did not affect neither parasitism nor adult emergence and was considered innocuous to larval-pupal and pupal-pharate stages. However when applied on the egg-larval stage, there was a 51.7% reduction in adult emergence (slightly toxic). The mixture of Thiamethoxam and Azoxystrobin+Cyproconazole reduced the rate of parasitism by 36.7% (slightly toxic) but was

innocuous when applied to the immature stages. Thiamethoxam+Lambda-cyhalothrin mixed with Azoxystrobin+Cyproconazole reduced parasitism by 84.7% and adult emergence by 91.3% (moderately toxic), but was less toxic when applied to eggs containing the immature stages of *Te. podisi* (slightly toxic). When applied separately, Lufenuron and Azoxystrobin+Cyproconazole were non-toxic, however when joined in the same solution, the mixture proved toxic when applied one day after the eggs were parasitized. Thiamethoxam alone was less toxic than its mixture with Lambda-cyhalothrin and their mixture with the fungicide did not become more toxic to *Te. podisi*.

Key-words: Insecticide, fungicide, biological control, chemical control.

INTRODUÇÃO

Os parasitoides de ovos dos gêneros *Telenomus* e *Trissolcus* são os principais agentes naturais de controle de percevejos fitófagos (ORR, 1988; FOERSTER & QUEIRÓZ, 1990; CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995, 1996; MEDEIROS et al., 1998; VENZON et al., 1999; GODOY et al., 2005), sendo *Telenomus podisi* o principal fator de mortalidade do percevejo marrom, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) em condições de campo (CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995; MEDEIROS et al., 1998; GODOY et al., 2005).

A utilização de agrotóxicos para o controle de pragas prevalece na cultura da soja; as pesquisas que visam formas de manejo menos poluentes e mais sustentáveis são incipientes, principalmente em relação aos impactos dos inseticidas e misturas com herbicidas e fungicidas, frequentemente utilizados nas lavouras de soja sobre o complexo de insetos entomófagos (GAZZONI, 2012), cuja relevância como reguladores populacionais de insetos pragas é amplamente conhecida (CÔNSOLI et al., 2000; LETOURNEAU et al., 2009; BUENO et al., 2012).

O controle químico, dependendo do princípio ativo e concentração, reduz em até 100% o parasitismo e o desenvolvimento de inimigos naturais em laboratório, como registrado para o parasitoide de ovos de lepidópteros *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (ROCHA & CARVALHO, 2004; BUENO et al., 2008; STEFANELLO-JÚNIOR et al., 2008). Em parasitoides de ovos de percevejos, a seletividade de inseticidas sintéticos e orgânicos, com base nos efeitos letais e subletais, tem sido investigada principalmente em parasitoides do gênero *Trissolcus* (SMILANICK et al., 1996; ABUDULAI & SHEPARD, 2003; LIM & MAHMOUD, 2008; GONZÁLEZ et al., 2013), e, atualmente *Te. podisi* tem sido alvo desses estudos (KOPPEL et al., 2011; SILVA & BUENO, 2014; SMANIOTTO et al., 2013).

Para promover a sustentabilidade de ambientes agrícolas, é fundamental a utilização de estratégias de manejo que contemplem a redução na demanda de agrotóxicos e o uso de inseticidas com baixa toxicidade, privilegiando a atuação de agentes naturais de controle de insetos pragas.

A investigação da ação de inseticidas e sua mistura com outros praguicidas sobre insetos entomófagos é de grande relevância e poderá contribuir para a adoção de práticas sustentáveis voltadas ao manejo integrado. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de inseticidas e fungicida comerciais, isoladamente ou em misturas, empregados em lavouras de soja no estado de Mato Grosso, sobre a capacidade de parasitismo e sobre os estágios imaturos de *Te. podisi*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ovos de *E. heros* e os parasitoides *Te. podisi* utilizados nos bioensaios, foram obtidos da criação do Laboratório de Entomologia do Centro de Pesquisa, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), estabelecida a partir de exemplares provenientes de lavouras de soja da região sudoeste de Mato Grosso.

Três inseticidas e um fungicida usualmente utilizados em lavouras de soja do Mato Grosso foram testados isoladamente nas dosagens recomendadas pelo fabricante (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.), como também as misturas de inseticidas com fungicida (Tabela 1). Água foi utilizada como controle.

Tabela 1: Agrotóxicos utilizados para os testes de toxicidade em *Telenomus podisi*, sob condições controladas, em laboratório

Tipo	Ingrediente ativo	Grupo químico	DI¹
Fungicida	Azoxistrobina+Ciproconazol	Estrobilurina+Triazol	60+24
Inseticida	Lufenuron	Benzoilureia	7,5
Inseticida + fungicida	Lufenuron + Azoxistrobina+Ciproconazol	Benzoilureia + Estrobilurina+Triazol	7,5 + 60+24
Inseticida	Tiametoxan	Neocotinoide	37,5
Inseticida + fungicida	Tiametoxan + Azoxistrobina+Ciproconazol	Neocotinoide + Estrobilurina+Triazol	37,5 + 60+24
Inseticida	Tiametoxan+Lambda-cialotrina	Neocotinoide+Piretroide	35,2+26,5
Inseticida + fungicida	Tiametoxan+lambdas-cialotrina + Azoxistrobina+Ciproconazol	Neocotinoide+Piretroide + Estrobilurina+Triazol	35,2+26,5 + 60+24

¹DI = Dosagem do ingrediente ativo em g i.a. ha⁻¹.

Bioensaios

Os bioensaios foram conduzidos em ambiente controlado com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 horas e UR $70\pm 10\%$. Cada bioensaio constituiu-se de sete tratamentos (Tabela 1) mais água como controle, com dez repetições cada, contendo 10 ovos em cada repetição.

Toxicidade pré-parasitismo

Neste bioensaio as posturas de *E. heros* foram imersas durante cinco segundos nas caldas dos produtos avaliados (BUENO et al., 2008), preparadas para um volume de aplicação de 100 L ha^{-1} e colocadas em superfície de vidro para secagem, em temperatura ambiente por 1 hora. Após esse procedimento, os ovos foram ofertados a uma fêmea de *Te. podisi* com um dia de vida e previamente copulada e alimentada por 24 horas, em um tubo de ensaio de vidro de $1,5 \times 10,0\text{ cm}$. Posteriormente, a fêmea foi retirada e os ovos foram mantidos nos mesmos tubos para posterior verificação do parasitismo, parasitoides emergidos e razão sexual da progênie.

Toxicidade pós-parasitismo

Posturas contendo dez ovos, com um (estágio de ovo-larva), cinco (estágio de larva-pupa), e nove (estágio de pupa-imago) dias após o parasitismo, foram tratadas com os produtos seguindo os passos citados no bioensaio anterior, e, logo após, deixadas para secar por uma hora em temperatura ambiente, sendo acondicionadas em tubos de ensaio de vidro ($1,5 \times 10,0\text{ cm}$) até a emergência dos parasitoides.

O desenvolvimento dos estágios imaturos utilizado nesses bioensaios seguiu o trabalho de VOLKOFF & COLAZZA (1992) descrito para *Tr. basalis* em ovos de *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) como também o trabalho de BUENO et al. (2012) para *Te. podisi*.

Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) e as médias entre os tratamentos foram comparadas pela análise de variância de Kruskal-Wallis e comparação múltipla pelo teste H. Todos os testes foram realizados a 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas através do software Statistica 7.1 (STATSOFT, 2001). A redução na viabilidade de *Te. podisi* em relação ao controle foi calculada pela equação $E(\%) = (1 - Vt/Vc) \times 100$, em que $E(\%)$ é a porcentagem de redução no parasitismo ou emergência do parasitoide; Vt é o parasitismo médio ou emergência do parasitoide para o tratamento testado; e Vc é o parasitismo médio ou emergência do parasitoide observado para a testemunha. Os agrotóxicos foram classificados de acordo com as normas padronizadas pela IOBC em: classe 1, inócuo ($E < 30\%$); classe 2, levemente nocivo ($30 \leq E \leq 79\%$); classe 3, moderadamente nocivo ($80 \leq E \leq 99\%$); e classe 4, nocivo ($E > 99\%$) (HASSAN, 1992).

RESULTADOS

Toxicidade pré-parasitismo

O parasitismo em ovos de *E. heros* tratados com Azoxistrobina+Ciproconazol, Lufenuron e com a mistura de ambos não diferiu do controle, sendo classificados como inócuos (classe 1) perante o critério de redução do parasitismo (Tabela 2).

Tiametoxan com Azoxistrobina+Ciproconazol apresentou parasitismo semelhante a todos os tratamentos (62,0%), no entanto, quando avaliado o Tiametoxan isoladamente, este apresentou menor parasitismo em relação ao controle (38,0%) (Tabela 2).

Tiametoxan+Lambda-cialotrina e sua mistura com Azoxistrobina+Ciproconazol reduziram o parasitismo, em 83,7% e 84,7% respectivamente (Tabela 2).

As porcentagens médias de parasitoides emergidos nos tratamentos foram semelhantes às médias de parasitismo, com as mesmas classificações toxicológicas (Tabela 2).

A razão sexual observada no tratamento Tiametoxan+Lambda-cialotrina foi maior que nos outros tratamentos, apresentando toda a progênie de fêmeas, enquanto as médias de razão sexual dos outros tratamentos, não diferiram entre si, apresentando valores entre 0,7 e 0,9 (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de ovos parasitados e de parasitoides emergidos de *Telenomus podisi* e a alocação do produto dentro da classificação da IOBC

Tratamentos	Ovos parasitados (OP)			Parasitoides emergidos (PE)			
	OP (%) ¹	E% ²	C ³	PE (%) ¹	E% ²	C ³	RS ^{1,4}
Água	98,0±1,33 a	-	-	92,0±2,91 a	-	-	0,8±0,06 b
Azoxistrobina+ Ciproconazol	86,0±7,92 ab	12,2	1	74,0±7,92 ab	19,6	1	0,9±0,03 b
Lufenuron	89,0±4,58 ab	9,2	1	82,0±5,12 ab	10,9	1	0,9±0,06 b
Lufenuron + Azoxistrobina+ Ciproconazol	92,0±3,27 a	6,1	1	81,0±6,40 ab	12,0	1	0,9±0,02 b
Tiametoxan	38,0±10,31 bc	61,2	2	37,8±9,54 bc	59,8	2	0,9±0,04 b
Tiametoxan + Azoxistrobina+ Ciproconazol	62,0±10,09 abc	36,7	2	49,0±9,94 abc	46,7	2	0,7±0,11 b
Tiametoxan+ Lambda- cialotrina	16,0±3,71 c	83,7	3	9,0±4,07 c	90,2	3	1,0±0,0 a
Tiametoxan+ Lambda- cialotrina + Azoxistrobina+ Ciproconazol	15,0±4,53 c	84,7	3	8,0±2,00 c	91,3	3	0,9±0,07 b

¹Médias±EP seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste H ($p>0,05$). OP: H=55,8; $p=0,000$; PE: H=52,7; $p=0,000$; RS: H=16,0; $p=0,025$.

²E% - Redução no parasitismo (%).

³C - Classes: 1, inócuo ($E<30\%$); 2, levemente nocivo ($30\leq E\leq 79\%$); 3, moderadamente nocivo ($80\leq E\leq 99\%$); 4, nocivo ($E>99\%$).

⁴RS - Razão sexual dos parasitoides emergidos.

Toxicidade pós-parasitismo

Os ovos parasitados nesse bioensaio não apresentaram diferenças entre os tratamentos (ovo-larva: $H=12,1$; $p=0,100$; larva-pupa: $H=6,1$; $p=0,531$; pupa-imago: $H=0,0$; $p=1,000$).

Em ovos tratados um dia após o parasitismo, apenas os tratamentos com Lufenuron em mistura com Azoxistrobina+Ciproconazol e Tiametoxan+Lambda-cialotrina apresentaram porcentagens de emergência menores que o controle, com redução de 51,7 e 48,2% de emergência, respectivamente (Tabela 3).

Quando os ovos parasitados foram tratados no 5º e no 9º dia após o parasitismo, apenas os tratamentos com Tiametoxan+Lambda-cialotrina e sua calda com Azoxistrobina+Ciproconazol foram diferentes do controle, apresentando redução de emergência entre 28 e 43% (Tabela 3).

Não houve diferença na emergência dos adultos entre os ovos tratados com um, cinco e nove dias após o parasitismo, exceto nos tratamentos com Lufenuron mais Azoxistrobina+Ciproconazol e Tiametoxan+Lambda-cialotrina (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem média (\pm EP) de parasitoides emergidos e redução na emergência (E%) quando ovos de *Euschistus heros* foram tratados em diferentes períodos após o parasitismo por *Telenomus podisi* e a alocação do produto dentro da classificação da IOBC

Tratamentos	Ovo-larva (1 dia) ¹	E% ²	C ³	Larva-pupa (5 dias) ¹	E% ²	C ³	Pupa-imago (9 dias) ¹	E% ²	C ³
1) Água	87,0 \pm 6,50 aA	-	-	86,0 \pm 2,67 abA	-	-	90,0 \pm 2,10 aA	-	-
2) Azoxistrobina+Ciproconazol	82,0 \pm 7,27 abA	5,7	1	88,0 \pm 3,26 aA	0,0	1	92,0 \pm 3,89 aA	0,0	1
3) Lufenuron	91,0 \pm 2,77 aA	0,0	1	89,0 \pm 4,07 aA	0,0	1	86,0 \pm 2,67 abA	4,4	1
4) Lufenuron + Azoxistrobina+ Ciproconazol	42,0 \pm 9,28 bB	51,7	2	89,0 \pm 3,48 aA	0,0	1	90,0 \pm 2,58 aA	0,0	1
5) Tiametoxan	76,0 \pm 5,42 abA	12,6	1	88,0 \pm 5,12 aA	0,0	1	84,0 \pm 4,52 abA	6,7	1
6) Tiametoxan + Azoxistrobina+ Ciproconazol	70,0 \pm 6,32 abA	19,5	1	88,0 \pm 5,12 aA	0,0	1	82,0 \pm 2,90 abcA	8,9	1
7) Tiametoxan+ Lambda-cialotrina	45,0 \pm 9,10 bB	48,2	2	51,0 \pm 4,07 cA	40,7	2	65,0 \pm 4,53 bcA	27,8	1
8) Tiametoxan+ Lambda-cialotrina + Azoxistrobina+ Ciproconazol	70,0 \pm 8,82 abA	19,5	1	57,0 \pm 4,95 bcA	33,7	2	51,0 \pm 5,26 cA	43,3	2

¹Médias (\pm EP) seguidas da mesma letra na coluna (minúscula) não diferem estatisticamente entre si pelo teste H ($p>0,05$). Ovo-larva: H=53,1; $p=0,000$; Larva-pupa: H=38,8; $p=0,000$; Pupa-imago: H=40,4; $p=0,000$.

¹Médias (\pm EP) seguidas da mesma letra na linha (maiúscula) não diferem estatisticamente entre si pelo teste H ($p>0,05$). 1) H=2,2; $p=0,336$; 2) H=1,4; $p=0,486$; 3) H=1,7; $p=0,419$; 4) H=14,7; $p=0,001$; 5) H=3,0; $p=0,218$; 6) H=6,0; $p=0,049$; 7) H=5,7; $p=0,054$; 8) H=4,6; $p=0,100$.

²E% - Redução na emergência do parasitoide (%).

³C – Classes: 1, inócuo ($E<30\%$); 2, levemente nocivo ($30\leq E\leq 79\%$); 3, moderadamente nocivo ($80\leq E\leq 99\%$); 4, nocivo ($E>99\%$).

DISCUSSÃO

Existem poucas referências à toxicidade de agrotóxicos sobre parasitoides de ovos de pentatomídeos. A maior parte das pesquisas sobre seletividade foi feita sobre parasitoides de ovos de lepidópteros dos gêneros *Trichogramma* e *Telenomus* (CARVALHO et al., 1999; CÔNSOLI et al., 2001; BUENO et al., 2008; CARMO et al., 2009, 2010; GOULART et al., 2012; STEFANELLO-JÚNIOR, et al., 2012; VIEIRA et al., 2012; ANTIGO, et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013; WANG et al., 2014).

A capacidade reprodutiva de *Te. podisi* foi mais afetada em ovos tratados com Tiametoxan+Lambda-cialotrina (piretroide) e Tiametoxan (neonicotinoide). Para o parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) os piretroides foram considerados nocivos para a sua capacidade reprodutiva (CARMO et al., 2010).

A razão sexual, quando ovos foram submetidos ao tratamento Tiametoxan+Lambda-cialotrina antes do parasitismo, apresentou progênie apenas de fêmeas. No entanto, a razão sexual não foi afetada pelos outros tratamentos testados, corroborando trabalho de ABUDULAI & SHEPARD (2003) com *Tr. basalis* em ovos tratados com nim (Azadirachtina) e de BAYRAM et al. (2010), que avaliaram os piretroides Ciflutrina e Deltametrina em *Telenomus busseolae* Gahan (Hymenoptera: Scelionidae). De acordo com DESNEUX et al. (2007), poucos trabalhos tem mostrado o mecanismo potencial da alteração na razão sexual por pesticidas em artrópodes benéficos, mas o comportamento de fertilização dos ovos pode ser alterado através do impacto de inseticidas na transmissão nervosa em fêmeas expostas, aumentando a proporção de machos na progênie. Entretanto, o presente trabalho relatou o predomínio de progênie feminina no tratamento com Tiametoxan+Lambda-cialotrina. A falta de machos na progênie anula a possibilidade de cópula, levando as fêmeas partenogenéticas a colocarem ovos que darão origem a machos, o que pode comprometer a perpetuação da população em programas de controle biológico (GARCIA, 2011).

A capacidade de parasitismo bem como as fases imaturas de *Te. podisi* não foram afetadas pelo regulador de crescimento Lufenuron. O inseticida Triflubenuron, com o mesmo modo de ação, não afetou o parasitismo nem a emergência de *Te. remus*, quando ovos contendo as fases de larva e pupa foram tratados (CARMO et al., 2009). Lufenuron não afetou o parasitismo de *T. pretiosum* (STEFANELLO-JÚNIOR, et al., 2012), porém OLIVEIRA et al. (2013), encontraram resultados diferentes com *Trichogramma galloi* (Zucchi) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), onde o regulador de crescimento Triflumuron embora não sendo tóxico aos adultos, reduziu a emergência em 98,4% em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). CÔNSOLI et al. (2001) verificaram que Lufenuron não afetou o parasitismo de *T. galloi*, mas foi extremamente tóxico quando aplicado sobre ovos após um dia de parasitismo.

O estágio de desenvolvimento dos parasitoides, principalmente a fase de ovo-larva, sofreu interferência por ocasião da aplicação das misturas do fungicida com os inseticidas. Lufenuron mais o fungicida Azoxistrobina+Ciproconazol afetou a porcentagem de emergência dos adultos. O tratamento provocou redução de 51,7% na emergência de *Te. podisi* em ovos tratados um dia após o parasitismo. A mistura de Lambda-cialotrina com Azoxistrobina+Ciproconazol, agiu de maneira distinta nos estágios imaturos, mais impactante para a fase de ovo-larva comparada à de pupa-imago. Ainda pouco se conhece sobre o efeito de misturas de produtos com diferentes alvos de ação (inseticida, herbicida e fungicida) em organismos benéficos (SILVA & BUENO, 2014). O efeito sinérgico da mistura de Lambda-cialotrina com o fungicida Prochloraz em *Aphis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae), provocou um aumento da toxicidade do piretroide ocasionado pelo fungicida (PILLING et al., 1995). A ação do fungicida fenbuconazole com dois inseticidas (acetamiprid e imidacloprid) apresentou sinergismo para duas espécies de abelhas, *A. mellifera* e *Osmia cornifrons* (Radoszkowski) (Hymenoptera: Megachilidae) (BIDDINGER et al., 2013).

Os tratamentos Azoxistrobina+Ciproconazol, Lufenuron, Tiametoxan e suas misturas com o fungicida, efetuados aos cinco e nove dias após o parasitismo não afetaram a emergência dos adultos. Azoxistrobina+Ciproconazol e Diflubenzuron (Benzoilureia) também foram seletivos às

fases de larva e pupa de *Te. remus* (CARMO et al., 2009). Parasitoides de ovos durante seus estágios imaturos são particularmente pouco expostos a pesticidas por se desenvolverem protegidos pelo córion do hospedeiro (SHEA et al., 1996; JERVIS, 2005; GARCIA, 2011). O estágio de ovo, por permanecer imóvel e por não requerer a ingestão de alimento, diminui a probabilidade de absorção e contato dos parasitoides com agrotóxicos. Além dessas vantagens, no campo, na maior parte das vezes, as posturas são depositadas no interior da vegetação ou na superfície abaxial das folhas, o que resulta em uma barreira adicional ao contato do inseticida com as fases imaturas de parasitoides de ovos.

Os tratamentos contendo Lambda-cialotrina nos três intervalos de aplicação, após o parasitismo, reduziram à metade a emergência de *Te. podisi*. A toxicidade de Lambda-cialotrina aos parasitoides de ovos foi registrada em *Te. podisi*, *Te. remus*, *T. pretiosum* e *T. galloi* (BUENO et al., 2008; CARVALHO et al., 2009; KOPPEL et al., 2011; STEFANELLO-JÚNIOR et al., 2012; VIEIRA et al., 2012; ANTIGO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013). A redução na emergência do parasitoide causada por esse inseticida pode ter ocorrido pela ingestão de seus resíduos ao consumir o córion contaminado no momento da emergência (CÔNSOLI et al., 2001), ou ainda dentro do ovo hospedeiro, através da passagem do inseticida pelas micrópilas do córion (BEAMENT 1952; KOPPEL et al., 2011).

Trabalhos de semi-campo e campo são necessários para elucidar a compatibilidade dos insumos avaliados neste estudo com *Te. podisi*, com a finalidade de um manejo adequado em programas de manejo integrado de pragas (MIP) na cultura da soja. Tiametoxan, por exemplo, visto que reduziu significativamente o parasitismo, e não afetou a emergência de ovos já parasitados, pode ser testado no MIP após a liberação de vespas. Já Tiametoxan+Lambda-cialotrina, devido à diminuição significativa no número de ovos parasitados e de parasitoides emergidos, requer testes de campo para a confirmação de sua toxicidade.

CONCLUSÕES

O parasitismo de *Te. podisi* é reduzido quando os ovos são previamente tratados com os inseticidas neurotóxicos Tiametoxan (classe 2) e Tiametoxan+Lambda-cialotrina (classe 3). Este último reduz significativamente a emergência de parasitoides adultos.

Em geral, a fase de desenvolvimento de *Te. podisi* mais afetada pelos inseticidas é a de ovo-larva, principalmente pela mistura de Lufenuron com Azoxistrobina+Ciproconazol e do inseticida Tiametoxan+Lambda-cialotrina.

Lufenuron e o fungicida Azoxistrobina+Ciproconazol são seletivos a *Te. podisi*. No entanto, o fato desses produtos serem misturados e utilizados na mesma calda provoca ação sinérgica, de modo negativo a esse parasitoide quando em contato com a fase de ovo-larva.

Tiametoxan é menos tóxico comparado à Tiametoxan+Lambda-cialotrina. As misturas desses produtos com o fungicida não os tornam mais tóxicos a *Te. podisi*.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMAT (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso) pelo suporte financeiro ao autor e ao projeto, ao CPEDA/UNEMAT pelo suporte técnico e logístico, ao Grupo Franciosi pela doação dos agrotóxicos utilizados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABUDULAI, M.; SHEPARD, B.M. Effects of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae), a parasitoid of *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Entomological Science**, v.38, p.386-397, 2003.

ANTIGO, M.R.; OLIVEIRA, H.N.; CARVALHO, G.A.; PEREIRA, F.F. Repelência de produtos fitossanitários usados na cana-de-açúcar e seus efeitos na emergência de *Trichogramma galloi*. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.4, p.910-916, 2013.

BAYRAM, A.; SALERNO, G.; ONOFRI, A.; CONTI, E. Sub-lethal effects of two pyrethroids on biological parameters and behavioral responses to host cues in the egg parasitoid *Telenomus busseolae*. **Biological Control**, v.53, p.153-160, 2010.

BEAMENT, J.W.L. The role of cuticle and egg-shell membranes in the penetration of insecticides. **Annual Applied Biology**, v.39, p.142-143, 1952.

BIDDINGER, D.J.; ROBERTSON, J.L.; MULLIN, C.; FRAZIER, J.; ASHCRAFT, S.A.; RAJOTTE, E.G.; NEELENDRA, K.J.; VAUGHN, M. Comparative toxicities and synergism of apple orchard pesticides to *Apis mellifera* (L.) and *Osmia cornifrons* (Radoszkowski). **PLoS ONE**, v.8, n.9, p.1-6, 2013.

BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; VIEIRA, S.S. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1495-1593, 2008.

BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R.C.O.F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.493-630. 859p.

CARMO, E.L.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; VIEIRA, S.S.; GOBBI, A.L.; VASCO, F.R. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2293-2300, 2009.

CARMO, E.L.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F. Pesticide selectivity for the insect egg parasitoid *Telenomus remus*. **BioControl**, v.55, p.455-464, 2010.

CARVALHO, G.A.; PARRA, J.R.P.; BAPTISTA, G.C. Ação residual de alguns inseticidas pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.4, p.770-775, 2009.

CINGOLANI, F.M.; GRECO, N.M.; LILJESTHRÖM, G.G. Multiparasitism of *Piezodorus guildinii* eggs by *Telenomus podisi* and *Trissolcus urichi*. **BioControl**, v.58, n.1, p. 37-44, 2012.

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. Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basalis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.79, p.1-7, 1996.

- CÔNSOLI, F.L.; ZUCCHI, R.A.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Springer. 2000. 479p.
- CÔNSOLI, F.L.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Selectivity of insecticides to egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, v.125, p.37-43, 2001.
- 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.
- FOERSTER, L.A.; QUEIRÓZ, 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.
- GARCIA, P. Sublethal effects of pyrethroids on insect parasitoids: What we need to further know. In: STOYTICHEVA, M. (Ed.). **Pesticides: formulations, effects, fate**. InTech, 2011. p.477-494. 808p.
- GAZZONI, D.L. Perspectivas do manejo de pragas. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p.789-829. 859p.
- GODOY, K.B.; GALLI, J.C.; ÁVILA, C.J. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.455-458, 2005.
- GONZÁLEZ, W.J.O.; LAUMANN, R.A.; SILVEIRA, S.; MORAES, M.C.B.; BORGES, M.; FERRERO, A.A. Lethal and sublethal effects of four essential oils on the egg parasitoids *Trissolcus basal*s. **Chemosphere**, v.92, n.5, p. 608-615, 2013.
- GOULART, R.M.; VOLPE, H.X.L.; VACARI, A.M.; THULER, R.T.; BORTOLI, S.A. Insecticide selectivity to two species of *Trichogramma* in three different hosts, as determined by IOBC/WPRS methodology. **Pest Management Science**, v.68, p. 240-244, 2012.
- HASSAN, S.A. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*. In: HASSAN, S.A. (Ed.). Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, v.15, p.18-39, 1992.
- JERVIS, M.; COPLAND, M.J.W.; HARVEY, J.A. The life-cycle. In: JERVIS, M. (Ed.). **Insects as natural enemies: a practical perspective**. Springer, Dordrecht. 2005. p.73-165. 748p.
- KOPPEL, A.L.; HERBERT, JR., D.A.; KUHAR, T.P.; MALONE, S.; ARRINGTON, M. Efficacy of selected insecticides against eggs of *Euschistus servus* and *Acrosternum hilare* (Hemiptera: Pentatomidae) and the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Economic Entomology**, v.104, n.1, p.137-142, 2011.

- LETOURNEAU, D.K.; JEDLICKA, J.A.; BOTHWELL, S.H.; MORENO, C.R. Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.40, p.573-92, 2009.
- LIM, U.T.; MAHMOUD, A.M.A. Ecotoxicological effect of fenitrothion on *Trissolcus nigripedius* (Hymenoptera: Scelionidae) an egg parasitoid of *Dolycoris baccarum* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v.11, n.4, p. 207-210, 2008.
- MEDEIROS, M.A.; LOIÁCONO, M.S.; BORGES, M.; SCHMIDT, 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.
- OLIVEIRA, H.N.; ANTIGO, M.R.; CARVALHO, G.A.; GLAESER, D.F.; PEREIRA, F.F. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.5, p.1267-1274, 2013.
- ORR, D.B. Scelionid wasps as biological control agents: a review. **The Florida Entomologist**, v.71, n.4, p.506-528, 1988.
- PILLING, E.D.; BROMLEY-CHALLENGER, K.A.C.; WALKER, C.H.; JEPSON, P.C. Mechanism of synergism between the pyrethroid insecticide λ -cyhalothrin and the imidazole fungicide prochloraz, in the honeybee (*Apis mellifera* L.). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.51, p.1-11, 1995.
- ROCHA, L.C.D.; CARVALHO, G.A. Adaptação da metodologia padrão da IOBC para estudos de seletividade com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26, n.3, p.315-320, 2004.
- SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v.52, p.591-611, 1965.
- SHEA, K.; NISBET, R.M.; MURDOCH, W.W.; YOO, H.J.S. The effect of egg limitation on stability in insect host-parasitoid population models. **Journal of Animal Ecology**, v.65, n.6, p.743-755, 1996.
- SILVA, D.M.; BUENO, A.F. Toxicity of organic supplies for the egg parasitoid *Telenomus podisi*. **Ciência Rural**, v.44, n.1, p.11-17, 2014.
- SMANIOTTO, L.F.; GOUVEA, A.; POTRICH, M.; LOZANO DA SILVA, E.R.; SILVA, J.; PEGORINI, C.S. Selectivity of alternative products to *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Semina-Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p. 3295-3306, 2013.
- SMILANICK, J.M.; ZALOM, F.G.; EHLER, L.E. Effect of methamidophos residue on the pentatomid egg parasitoids *Trissolcus basalis* and *T. utahensis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Biological Control**, v.6, p.193-201, 1996.

STATSOFT. **Statistica per Windows**, User's Manual. StatSoft Italia, Vigonza, Padova, Italy. 2001.

STEFANELLO-JÚNIOR, G.J.; GRÜTZMACHER, A.D.; GRÜTZMACHER, D.D.; DALMAZO, G.O.; PASCHOAL, M.D.F.; HÄRTER, W.R. Efeito de inseticidas usados na cultura do milho sobre a capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.75, n.2, p.187-194, 2008.

STEFANELLO-JÚNIOR, G.J.; GRÜTZMACHER, A.D.; SPAGNO, D.; PASINI, R.A.; BONEZ, C.; MOREIRA, D.C. Persistência de agrotóxicos utilizados na cultura do milho ao parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência Rural**, v.42, n.1, p.17-23, 2012.

VENZON, M.; RIPPOSATI, J.G.; FERREIRA, J.A.M.; VIRÍSSIMO, J.H. Controle biológico de percevejos-da-soja no Triângulo Mineiro. **Ciência e Agrotécnica**, Lavras, v.23, n.1, p.70-78, 1999.

VIEIRA, S.S.; BOFF, M.I.C.; BUENO, A.F.; GOBBI, A.L.; LOBO, R.V.; BUENO, R.C.O.F. Efeitos dos inseticidas utilizados no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B e sua seletividade aos inimigos naturais na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.5, p.1809-1818, 2012.

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

WANG, Z.Y.; HE, K.L.; ZHANG, F.; LU, X.; BABENDREIER, D. Mass rearing and release of *Trichogramma* for biological control of insect pests of corn in China. **Biological Control**. v.68, p.136-144, 2014.

CAPÍTULO III

Efeito de liberações inoculativas de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) comparado ao controle químico de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de soja no Mato Grosso, Brasil

Efeito de liberações inoculativas de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastriidae) comparado ao controle químico de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de soja no Mato Grosso, Brasil

Resumo - Avaliou-se a viabilidade do controle biológico (CB) do percevejo marrom *Euschistus heros* (Fabricius), através de liberações inoculativas do parasitoide de ovos *Telenomus podisi* Ashmead em comparação ao manejo convencional (MC), durante as safras de soja de 2012/13 e 2013/14. As áreas de estudo com 24 ha cada, distanciavam 400 m entre si. Foram realizadas as amostragens de percevejos com pano-de-batida e, instaladas armadilhas de feromônio sexual para a detecção de fêmeas. Na safra 2013/14 foram coletadas fêmeas na lavoura para a contabilização de seus ovos, a fim de verificar a relação com o parasitismo na lavoura. O parasitismo foi avaliado por meio de posturas-iscas com ovos sentinelas de *E. heros*. Na área CB, safra 2012/13, realizaram-se liberações nos estádios R3 (30/Jan, 2.000 vespas ha⁻¹) e R6 (02/Mar, 5.000 vespas ha⁻¹), na safra seguinte foram liberadas 1.700 vespas ha⁻¹ em R3 (27/Dez), 2.200 em R4 (03/Jan) e 2.000 em R5 (22/Jan). Após a colheita foi avaliado o peso de mil sementes e os danos de percevejos. As populações de percevejos nos tratamentos CB e MC na safra 2012/13 foram semelhantes e apresentaram diferença somente no estádio R5 (13/Fev), com maior média em MC. Na safra 2013/14 a área CB apresentou maior número de percevejos que em MC entre os estádios R5 (16/Jan) e R6 (06/Fev). As médias de parasitismo entre as duas áreas não diferiu durante as safras 2012/13 e 2013/14, exceto em R6 (02/Mar) e R9 (25/Fev), respectivamente, com maiores picos em CB. A correlação foi negativa entre o número de ovos dos percevejos e o número de ovos parasitados em CB, e em MC não foi significativa. Nas duas safras, o peso de mil sementes não diferiu entre as áreas. Na safra 2012/13, os danos de percevejos foram maiores em CB comparada à MC, já na safra 2013/14 esses danos não diferiram entre as áreas. Assim, as liberações de *Te. podisi* durante as duas safras de soja não impediram o crescimento populacional de *E. heros* na área CB, como também não aumentaram significativamente os níveis de parasitismo em relação à área MC.

Palavras-chave: Parasitoides de ovos, percevejo marrom, controle biológico, controle químico.

Effect of inoculative releases of *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) compared to the chemical control of *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) on soybeans in the State of Mato Grosso, Brazil

Abstract - The viability of the biological control (BC) was evaluated for the control of the brown stink bug *Euschistus heros* (Fabricius) through inoculative releases of the egg parasitoid *Telenomus podisi* Ashmead in comparison with conventional management (CM) during the soybean seasons of 2012/13 and 2013/14. The study areas with 24 ha each, were distant 400 m from each other. The samplings of stink bugs were taken with the shake cloth method and sex pheromone-baited traps were installed for the detection females. In the 2013/14 season, females were collected on soybeans for the counting of their eggs, in order to verify the relationship with the parasitism in the crop. The parasitism was evaluated by placing sentinel eggs of *E. heros*. In the BC 2012/13 season, releases were made in R3 (30/Jan; 2,000 wasps ha⁻¹) and R6 (02/Mar; 5,000 wasps ha⁻¹) stages. In the following season 1,700 wasps ha⁻¹ were released in R3 (27/Dez), 2,200 in R4 (03/Jan) and 2,000 in R5 (22/Jan). At harvest, the weight of a thousand seeds and the damage of stink bugs were evaluated. The populations of stink bugs in the BC and CM in the 2012/13 season were similar and only in R5 (13/Fev), a higher number of stink bugs was recorded in CM. During the 2013/14 season the BC presented a higher number of stink bugs than CM between R5 (16/Jan) and R6 (06/Fev). The level of parasitism between the two areas did not differ during the 2012/13 and 2013/14 season, except in R6 (02/Mar) and R9 respectively, with higher peaks in BC. The correlation was negative between the number of eggs of stink bugs and the number of parasitized eggs in the BC, and in the CM it was not significant. In the two seasons, the weight of a thousand seeds did not differ between the areas. In the 2012/13 season, the damage of stink bugs was higher in the BC compared to the CM, whereas in the 2013/14 season there was no difference between the two areas. Thus, the releases of *Te. podisi* during the two soybean seasons did not avoid the population growth of *E. heros* in the BC, as well as it did not significantly increase the levels of parasitism in relation to the CM probably due to the number of parasitoides released, below to the recommended (5,000 wasps ha⁻¹).

Key-words: Egg parasitoids, brown stink bug, biological control, chemical control.

Introdução

A importância econômica dos danos causados por percevejos na cultura de soja, somada à necessidade de ampliar pesquisas sobre o manejo integrado, vem motivando pesquisadores a procurar por métodos que reduzam o uso de inseticidas aliado ao controle biológico dessa praga (Corrêa-Ferreira e Moscardi 1996; Venzon et al. 1999; Corrêa-Ferreira e Peres 2003; Knight e Gurr 2007; Bueno et al. 2011).

Telenomus podisi Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) é um importante parasitoide do percevejo marrom *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), principal praga de grãos de soja no Brasil, e tem recebido atenção como um agente potencialmente útil no controle desse percevejo (Corrêa-Ferreira e Moscardi 1995; Medeiros et al. 1998; Pacheco e Corrêa-Ferreira 2000; Sujii et al. 2002; Godoy et al. 2005). Ainda que a utilização desse parasitoide em campo seja escassa, Corrêa-Ferreira e Peres (2003) mostraram resultados promissores no controle de *E. heros* e na qualidade dos grãos em lavoura de soja orgânica no Estado do Paraná.

Nesse mesmo Estado, foi realizado o programa de controle biológico de percevejos com maior êxito no Brasil, o qual foi aplicado em propriedades agrícolas totalizando uma área de 18 mil hectares, através de liberações inoculativas do parasitoide de ovos *Trissolcus basal* (Wollaston) na proporção de 5.000 vespas por hectare, durante quatro safras consecutivas (Corrêa-Ferreira et al. 2000). A liberação inoculativa periódica propicia um crescimento da população de inimigo natural para o controle do percevejo durante a mesma estação, o que pode favorecer a redução da praga por várias gerações (Lenteren 2009).

No estado de Mato Grosso, maior produtor de soja do Brasil (Conab 2014), os percevejos são controlados com inseticidas neurotóxicos, e assim como em outros Estados, este método geralmente é utilizado de forma profilática, sem considerar o nível de dano e/ou utilizando o inseticida na mesma calda com outros defensivos (herbicidas e fungicidas) (Gazzoni 2012; Panizzi 2012). Esse procedimento pode desencadear problemas sérios no agroecossistema, como a ressurgência de pragas e a ocorrência de populações de insetos resistentes, bem como a redução ou eliminação de insetos benéficos, que funcionam como agentes de controle natural de pragas (Sosa-Gómez et al. 2001; Sosa-Gómez e Silva 2010; Cloyd 2012; Sánchez-Bayo 2012; Gill e Garg 2014).

Em função desses problemas, pesquisas de controle biológico são necessárias e essenciais para que se possa alcançar o equilíbrio e a sustentabilidade ambiental no agroecossistema da soja, sem que ocorram os riscos citados anteriormente. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o controle biológico do percevejo marrom com *Te. podisi* comparado ao manejo convencional (químico), em lavoura de soja no sudoeste de Mato Grosso.

Material e Métodos

Área de estudo

A pesquisa foi conduzida nas safras 2012/13 e 2013/14 na fazenda Aparecida da Serra (14°18'36.77"S 57°44'59.82"W), distanciada 80 Km da cidade de Tangará da Serra, sudoeste do estado de Mato Grosso. A área estudada compreendeu 72 ha, com a cultivar Monsoy 8766, de ciclo de maturação médio (125 dias) na safra 2012/13 e com a cultivar Pioneer 98Y30, de ciclo de maturação precoce (125 dias) na safra 2013/14, ambas transgênicas (com o gene Roundup Ready®). As áreas experimentais visando o manejo de percevejos (controle biológico – CB e manejo convencional – MC) abrangeram 24 ha cada uma (600 x 400 m) e distanciavam-se 400 m (área de segurança – AS). Cada área experimental foi subdividida em duas faixas, cada uma com 10 estacas distantes 50 metros entre si, totalizando 20 pontos de amostragem (Figura 1).

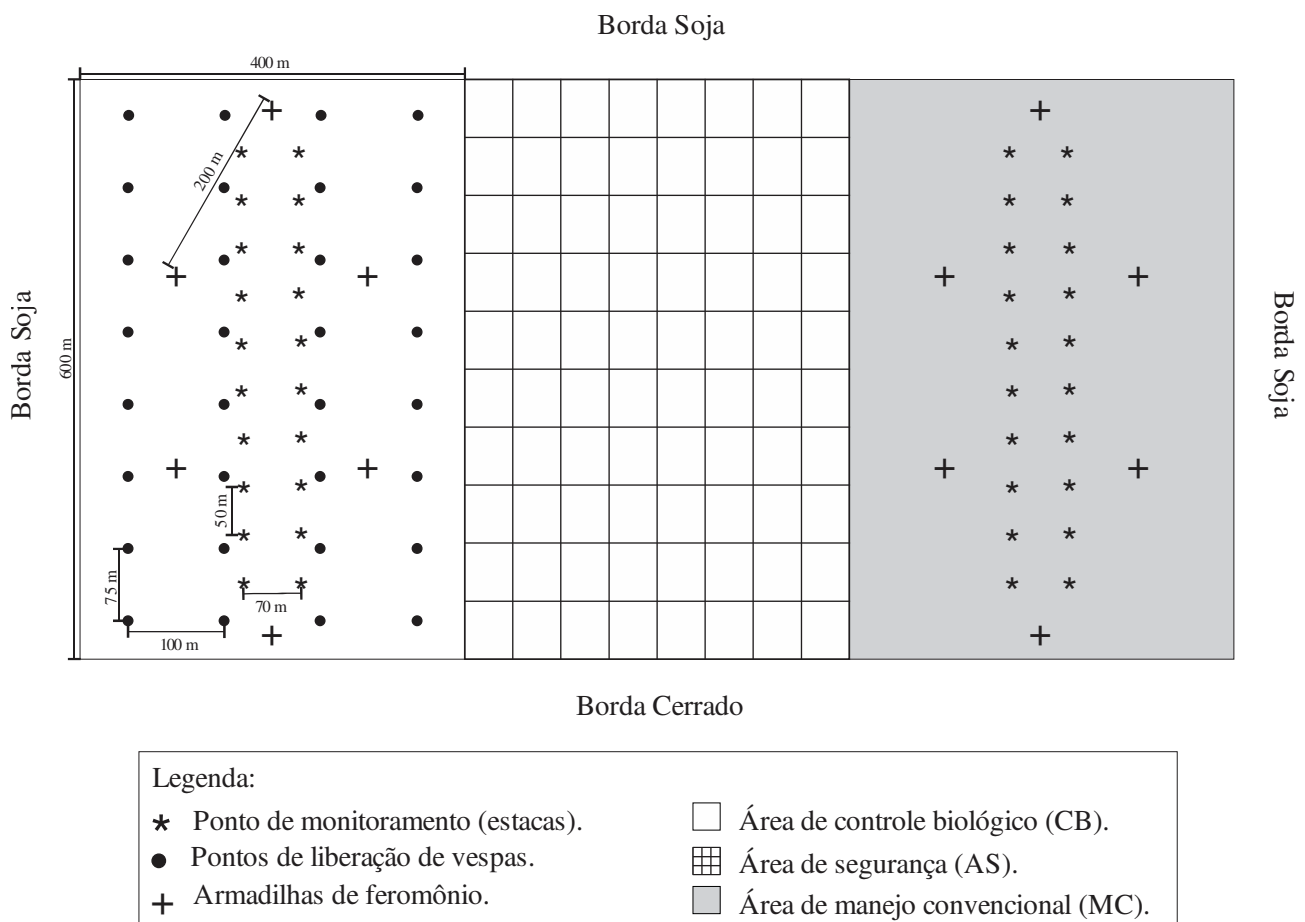


Figura 1: Croqui da área experimental, ilustrando os pontos de monitoramento de percevejos e parasitismo em posturas-iscas, bem como a distribuição das armadilhas de feromônio e dos pontos de liberação de vespas nas áreas experimentais.

Monitoramento de percevejos

Semanalmente a coleta dos dados referentes às densidades populacionais dos percevejos foi realizada próximo a cada estaca (Figura 1) através do método de pano-de-batida largo (vinte batidas) (Stürmer et al. 2012), registrando-se o número de percevejos (ninfas a partir do 3º instar e adultos) por pano-de-batida de 1 m, em cada estádio da fase reprodutiva da soja, seguindo a escala de Fehr et al. (1971).

A presença de fêmeas férteis de percevejos na cultura da soja foi verificada através de armadilhas de feromônio, como um critério na tomada de decisão das liberações de parasitoides. Assim, seis armadilhas iscadas com feromônio sexual foram instaladas e permaneceram durante o período reprodutivo da cultura. As armadilhas foram distribuídas de forma hexagonal na área experimental, respeitando a distância de 200 metros entre elas (Figura 1). Essas armadilhas foram confeccionadas manualmente segundo a descrição de Borges et al. (1998), e foram iscadas com septos de borracha contendo feromônio sexual sintético, formulado pela empresa ISCA Technologies®. Tais septos foram impregnados com 1 mg do feromônio sintético (2,6,10 trimetildodecanoato de metila), sendo este o principal componente do feromônio produzido naturalmente por machos de *E. heros* e responsável pela atração das fêmeas para cópula (Borges et al. 1998; Costa et al. 2000; Borges et al. 2011). Em razão da viabilidade dos septos na lavoura ser de 30 dias, foram realizadas duas trocas dos mesmos (Borges et al. 2011).

Na safra 2012/13 as armadilhas foram instaladas somente na área CB, no estádio R3, e na safra 2013/14 foram instaladas nas áreas CB e MC no estádio R2. Semanalmente as armadilhas foram vistoriadas e os insetos retirados, registrando-se o número de fêmeas por armadilha.

Na última safra, além do monitoramento de percevejos, semanalmente dez fêmeas de *E. heros* foram coletadas manualmente na lavoura, seguindo um transecto de cada área (dez estacas) (Figura 1), para a contabilização de ovos por meio de dissecação do abdômen das fêmeas sob estereomicroscópio. Esse registro teve por finalidade acompanhar a produção de ovos de percevejos e relacionar com a flutuação do parasitismo em campo.

Parasitismo em ovos

O parasitismo foi avaliado por meio de posturas-iscas, contendo dez ovos sentinelas de *E. heros*, provenientes de criação em laboratório. Para a confecção das iscas, tecidos de feltro foram utilizados como substrato de oviposição aos percevejos. Após a oviposição (até 24 h), os tecidos foram retirados e recortados onde havia posturas com dez ou mais ovos. As posturas com mais de dez ovos foram manipuladas, retirando-se os ovos excedentes, a fim de padronizar todas as iscas

com dez ovos. Na safra 2013/14 as iscas foram encaminhadas à câmara de fluxo laminar com luz ultra violeta (UV) para a esterilização dos ovos durante 30 minutos. Na safra 2012/13 as iscas permaneceram com os ovos sem a radiação UV.

As posturas foram instaladas em uma planta próxima a cada estaca (Figura 1). Na safra 2012/13 as iscas foram instaladas durante o período reprodutivo da soja e foram substituídas a cada três dias até a colheita. Na safra 2013/14 as iscas foram monitoradas a partir do estágio vegetativo e substituídas semanalmente até a colheita. Após serem recolhidas da lavoura, as posturas foram encaminhadas ao laboratório, armazenadas em placas de Petri e mantidas em sala climatizada a $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ e UR $70\% \pm 20\%$ com fotofase de 12 horas. Registrou-se o número de ovos parasitados, estimado pela verificação de seu conteúdo escurecido, ou que permitiam observar a pupa ou o adulto do parasitoide através da dissecação dos ovos sob estereomicroscópio (Medeiros et al. 1997); parasitoides emergidos; razão sexual; o número de ovos com embrião de ninfas (verificação de embrião ou conteúdo alaranjado após dissecação); ovos inviáveis (número de ovos em que não houve emergência de parasitoides ou presença de ninfas, e que o conteúdo permaneceu sem identificação após dissecação) e ovos predados. Os exemplares de parasitoides foram encaminhados ao Museum of Biological Diversity de Ohio, EUA, e para o Instituto Biológico de São Paulo para identificação.

Táticas de manejo de insetos praga

Para o controle de lagartas, nas áreas CB e MC, e de percevejos na área MC foi utilizado pulverizador automotriz (uniporte), e a tomada de decisão para a realização das aplicações foi baseada no monitoramento e, quando atingisse a média de dois percevejos (ninfas a partir do 3º instar e adultos) por metro, recomendava-se entrar com o plano de ação, conforme preconizado por Bueno et al. (2012b). No entanto, não foi possível seguir essa medida em todas as situações pelo agricultor, devido à logística da fazenda. Para o controle de percevejos na área CB utilizaram-se somente liberações de parasitoides de ovos (*Te. podisi*).

Os inseticidas utilizados para o controle de percevejos e lagartas nas duas safras estão descritos na Tabela 1 e as dosagens utilizadas seguiram as recomendações dos fabricantes dos produtos.

Tabela 1: Inseticidas utilizados para o controle de lagartas desfolhadoras e percevejos fitófagos em duas áreas de manejo de percevejos em lavoura de soja (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14, em Tangará da Serra, MT

Safra	Ingrediente ativo (i.a.)	Grupo químico	DI ¹	Fase da aplicação
2012/13 (MC)	Espinosade + Lufenuron	Espinosina + Benzoilureia	14,4 + 7,5	R1 (07/Jan)
	Tiametoxan+Lambda-cialotrina	Neocotinoide+Piretroide	35,3 + 26,5	R5 (14/Fev)
	Diflubenzuron	Benzoilureia	40,0	R5 (28/Fev)
2012/13 (CB)	Espinosade + Lufenuron	Espinosina + Benzoilureia	14,4 + 7,5	R1 (07/Jan)
	Diflubenzuron	Benzoilureia	40,0	R5 (28/Fev)
2013/14 (MC)	<i>Bacillus thuringiensis</i> *	Biológico	16,8	R1 (11/Dez)
	<i>Bacillus thuringiensis</i> *	Biológico	16,8	R3 (28/Dez)
	<i>Bacillus thuringiensis</i> *	Biológico	16,8	R5 (23/Jan)
	Tiametoxan+Lambda-cialotrina	Neocotinoide+Piretroide	35,3 + 26,5	R5 (23/Jan)
	<i>Bacillus thuringiensis</i> *	Biológico	16,8	R7 (10/Fev)
	Bifentrina+Carbosulfano	Piretroide+Metilcarbamato de benzofuranila	20,0 + 60,0	R8 (23/Fev)
2013/14 (CB)	<i>Bacillus thuringiensis</i> *	Biológico	16,8	R1 (11/Dez)
	<i>Bacillus thuringiensis</i> *	Biológico	16,8	R3 (28/Dez)
	<i>Bacillus thuringiensis</i> *	Biológico	16,8	R5 (23/Jan)
	<i>Bacillus thuringiensis</i> *	Biológico	16,8	R7 (10/Fev)

¹DI = Dosagem do ingrediente ativo em g i.a. ha⁻¹

* var. kurstaki, linhagem HD-1, 17.600 Unidades Internacionais de Potência por mg (mínimo de 27,5 bilhões de esporos viáveis por grama), 33,60 g/L.

Liberação de parasitoides

Os ovos utilizados para a multiplicação dos parasitoides foram recolhidos diariamente da criação de percevejos do laboratório de entomologia do Centro de Pesquisa, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), embalados em papel alumínio e armazenados em nitrogênio líquido (-196 °C) por um período de até 12 meses (Corrêa-Ferreira e Oliveira 1998). Na multiplicação dos parasitoides para a

safras 2012/13, foram separadas 50 fêmeas previamente copuladas em tubo de ensaio de vidro (2,0 x 15,0 cm); para a safra 2013/14, 40 fêmeas mais cinco machos permaneceram em tubo de ensaio de vidro (1,5 x 10,0 cm), e aproximadamente mil ovos de *E. heros* foram ofertados às fêmeas durante 24 horas em ambas as safras. Os ovos parasitados foram mantidos nos tubos, em ambiente controlado com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12 horas e UR $70\pm 10\%$, até a emergência dos adultos para retornarem à multiplicação. Após ser alcançada a quantidade total de ovos para a liberação na área, aproximadamente 1.500 ovos parasitados foram alocados em cada recipiente plástico (150 ml) contendo filetes de mel, para a alimentação dos adultos recém emergidos.

Os pontos de liberação em ambas as safras foram distribuídos de forma equidistante na área CB, totalizando 32 pontos, onde cada recipiente foi aberto para a liberação das vespas (Figura 1). As liberações ocorreram em baixa intensidade solar e na ausência de chuva. Na safra 2012/13 realizaram-se duas liberações, uma de 2.000 vespas ha^{-1} no estádio R3 da soja (30/Jan), e outra de 5.000 vespas ha^{-1} em R6 (06/Mar). Na safra seguinte foram liberadas 1.700 vespas ha^{-1} em R3 (27/Dez), após sete dias (R4) 2.200 vespas ha^{-1} e em R5 (22/Jan) foram 2.000 vespas ha^{-1} . Essa quantidade de vespas liberadas dependeu da taxa de parasitismo, que foi de 50% em ovos que haviam sido armazenados em nitrogênio líquido. Devido a isso, não foi possível a liberação do número e época (5.000 vespas ha^{-1} em período de entrada dos percevejos na área) recomendado por Corrêa-Ferreira (1993), em liberações de *Tr. basal*.

Colheita, produtividade e danos nos grãos

A colheita de soja foi realizada manualmente em 10 pontos de 1m^2 em cada área, ou seja, no transecto um selecionaram-se cinco pontos ímpares e no transecto dois, cinco pontos pares para a colheita (Figura 1). As vagens foram debulhadas à mão para a medição da umidade dos grãos e, após a padronização da umidade (na faixa de 13%), avaliou-se o peso de mil sementes e os danos de percevejos através do teste de tetrazólio, que foram classificados de acordo com França-Neto (1998), na escala de 1 a 8, referente à porcentagem de sementes com danos de percevejos, e escala de 6 a 8 com danos severos nas sementes, tornando-as inviáveis.

Análises estatísticas

As variáveis relacionadas ao monitoramento de percevejos, as posturas-iscas e de óvulos de percevejos foram submetidas ao teste de normalidade Shapiro-Wilk (Shapiro e Wilk 1965) e homocedasticidade das variâncias pelo teste de Bartlett (Bartlett 1937), seguidas de comparação entre as áreas experimentais pelo teste de Mann-Whitney (teste U). As médias referentes à produtividade e danos nos grãos foram comparadas através do teste *t*-Student. As análises foram realizadas através do software Statistica 7.1 (StatSoft 2001).

Para verificar a relação do parasitismo com a fertilidade de percevejos, foi realizada análise de correlação de Spearman com o número médio de ovos de fêmeas de percevejos e número médio de ovos parasitados, utilizando as posturas-iscas de um transecto da área (n= 10), durante o estágio reprodutivo da soja na safra 2013/14. O software utilizado para a análise foi o Statistica 7.1 (StatSoft 2001).

Resultados

Monitoramento de percevejos

A diversidade de percevejos de uma safra para outra aumentou de três para sete espécies. O percevejo marrom *E. heros* foi predominante nos levantamentos através do pano-de-batida nas duas safras de soja. A segunda maior ocorrência foi de *Edessa meditabunda* (Fabricius), seguida de *Chinavia ubica* (Rolston), *Agroecus griseus* Dallas e *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Tabela 2).

As armadilhas de feromônio capturaram, além de fêmeas de *E. heros*, *E. meditabunda*, *C. ubica*, *Thyanta perditor* (Fabricius) e *Proxys albopunctulatus* (Palisot de Beauvois) (Tabela 2).

Tabela 2: Porcentagem de ocorrência de espécies de pentatomídeos fitófagos capturados em dois métodos de monitoramento em duas áreas de manejo de percevejos em lavoura de soja (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14

Percevejos	2012/13			2013/14			
	Pano-de-batida		Armadilhas	Pano-de-batida		Armadilhas	
	MC	CB	CB	MC	CB	MC	CB
<i>Euschistus heros</i>	99,8	99,8	99,4	95,8	96,9	93,4	93,6
<i>Edessa meditabunda</i>	0,1	0,2	0,6	0,9	1,6	3,6	5,6
<i>Chinavia ubica</i>	-	-	-	3,3	1,2	2,4	-
<i>Agroecus griseus</i>	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Dichelops melacanthus</i>	0,1	-	-	-	0,1	-	-
<i>Thyanta perditor</i>	-	-	-	-	-	-	0,8
<i>Proxys albopunctulatus</i>	-	-	-	-	-	0,6	-

Na safra 2012/13, a população de percevejos na área MC atingiu o nível de dano ($3,1 \pm 0,47$ percevejos m^{-1}) no estágio R5 (13/Fev) e logo houve aplicação de Tiametoxam+Lambda-cialotrina. A população foi controlada mas voltou a crescer nos três últimos estádios fenológicos, atingindo o nível de $15,6 (\pm 2,97)$ percevejos m^{-1} em R7 (13/Mar) (Figura 2). Na área CB, a primeira liberação de vespas foi realizada no início da formação de vagens (R3, 30/Jan), quando houve a ocorrência das primeiras ninfas ($0,3 \pm 0,12$) e adultos ($0,6 \pm 0,29$) de percevejos na área. Até o estágio R5 (20/Fev), a população de percevejos permaneceu abaixo do nível de dano, mas no final de R5 (27/Fev), atingiu $7,4 (\pm 1,35)$ percevejos m^{-1} . Em R6 (06/Mar) houve a segunda liberação de vespas. Entretanto, a população atingiu uma média de $23,4 (\pm 4,27)$ percevejos m^{-1} no último monitoramento (Tabela 1 e Figura 2).

A população de percevejos em CB e MC durante o período reprodutivo da soja na safra 2012/13 foi semelhante nos dois tratamentos, e somente apresentou diferença no estágio R5 (13/Fev), quando a média na área MC foi significativamente maior que na área CB ($U= 117,00$; $p= 0,025$) (Figura 2).

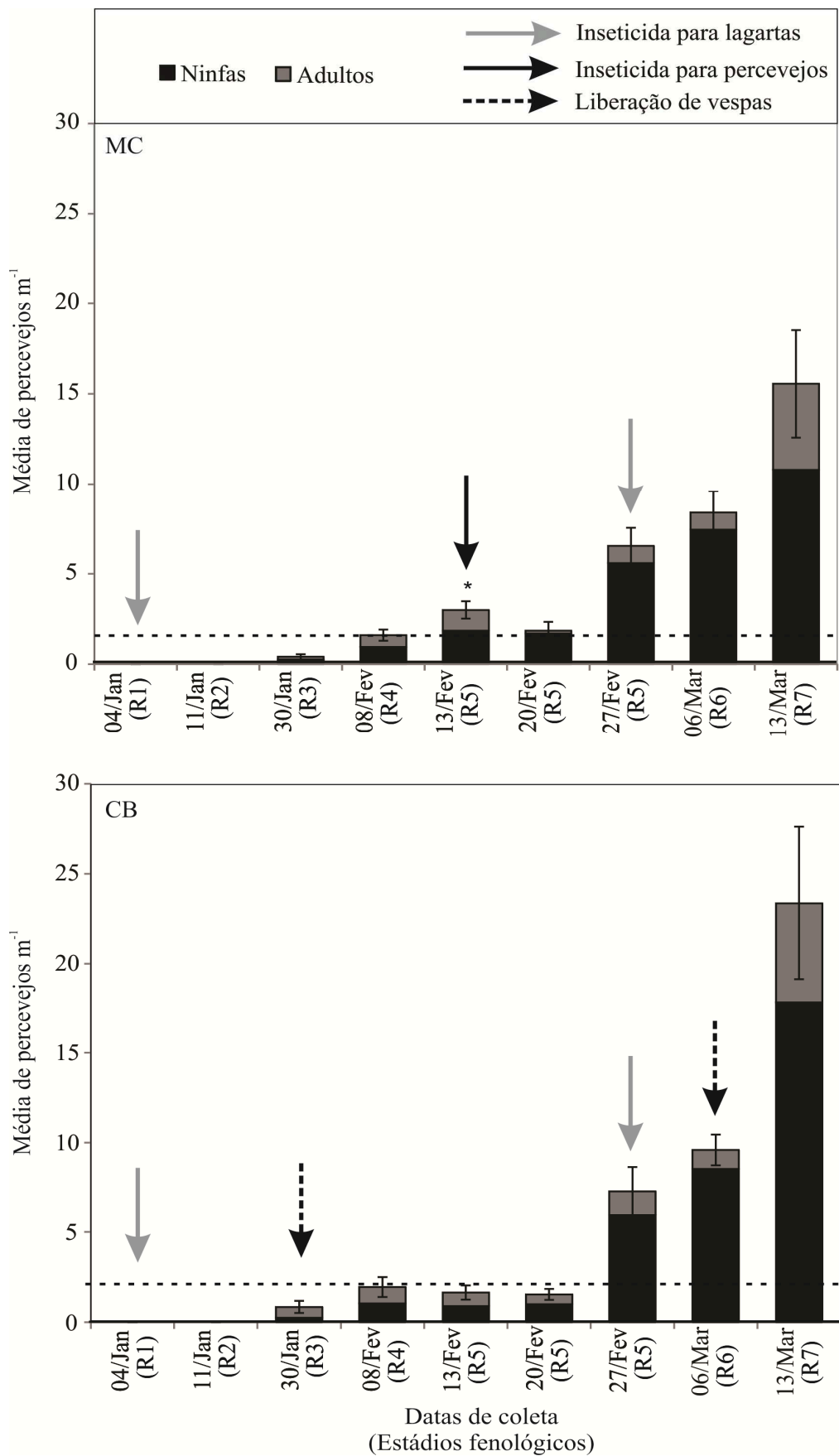


Figura 2: Número médio (\pm EP) de *Euschistus heros* durante a fase reprodutiva da soja nas áreas de manejo convencional (MC) e controle biológico (CB) na safra 2012/13. O asterisco indica média significativamente diferente entre as áreas, pelo teste U. A linha pontilhada indica o nível de dano.

O número médio de fêmeas capturadas nas armadilhas de feromônio na área CB no estádio R3 (30/Jan) foi de $8,8 (\pm 3,53)$, com pico em R4 (08/Fev) com $17,3 (\pm 2,84)$ percevejos armadilha⁻¹ (Figura 3).

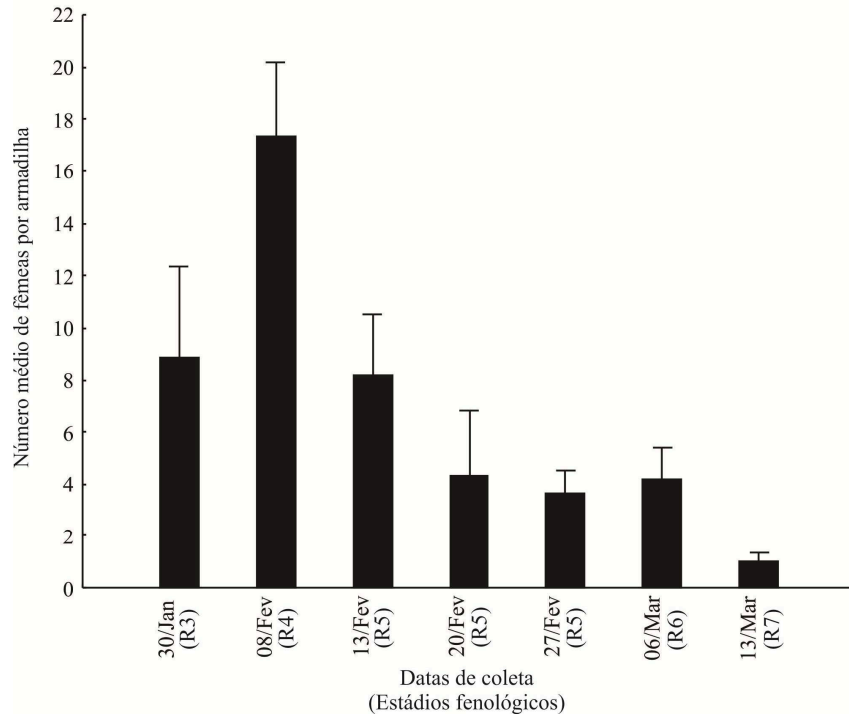


Figura 3: Número médio (\pm EP) de fêmeas de percevejos capturadas em armadilhas de feromônio na área de controle biológico durante a fase reprodutiva da soja na safra 2012/13.

Durante a safra 2013/14, a população de percevejos na área MC foi controlada logo após ter atingido o nível de dano em R5 (22/Jan). Porém, a população atingiu novamente o nível de dano em R6 (06/Fev) e no estádio R7 (13/Fev) atinge seu pico máximo ($9,5 \pm 1,42$), recebendo tratamento químico em R8 (20/Fev) (Tabela 1 e Figura 4).

Na área CB, a primeira liberação ocorreu no estádio R3 (27/Dez), quando a média de percevejos adultos foi de $0,6 (\pm 0,17)$ percevejos m⁻¹ (Figura 4). Após sete dias (R4, 03/Jan) foram contabilizadas ninfas na área ($0,4 \pm 0,25$) e foi realizada outra liberação de vespas. No estádio R5 (22/Jan), quando havia $8,3 (\pm 1,04)$ percevejos m⁻¹ foi realizada a última liberação, porém a população permaneceu acima desse valor até o final do ciclo, apresentando pico no estádio R7 (13/Fev) com $13,5 (\pm 2,02)$ percevejos m⁻¹ (Figura 4).

Durante a safra 2013/14, entre os estádios R5 (16/Jan) e R6 (06/Fev), a área CB apresentou índices de percevejos significativamente maiores que a área MC pelo teste U ($p < 0,05$) (Figura 4).

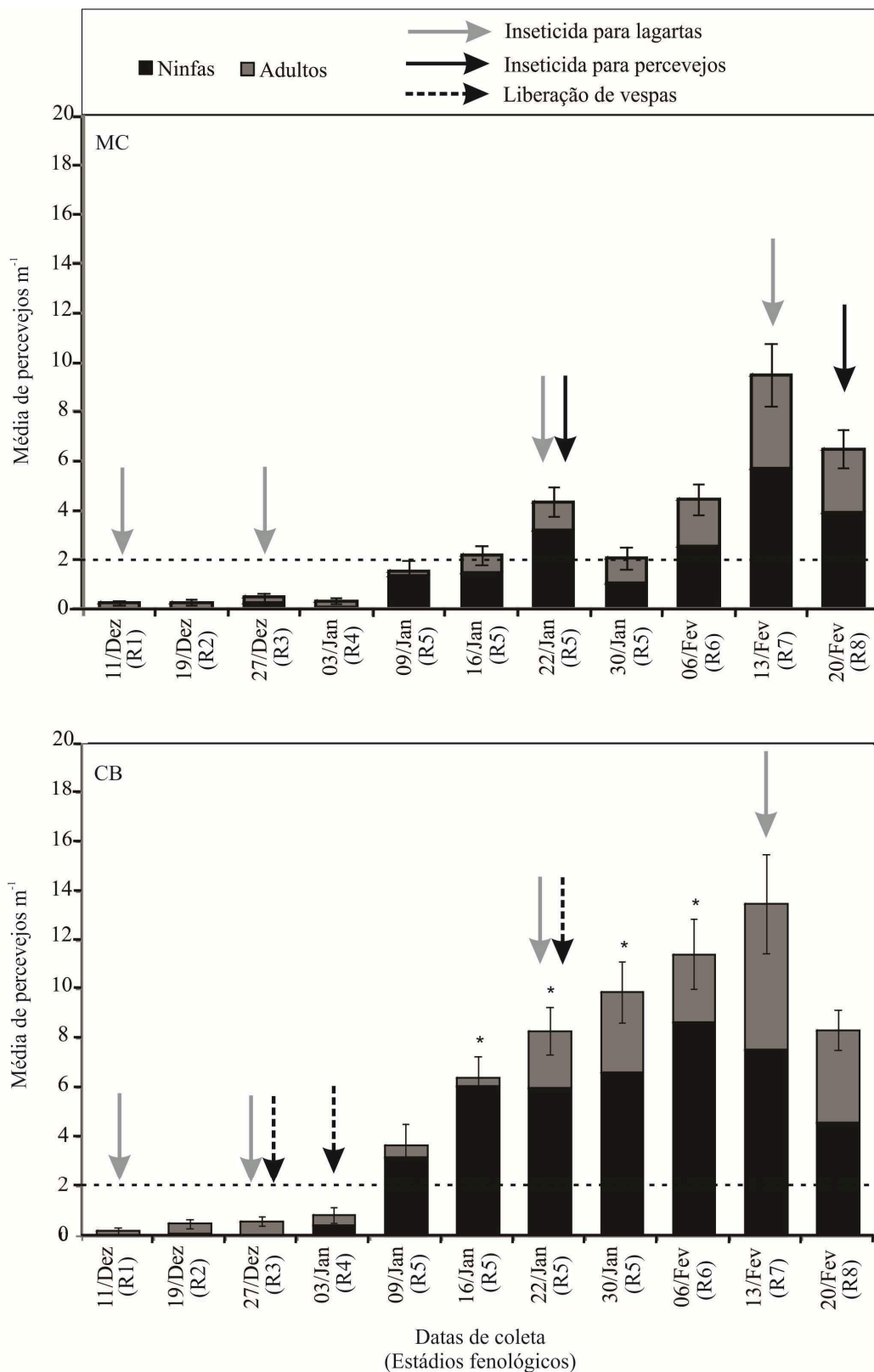


Figura 4: Número médio (\pm EP) de *Euschistus heros* durante a fase reprodutiva da soja nas áreas de manejo convencional (MC) e controle biológico (CB) na safra 2013/14. Os asteriscos indicam médias significativamente diferentes entre as áreas, pelo teste U. A linha pontilhada indica o nível de dano.

No monitoramento das armadilhas de feromônio, a média de fêmeas capturadas na área CB em R2 (19/Dez) foi de $2,0 (\pm 0,63)$ e ultrapassou esse valor em R5 (22/Jan; $2,5 \pm 0,43$), atingindo seu maior pico em R5 (30/Jan; $3,5 \pm 0,85$) (Figura 5). No início da fase reprodutiva na área MC a média de fêmeas permaneceu abaixo de 1,5, aumentando em R5 (16/Jan; $5,2 \pm 2,26$), sendo seu maior pico em R5 (22/Jan; $9,2 \pm 4,56$) (Figura 5). Houve diferença de fêmeas por armadilha entre as áreas somente no estágio R7 (13/Fev), com maior média na área CB ($1,3 \pm 0,49$) ($U= 6,00$; $p= 0,054$).

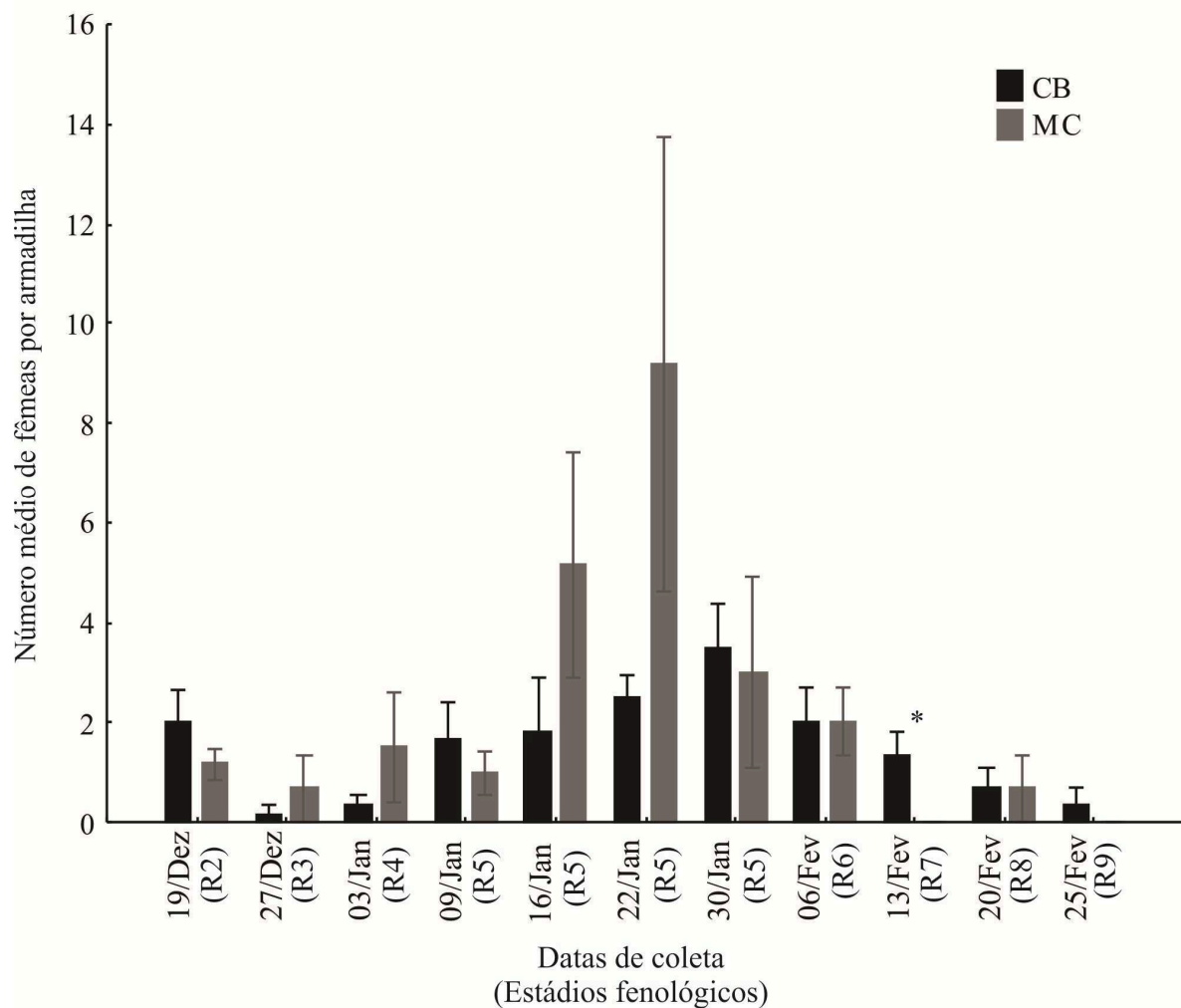


Figura 5: Número médio (\pm EP) de fêmeas de *Euschistus heros* capturadas em armadilhas de feromônio nas áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2013/14. O asterisco indica média significativamente diferente entre as áreas, pelo teste U ($p < 0,05$).

Parasitismo em ovos

A diversidade de parasitoides encontrada nas posturas-iscas aumentou de uma safra para outra. Em ambas as safras e nas duas áreas, *Te. podisi* foi a espécie mais frequente. Na área CB, a frequência de *Trissolcus urichi* Crawford (Platygastridae), aumentou de uma safra para outra, e houve a presença de uma espécie de *Ooencyrtus* (Encyrtidae). Já na área MC, *Tr. urichi* foi registrado na safra 2013/14, assim como *Ooencyrtus* sp. A ocorrência de duas espécies em uma postura (*Tp* + *Tu*) apareceu uma vez na safra 2012/13 e três vezes na safra 2013/14 (*Tp* + *Tu*), bem como um registro de duas espécies no mesmo ovo (*Tp* + *Ooencyrtus* sp.) (Tabela 3).

A razão sexual média de *Te. podisi* na área de liberação foi de 0,7 nas duas safras, enquanto que na área MC foi de 0,8 (Tabela 3).

Tabela 3: Frequência de parasitismo (FP) e razão sexual (RS) em posturas-iscas (PI) de *Euschistus heros* em duas áreas de manejo de percevejos em lavoura de soja (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14

Safra	Parasitoides	CB			MC		
		FP	RS	PI	FP	RS	PI
2012/13	<i>Telenomus podisi</i> (<i>Tp</i>)	94,2	0,7	49	96,6	0,8	28
	<i>Trissolcus urichi</i> (<i>Tu</i>)	5,8	0,9	3	-	-	-
	<i>Tp</i> + <i>Tu</i>	-	-	-	3,4	0,7 + 0,1	1
2013/14	<i>Telenomus podisi</i> (<i>Tp</i>)	85,3	0,7	64	88,6	0,8	47
	<i>Trissolcus urichi</i> (<i>Tu</i>)	10,7	0,6	8	3,8	0,9	2
	<i>Ooencyrtus</i> sp.1	2,7	0,8	2	-	-	-
	<i>Ooencyrtus</i> sp.2	-	-	-	1,9	0,8	1
	<i>Tp</i> + <i>Tu</i>	1,3	0,5 + 1,0	1	3,8	0,9 + 0,8	2
	<i>Tp</i> + <i>Ooencyrtus</i> sp.1	-	-	-	1,9	1,0 + 1,0	1

O parasitismo durante as safras ocorreu em baixas proporções em ovos de posturas-iscas, ou seja, a proporção de ovos não parasitados (contendo embrião de ninfa) foi maior (Figura 6).

Ao comparar as áreas, apenas no estágio R6 (02/Mar) a área CB apresentou número médio de ninfas menor e de parasitoides emergidos maior comparado a área MC (U= 94,00; p= 0,004 e U= 116,00; p= 0,023, respectivamente) (Figura 6). As variáveis ovos inviáveis e predados não diferiram significativamente entre as áreas pelo teste U (p≥ 0,05).

Das iscas instaladas na safra 2013/14, também houve maior proporção de ovos contendo ninfas nas duas áreas experimentais, mas não houve diferença significativa de parasitoides emergidos, ninfas, ovos inviáveis e predados entre as áreas pelo teste U ($p \geq 0,05$) (Figura 6).

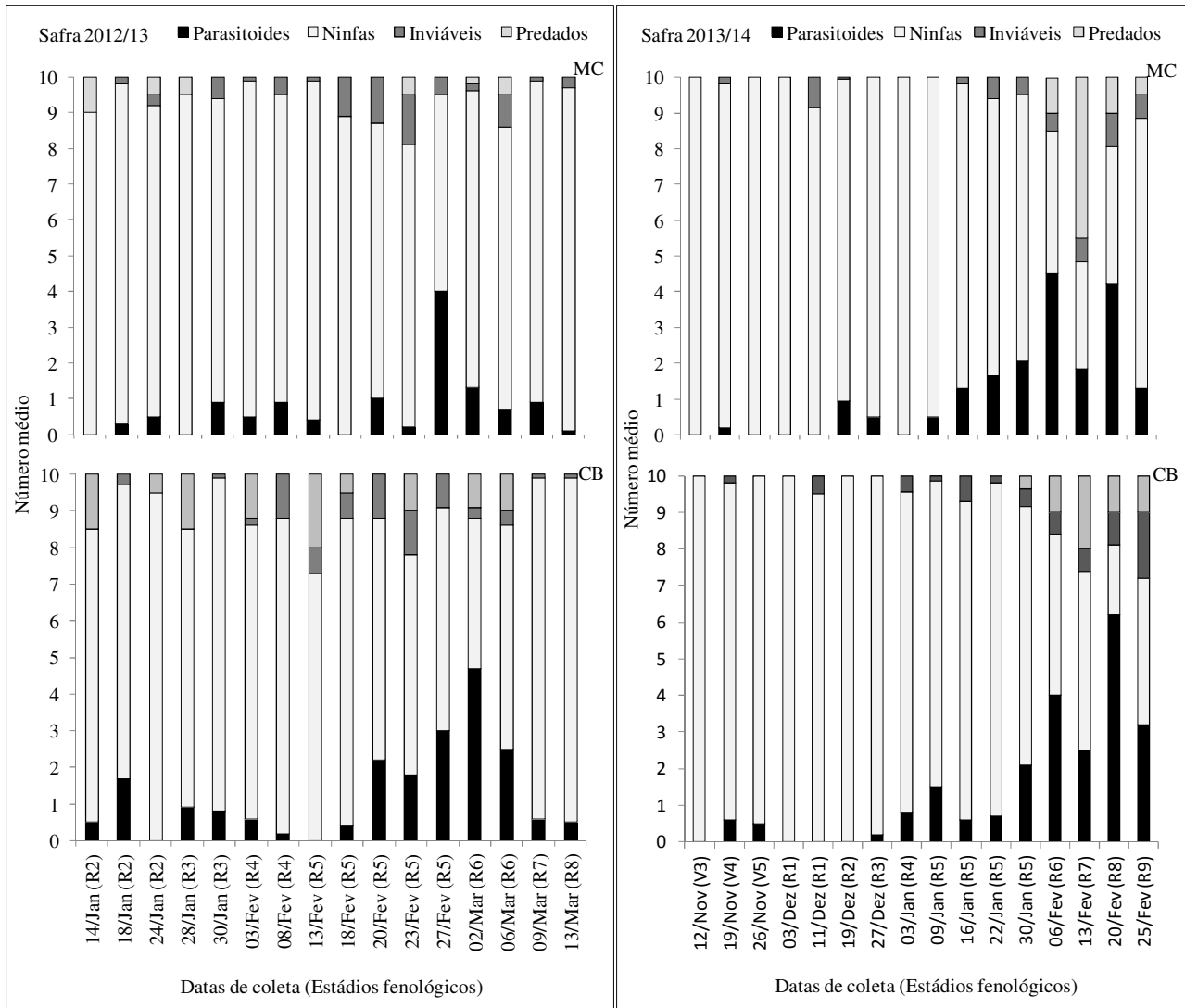


Figura 6: Número médio de ovos que emergiram parasitoides, que continham embrião de ninfas, inviáveis (ausência de emergência) e predados durante a fenologia da soja em duas áreas de manejo de percevejos (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14.

Na safra 2012/13, a área MC recebeu apenas uma aplicação de inseticida para percevejos (R5, 13/Fev) e o parasitismo permaneceu em torno de 10%, atingindo apenas um pico de 42,0% ($\pm 11,04$) em R5 (23/Fev). A porcentagem de parasitismo natural na área CB permaneceu abaixo de 10,0% após 19 dias da liberação de vespas (R3, 30/Jan). Em R5 (20/Fev) o parasitismo atingiu taxas acima de 25,0% até R6 (06/Mar), e no final do ciclo reduziu para 5%. Em ambas as áreas

(CB e MC) o parasitismo apresentou diferença significativa apenas no estágio R6 (02/Mar), em que a área CB atingiu 50,5% ($\pm 10,52$) e a área MC 13,0% ($\pm 6,57$) de parasitismo em ovos de posturas-iscas ($U= 106,0$; $p= 0,011$) (Figura 7).

Na safra 2013/14, após a liberação de vespas na área CB em R3 (27/Dez) e R4 (03/Jan), o parasitismo não passou de 16,0% até o estágio R5 (22/Jan), onde foi realizada outra liberação de vespas, e então o parasitismo permaneceu acima de 26,0%, atingindo um pico de 68,0% ($\pm 8,78$) em R8 (25/Fev). Na área MC, o parasitismo foi semelhante à área CB, com baixos valores até R5 (16/Jan), e, a partir desse estágio, apresentou-se acima de 20,0%, atingindo pico de 50,0% ($\pm 10,00$) em R8 (20/Fev), que logo após uma aplicação de inseticida, caiu para 19,5% ($\pm 8,16$) em R9 (25/Fev), diferindo estatisticamente da área CB ($U= 128,00$; $p= 0,051$) (Figura 8).

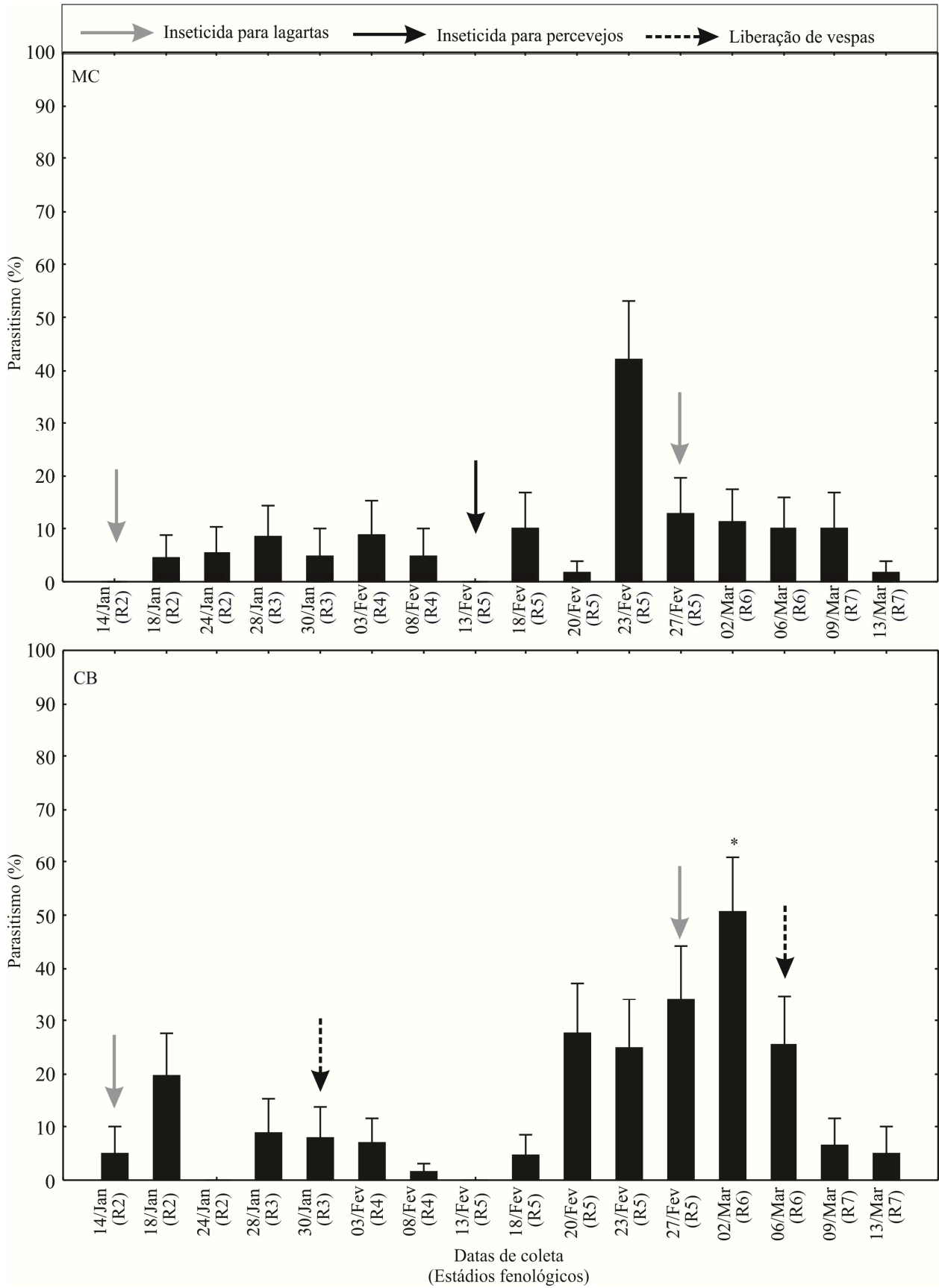


Figura 7: Porcentagem média (\pm EP) de parasitismo nas áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2012/13. O asterisco indica média significativamente diferente entre as áreas pelo teste U.

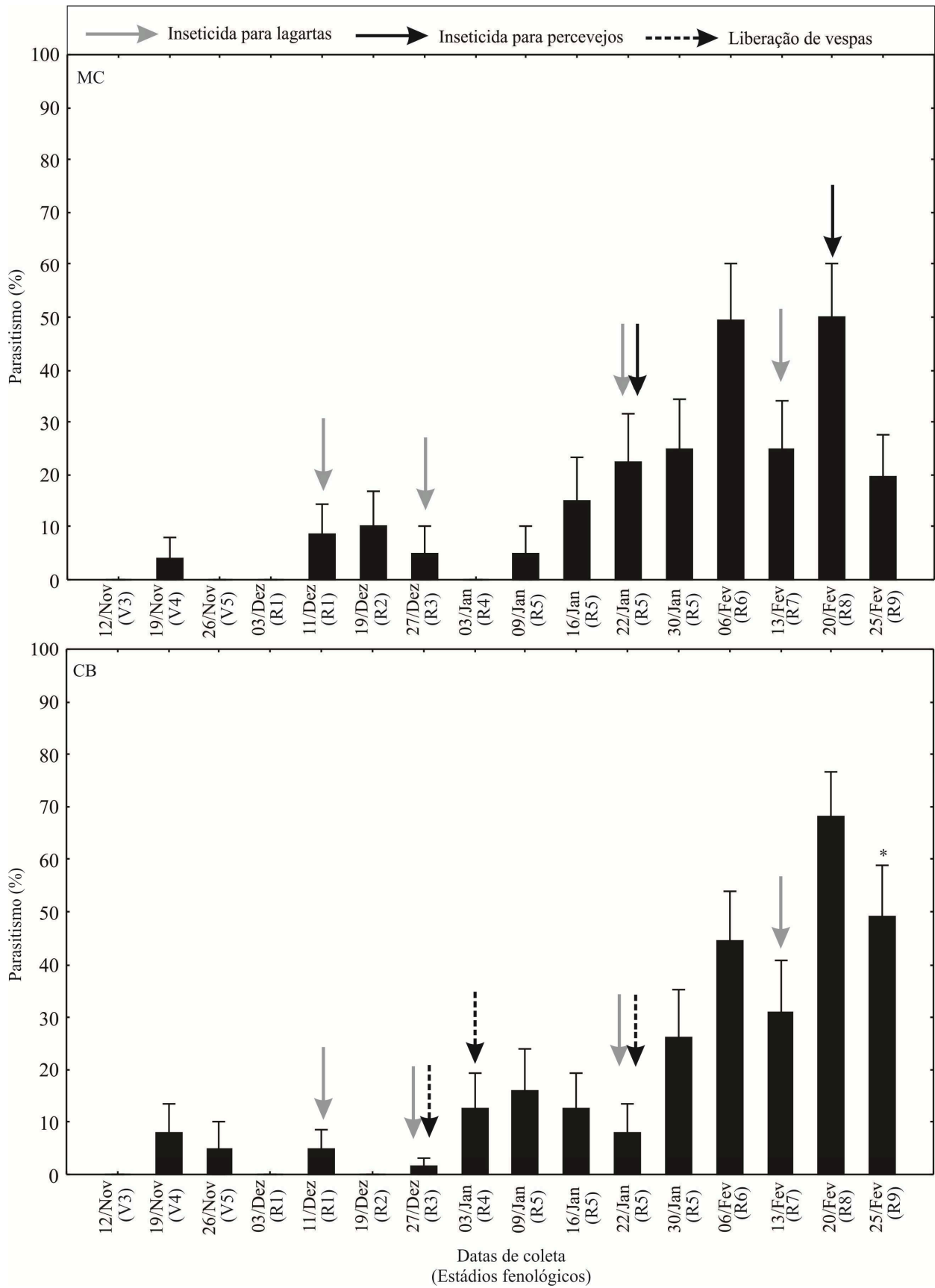


Figura 8: Porcentagem média (\pm EP) de parasitismo nas áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2013/14. O asterisco indica média significativamente diferente entre as áreas pelo teste U.

O número de ovos parasitados até o estágio R6 (06/Fev) da soja foi inferior ao número médio de óvulos de fêmeas de percevejos. O parasitismo começou a aumentar a partir de R5 (22/Jan), mesmo período em que o número de óvulos começava a diminuir (Figura 9). Houve maior número de ovos no interior das fêmeas em R3 (27/Dez) na área MC, o que não influenciou no aumento do parasitismo, pois não houve diferença entre as áreas. Esse fato foi demonstrado pela correlação negativa entre essas variáveis, em que o número de óvulos foi inversamente proporcional ao parasitismo, e a correlação foi significativamente negativa somente na área CB (Figura 10).

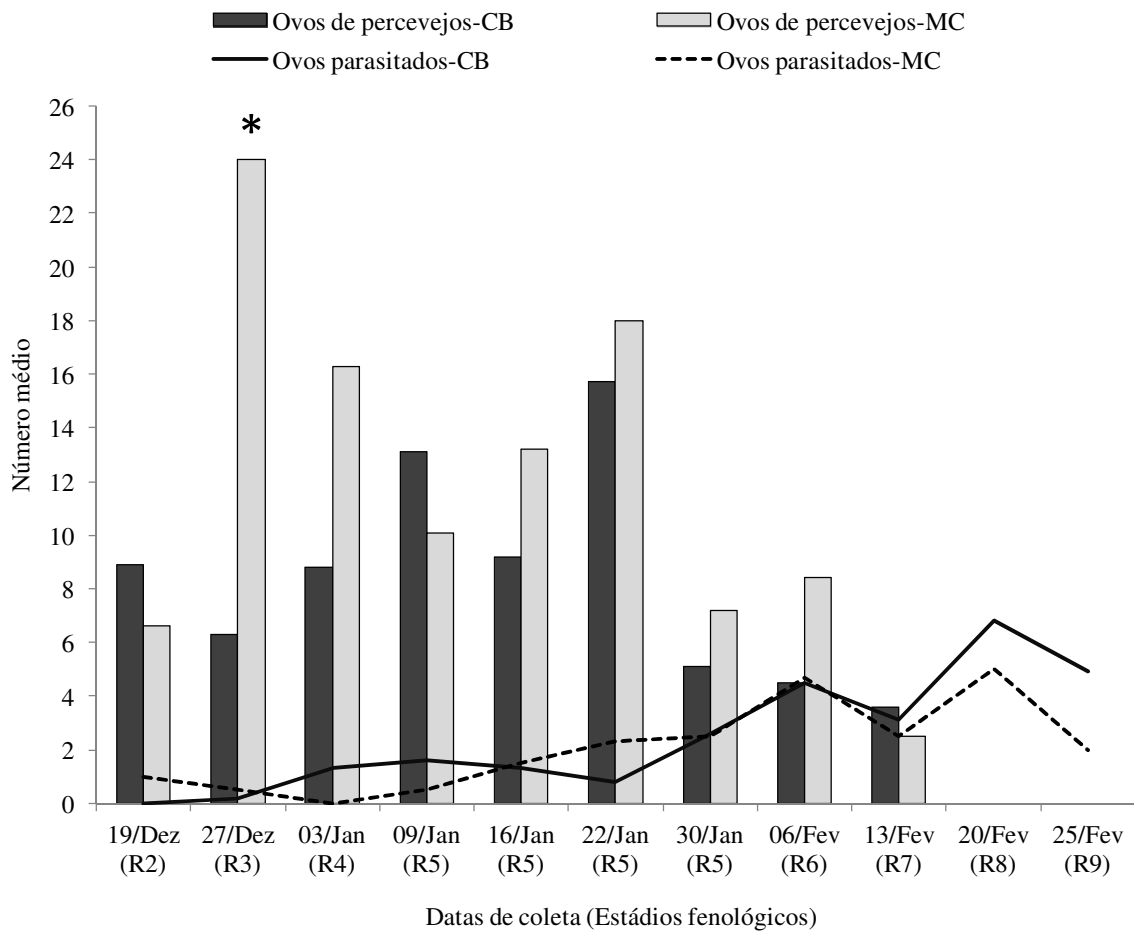


Figura 9: Número médio de ovos de fêmeas de percevejos capturadas manualmente na lavoura e número médio de ovos parasitados em posturas-iscas das áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2013/14. O asterisco indica média de ovos significativamente diferente entre as áreas, pelo teste Mann-Whitney ($U= 20,0$; $p= 0,023$), não houve diferenças significativas entre as médias de ovos parasitados entre as áreas.

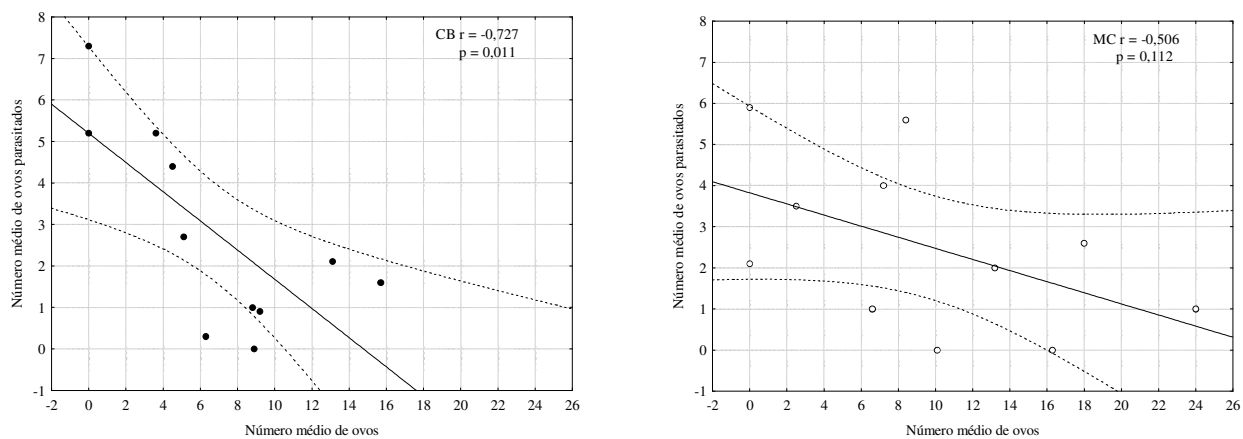


Figura 10: Correlação de Spearman entre o número médio de ovos de fêmeas de *Euschistus heros* e de ovos parasitados por vespas nas áreas de controle biológico (CB) e manejo convencional (MC) durante a fase reprodutiva da soja na safra 2013/14.

Produtividade e danos nos grãos

Nas duas safras a umidade dos grãos e o peso de mil sementes não diferiram entre as áreas (Tabela 4). Na safra 2012/13, os danos de percevejos nas escalas de 1 a 8 e de 6 a 8 foram maiores na área CB comparada à área MC, enquanto que na safra 2013/14 esses danos não diferiram estatisticamente entre as áreas (Tabela 4).

Tabela 4: Umidade média dos grãos (\pm EP), peso (mil sementes) e danos nas sementes (teste de tetrazólio) comparados pelo teste *t*-Student entre dois tipos de manejo de percevejos em lavoura de soja (CB= Controle biológico e MC= Manejo convencional) nas safras 2012/13 e 2013/14

Safra	Parâmetro	CB	MC	<i>t</i>	<i>p</i>
2012/13	Umidade (%)	12,8 \pm 0,27	12,9 \pm 0,22	-0,258	0,799
	Peso (mil sementes)	81,5 \pm 1,07	79,7 \pm 1,22	1,153	0,264
	Escala 1-8	45,0	27,0	-	-
	Escala 6-8	11,0	3,0	-	-
2013/14	Umidade (%)	12,1 \pm 0,29	12,0 \pm 0,16	0,328	0,746
	Peso (mil sementes)	166,7 \pm 1,92	170,0 \pm 2,30	-1,104	0,284
	Escala 1-8	75,5 \pm 5,50	67,0 \pm 17,00	0,476	0,681
	Escala 6-8	5,0 \pm 3,00	5,0 \pm 4,00	0,000	1,000

Discussão

O complexo de percevejos aumentou de uma safra para outra, a maior ocorrência foi de *E. heros*, principal espécie na região centro-oeste do Brasil (Medeiros et al. 1997; Panizzi et al. 2012). As espécies *E. meditabunda*, *D. melacanthus* e *T. perditor* são consideradas de menor importância econômica e foram relatadas em diversas regiões de soja no Brasil (Panizzi et al. 2012). *Chinavia ubica* foi registrada por Panizzi (2002) no estado do Maranhão, e *Acrosternum ubicum* (Schwertner e Grazia, 2007) é considerada praga secundária na soja (Panizzi et al. 2012). As espécies *A. griseus* e *P. albopunctulatus* foram capturadas em armadilhas de feromônio, e tiveram menor ocorrência. A distribuição de *A. griseus* estende-se do sul do Panamá e toda a América do Sul, sendo já registrada no Mato Grosso (Nova Conquista), e considerada praga da cultura do milho, e este é o primeiro registro na soja (Rider e Rolston 1987; Gassen 1996). *Proxys albopunctulatus* foi registrada apenas no estado de São Paulo (Souza et al. 2011), porém não há ocorrência em culturas, sendo este seu primeiro registro em lavoura de soja.

Esse aumento da diversidade de percevejos entre uma safra e outra, principalmente na área CB, possivelmente contribuiu para o aumento na diversidade de parasitoides (Bueno et al. 2012a). Na safra 2013/14, além da espécie predominante *Te. podisi*, houve a ocorrência de *Tr. urichi* e duas espécies de *Ooencyrtus* (Encyrtidae), já relatadas em lavouras de soja no Paraná e no Distrito Federal (Corrêa-Ferreira e Moscardi 1995; Medeiros et al. 1998) e durante a entressafra da soja (crotalária) no Mato Grosso (Golin et al. 2011).

A predominância de *E. heros* nas safras foi um registro importante para o desempenho da espécie de parasitoide liberada (*Te. podisi*), uma vez que é seu hospedeiro preferencial em lavouras de soja no Brasil (Corrêa-Ferreira 1986; Foerster e Queiroz 1990; Corrêa-Ferreira e Moscardi 1995; Pacheco e Corrêa-Ferreira 2000; Medeiros et al. 1997; Venzon et al. 1999; Godoy et al. 2005). Os voláteis liberados por plantas de soja em defesa ao ataque de *E. heros* influenciam o comportamento de procura de *Te. podisi* (Moraes et al. 2005), e esta influência é específica, pois *Te. podisi* responde somente a voláteis liberados pela soja após a herbivoria do percevejo *E. heros* (Lopes et al. 2012). *Telenomus podisi* também é atraído preferencialmente por voláteis liberados pela glândula metatorácica de adultos de *E. heros* e, por ser um parasitoide generalista, é atraído positivamente por compostos defensivos liberados por diversos percevejos (Laumann et al. 2009).

A colonização dos percevejos na soja é uma etapa relevante para o sucesso do estabelecimento das vespas liberadas e, conseqüentemente de sua efetividade no controle de percevejos, como o momento ideal para a liberação das vespas parasitoides (Corrêa-Ferreira e Moscardi 1996). Assim, a utilização de armadilhas de feromônio no manejo com controle biológico

é uma ferramenta importante, pois detecta as primeiras fêmeas na lavoura (Borges et al. 2011). Devido o fato das armadilhas de feromônio terem sido instaladas tardiamente (R3, 30/Jan) na safra 2012/13, estas detectaram de imediato um número elevado de fêmeas de percevejo, e também de ninfas que caíram no pano-de-batida. Com isso, a liberação de 2 mil vespas ha^{-1} nesse estágio fenológico ocorreu tardiamente e, na fase de maturação da soja (R5, 27/Fev) a população de percevejos ultrapassou o nível de dano. A segunda liberação de 5 mil vespas ha^{-1} ao final da maturação da soja foi insuficiente para o controle de percevejos até a colheita. Assim, esta última liberação deveria ter ocorrido no início do estágio R5 (13/Fev), fase em que iniciou o aumento de ninfas na lavoura e que o número médio de adultos estava reduzido. Já na safra seguinte, as vespas foram liberadas no início da chegada dos percevejos na lavoura, registrado pelas armadilhas de feromônio. Corrêa-Ferreira e Moscardi (1996) ressaltam que em liberações antecipadas de parasitoides de ovos, ou seja, quando se inicia a colonização de percevejos na área, e na quantidade de 5 mil vespas ha^{-1} , a população dessa praga se mantém abaixo do nível de dano, não exigindo outras medidas de controle. No entanto, na safra 2013/14, em que foram realizadas as liberações no período recomendado, e nas duas safras, onde o número de vespas liberadas ha^{-1} foi abaixo da recomendada, a população de percevejos aumentou após o período de liberação, e as taxas de parasitismo não foram suficientes para reduzi-la. O aumento do parasitismo, bem como de sua viabilidade, nas fases R5 e R6 na safra 2012/13, e a partir de R6 na safra 2013/14 não foram suficientes para reduzir a população de percevejos, pois o número de ninfas já estava maior do que o de adultos, e acima do nível de dano.

Durante as duas safras, as taxas de parasitismo e o peso de mil sementes foram semelhantes entre o manejo biológico e o manejo químico. Com relação aos níveis populacionais de percevejos, o controle biológico não conseguiu mantê-los abaixo do nível de dano, alcançando maiores índices do que na área do controle químico na safra 2013/14, no entanto, não houve diferença com relação aos danos nas sementes. Em trabalhos de liberação do parasitoide de ovos *Tr. basalis*, os resultados foram promissores com relação à redução da população de percevejos e aos danos nas sementes, em quatro regiões do Triângulo Mineiro, em áreas de 3,5 a 5,0 ha (Venzon et al. 1999). No Paraná, durante quatro safras consecutivas em área de um hectare, foram realizadas de duas a três liberações de *Tr. basalis* em intervalos de 15 dias, totalizando 15 mil vespas ha^{-1} , sendo realizadas no início da colonização dos percevejos (Corrêa-Ferreira e Moscardi 1996). Os resultados desse manejo foram promissores, reduzindo a população de percevejos de forma significativa após as liberações de parasitoides (Corrêa-Ferreira e Moscardi 1996).

Os altos danos ocasionados nos grãos pelos percevejos nas áreas CB e MC nas safras, justificam-se pelo aumento populacional de ninfas e adultos (acima do nível de dano), a partir do

estádio R5, com crescimento até o final do ciclo da soja. Apesar da população de percevejos ter sido estatisticamente maior em R5 (13/Fev) na área MC (safra 2012/13), os danos na área CB foram maiores. Isso pode ser justificado pela quantidade de percevejos em R7 (13/Mar) na área CB, com 8,1 percevejos m^{-1} a mais que na área MC, o que pode ter sido relevante para causar maiores danos nas sementes. Na safra 2013/14, não houve diferença significativa dos danos nas sementes entre as áreas. Apesar das médias de percevejos na área CB terem sido significativamente maiores em quatro estádios fenológicos, a área MC apresentou níveis populacionais de percevejos acima do dano, atingindo 9,4 percevejos m^{-1} R7 (13/Fev). Segundo Musser et al. (2011), os danos de percevejos são significativos até o estágio R7, causando injúrias econômicas quando a população atinge entre 9 e 15 percevejos m^{-1} . Bueno et al. (2011), avaliaram os efeitos de diferentes estratégias de manejo de pragas em cinco áreas de soja (25 x 25 m, com quatro repetições) nos estados de Goiás e do Paraná, onde foram liberados 5 mil *Te. podisi* ha^{-1} no estágio fenológico R3, e obtiveram resultados semelhantes aos registrados no presente trabalho em três das áreas experimentais, tanto nos níveis de percevejos que alcançaram (acima do nível de dano a partir do estágio R5), quanto nos altos danos nas sementes de soja.

O parasitismo inversamente proporcional ao número de ovos por fêmeas durante a safra 2013/14 foi esperado, visto que houve o aumento progressivo da produção de ovos até o estágio R5.3, e posteriormente queda até a colheita da soja, e o oposto ocorreu com o parasitismo, que aumentou após o pico de produção de ovos e que progressivamente cresceu até a colheita. Diversos fatores podem ter influenciado os parasitoides a não se estabelecerem na área após o momento de liberação na fase inicial reprodutiva da soja, como baixa densidade de ovos no campo. Borges et al. (2011) na Região Central do Brasil durante três safras consecutivas, verificaram uma sincronia da maturação fisiológica de fêmeas de percevejos (capturadas em armadilhas de feromônio) com a fenologia da soja, a qual inicia na fase vegetativa (V7), possuindo maior produção de ovos no estágio R5 e reduzindo até o final da maturação da soja, em R7-R8. O aumento de ovos na fase de maturação dos grãos propiciou o aumento do parasitismo tardio, até o final da fase reprodutiva da soja. Outro fator que interfere é o baixo nível populacional de percevejos na lavoura, os quais servem de estímulo às buscas dos parasitoides devido aos voláteis que eles liberam, bem como suas injúrias provocadas nas plantas e a oviposição que as estimulam a liberar outros voláteis, e que também atraem os parasitoides (Colazza et al. 2004; Moraes et al. 2005; Laumann et al. 2009; Michereff et al. 2013). A carência de alimento (pólen e néctar) na área, também é um fator que pode contribuir para a dispersão dos parasitoides, sendo o alimento um fator que aumenta a longevidade e a capacidade reprodutiva de parasitoides (Lewis et al. 1998; Aduba et al. 2013; Orre-Gordon et al. 2013; Salerno et al. 2013; Lu et al. 2014), apesar das vespas terem sido alimentadas antes da

liberação, talvez o alimento na área não tenha sido suficiente para sua permanência, visto que as vespas foram liberadas no final da floração e início da formação das vagens.

Além desses fatores, a quantidade de parasitoides liberados (5 mil ha⁻¹) também agrega importância (Corrêa-Ferreira 1993). Nas áreas CB, a quantidade de vespas liberadas inicialmente na cultura foi abaixo da sugerida, e isso ocorreu devido ao parasitismo reduzido em ovos que haviam sido preservados em nitrogênio líquido por até 12 meses. A baixa taxa de emergência de *Tr. basalis* liberados na lavoura também foi registrado por Venzon et al. (1999), a partir de ovos de *N. viridula* congelados em freezer (-15° C). Em contrapartida, Corrêa-Ferreira e Moscardi (1993), Corrêa-Ferreira e Oliveira, (1998) e Albuquerque et al. (2000) obtiveram resultados promissores no parasitismo por *Tr. basalis* em ovos *N. viridula* armazenados em nitrogênio líquido. Favetti et al. (2014) testaram ovos de *E. heros* preservados por até 6 meses em nitrogênio líquido e verificaram altas porcentagens de parasitismo e emergência de *Te. podisi*, porém, a viabilidade de ovos armazenados por até 12 meses não foi avaliada. Outra alternativa de estocagem foi desenvolvida por Foerster et al. (2004), com a fase de pupa de *Te. podisi* a 15°C, no entanto a emergência foi de 60%, considerada baixa. Posteriormente, Foerster e Doetzer (2006) avaliaram a estocagem da fase adulta em baixas temperaturas (15 e 18°C), depois que o seu desenvolvimento imaturo tinha sido a 18 ou 25°C, porém verificaram baixa fecundidade em *Te. podisi*.

Como os resultados de estocagem das fases de pupa e adulta de *Te. podisi* não foram promissores, há necessidade de outros estudos que viabilizem a produção massal desse parasitoide, como também de trabalhos em nível de campo com diferentes densidades de parasitoides e número de liberações. Segundo Crowder (2007), a efetividade do controle biológico não depende necessariamente do número de inimigos naturais liberados; o sucesso fundamental pode depender do estabelecimento dos agentes que são liberados em sincronia com o hospedeiro. A utilização de voláteis sintéticos que atraiam os parasitoides para a área (Khan et al. 2008; Simpson et al. 2011), pode contribuir para o sucesso do controle biológico em larga escala, como é o caso do Estado do Mato Grosso, maior produtor de soja do Brasil.

Conclusões

Os trabalhos de liberação de *Te. podisi* para o controle de *E. heros* durante duas safras de soja em área de 24 ha no Mato Grosso, não alcançaram sucesso efetivo no combate a essa praga, devido principalmente às liberações tardias e ao número reduzido de vespas liberadas ha⁻¹, visto que as taxas de parasitismo aumentaram tardiamente, ou seja, quando as populações de percevejos (ninfas e adultos) estavam altas, provocando elevados níveis de danos nos grãos. O mesmo foi encontrado

para o manejo convencional (químico), onde as aplicações para percevejos foram realizadas tardiamente, após ter sido atingido o nível de dano.

Agradecimentos

À FAPEMAT (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso) pelo suporte financeiro ao autor e ao projeto, ao REPENSA (Rede Nacional de Pesquisa em Agrobiodiversidade e Sustentabilidade Agropecuária) pelo apoio financeiro ao projeto, ao CPEDA/UNEMAT pelo suporte técnico e logístico, ao Grupo Franciosi pela cedência da área de estudo e apoio logístico, ao Dr. Norman Johnson, do Museum of Biological Diversity de Ohio, e ao Dr. Valmir Antonio Costa do Instituto Biológico, pela identificação dos parasitoides e à Dr. Jocelia Grazia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela identificação dos percevejos.

Referências

- Aduba OL, Olson DM, Ruberson JR, Hartel PG, Potter TL. 2013. Flowering plant effects on adults of the stink bug parasitoid *Aridelus rufotestaceus* (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control* 67: 344-349.
- Albuquerque FA, Lima SSL, Zabini AV, Pattaro FC, Borges LM. 2000. Viabilidade de ovos de *Nezara viridula* (L.) armazenados a baixas temperaturas para o parasitismo por *Trissolcus basalus* (Woll.). *Acta Scientiarum* 22: 963-967.
- Bartlett, M.S. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London Series A* 160: 268-282.
- Borges M, Schmidt FGV, Sujii ER, Medeiros MA, Mori K, Zarbin PHG, Ferreira JTB. 1998. Field responses of stink bugs to the natural and synthetic pheromone of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). *Physiological Entomology* 23: 202-207.
- Borges M, Moraes MCB, Peixoto MF, Pires CSS, Sujii ER, Laumann RA. 2011. Monitoring the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) with pheromone-baited traps in soybean fields. *Journal of Applied Entomology* 135: 68-80.
- Bueno AF, Batistela MJ, Bueno RCOF, França-Neto JB, Nishikawa MAN, Filho AL. 2011. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. *Crop Protection* 30: 937-945.
- Bueno AF, Corrêa-Ferreira BS, Moscardi F, Bueno RCOF. 2012a. Inimigos naturais das pragas da soja. In: Hoffmann-Campo CB, Corrêa-Ferreira BS, Moscardi F Editors. *Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. pp. 493-630. Brasília, DF: Embrapa.
- Bueno AF, Panizzi AR, Corrêa-Ferreira BS, Hoffmann-Campo CB, Sosa-Gómez DR, Gazzoni DL, Hirose E, Moscardi F, Corso IC, Oliveira LJ, Roggia S. 2012b. Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: Hoffmann-Campo CB, Corrêa-Ferreira BS, Moscardi F

Editors. *Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. pp. 37-74. Brasília, DF: Embrapa.

Cloyd R. Indirect effects of pesticides on natural enemies. 2012. In: Soundararajan RP Editor. *Pesticides: Advances in chemical and botanical pesticides*. pp. 127-150. InTech.

Colazza S, Mcelfresh JS, Millar JG. 2004. Identification of volatile synomones, induced by *Nezara viridula* feeding and oviposition on bean spp., that attract the egg parasitoid *Trissolcus basal*s. *Journal of Chemical Ecology* 30: 945-964.

Conab – Companhia de Abastecimento. 2014. *Acompanhamento de safra brasileira: Grãos, Sétimo levantamento*, Disponível online: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_14_11_56_28_boletim_graos_abril_2014.pdf>.

Costa MLM, Borges M, Vilela EF, Marco JR P, Lima ER. 2000. Effect of stereoisomers of the main component of the sex pheromone of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) in the attractiveness of females. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 413-422.

Corrêa-Ferreira BS. 1986. Ocorrência natural do complexo de parasitoides de ovos de percevejos da soja no Paraná. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 15: 189-199.

Corrêa-Ferreira BS. 1993. *Utilização de parasitoides de ovos Trissolcus basal*s (Wollaston) no controle de percevejos da soja. Londrina: Embrapa Soja.

Corrêa-Ferreira BS, Moscardi F. 1993. Técnicas de armazenamento de ovos do percevejo-verde visando à multiplicação do parasitoide *Trissolcus basal*s (Wollaston). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28: 1247-1253.

Corrêa-Ferreira BS, Moscardi F. 1995. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. *Biological control* 5: 196-202.

Corrêa-Ferreira BS, Moscardi F. 1996. Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basal*s. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 79: 1-7.

Corrêa-Ferreira BS, Oliveira MCN. 1998. Viability of *Nezara viridula* (L.) eggs for parasitism by *Trissolcus basal*s (Woll.), under different storage techniques in liquid nitrogen. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27: 101-107.

Corrêa-Ferreira BS, Domit LA, Morales L, Guimarães RC. 2000. Integrated soybean pest management in micro river basins in Brazil. *Integrated Pest Management Reviews* 5: 75-80.

Corrêa-Ferreira BS, Peres WAA. 2003. Uso dos parasitoides no manejo dos percevejos-pragas da soja. In: Corrêa-Ferreira BS Organizer. *Soja orgânica: alternativas para o manejo dos insetos-pragas*. pp. 33-45. Londrina: Embrapa Soja.

Costa MLM, Borges M, Vilela EF, Marco Jr P, Lima ER. 2000. Effect of stereoisomers of the main component of the sex pheromone of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) in the attractiveness of females. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 413-422.

Crowder DW. 2007. Impact of release rates on the effectiveness of augmentative biological control agents. *Journal of Insect Science* v.7: 1-11.

- Favetti BM, Butnariu AR, Doetzer AK. 2014. Storage of *Euschistus heros* eggs (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) in liquid nitrogen for parasitization by *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastridae). *Neotropical Entomology* 43: 291-293.
- Fehr WR, Caviness CE, Burmood DT, Pennington JS. 1971. Stage of development description for soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). *Crop Science* Madison 11: 929-931.
- Foerster LA, Queiróz JM. 1990. Incidência natural de parasitismo em ovos de pentatomídeos da soja no Centro-Sul do Paraná. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 19: 221-232.
- Foerster LA, Doetzer AK, Castro LCF. 2004. Emergence, longevity and fecundity of *Trissolcus basalis* and *Telenomus podisi* after cold storage in the pupal stage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39: 841-845.
- Foerster LA, Doetzer AK. 2006. Cold storage of the egg parasitoids *Trissolcus basalis* (Wollaston) and *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). *Biological Control* 36: 232-237.
- França-Neto JB, Krzyzanowski FC, Costa NP. 1998. *O teste de tetrazólio em sementes de soja*. Embrapa-CNPSo, Londrina (Documentos, 116).
- Gassen DN. 1996. *Manejo de pragas associadas à cultura do milho*. Passo Fundo: Aldeia Norte.
- Gazzoni DL. 2012. Perspectivas do manejo de pragas. In: Hoffmann-Campo CB, Corrêa-Ferreira BS, Moscardi F Editors. *Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. pp. 789-829. Brasília, DF: Embrapa.
- Gill HK, Garg H. 2014. Pesticides: Environmental impacts and management strategies. In: Larramendy ML, Soloneski L Editors. *Pesticides: Toxic aspects*. pp. 187-230. InTech.
- Godoy KB, Galli JC, Ávila CJ. 2005. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. *Ciência Rural* 35: 455-458.
- Golin V, Loiacono MS, Margaría CB, Aquino DA. 2011. Natural Incidence of Egg Parasitoids of *Edessa meditabunda* F. (Hemiptera: Pentatomidae) on *Crotalaria spectabilis* in Campo Novo do Parecis, MT, Brazil. *Neotropical Entomology* 40: 617-618.
- Khan ZR, James DG, Midega CAO, Pickett JA. 2008. Chemical ecology and conservation biological control. *Biological Control* 45: 210-224.
- Knight KMM, Gurr GM. 2007. Review of *Nezara viridula* (L.) management strategies and potential for IPM in field crops with emphasis on Australia. *Crop Protection* 26: 1-10.
- Laumann RA, Aquino MF, Moraes MC, Pareja M, Borges M. 2009. Response of the egg parasitoids *Trissolcus basalis* and *Telenomus podisi* to compounds from defensive secretions of stink bugs. *Journal of Chemical Ecology* 35: 8-19.
- Lenteren JC van. 2009. Critérios de seleção de inimigos naturais. In: Bueno VHP Editors. *Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade*. pp 11-32. Lavras: Editora UFLA.
- Lewis WJ, Stapel JO, Cortesero AM, Takasu K. 1998. Understanding how parasitoids balance food and host needs: Importance to biological control. *Biological Control* 11: 175-183.

- Lopes APS, Diniz IR, Moraes MCB, Borges M, Laumann RA. 2012. Defesas induzidas por herbivoria e interações específicas no sistema tritrófico soja-percevejos-parasitoides de ovos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47: 875-878.
- Lu ZX, Zhu PY, Gurr GM, Zheng XS, Read DMY, Heong KL, Yang YJ, Xu HX. 2014. Mechanisms for flowering plants to benefit arthropod natural enemies of insect pests: Prospects for enhanced use in agriculture. *Insect Science* 21: 1-12.
- Medeiros MA, Schimidt FVG, Loiacono MS, Carvalho VF, Borges M. 1997. Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 26: 397-401.
- Medeiros MA, Loiacono MS, Borges M, Schmidt FVG. 1998. Incidência natural de parasitoides em ovos de percevejos (Hemiptera; Pentatomidae) encontrados na soja no distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33: 1431-1435.
- Michereff MFF, Borges M, Laumann RA, Diniz IR, Moraes MCB. 2013. Influence of volatile compounds from herbivore-damaged soybean plants on searching behavior of the egg parasitoid *Telenomus podisi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 147: 9-17.
- Moraes MCB, Laumann RA, Sujii ER, Pires C, Borges M. 2005. Induced volatiles in soybean and pigeon pea plants artificially infested with the neotropical stink bug, *Euschistus heros*, and their effect on the egg parasitoid, *Telenomus podisi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 115: 227-237.
- Musser FR, Catchot AL, Gibson BK, Knighten KS. 2011. Economic injury levels for southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in R7 growth stage soybeans. *Crop Protection* 30: 63-69.
- Orre-Gordon GUS, Wratten SD, Jonsson M, Simpson M, Hale R. 2013. 'Attract and reward': Combining a herbivore-induced plant volatile with floral resource supplementation - Multi-trophic level effects. *Biological Control* 64:106-115.
- Pacheco DJP, Corrêa-Ferreira SB. 2000. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 295-302.
- Panizzi AR 2002. Stink bugs on soybean in northeastern Brazil and a new record on the southern green stink bug, *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology* 31: 331-332.
- Panizzi AR, Bueno AF, Silva FAC. 2012. Insetos que atacam vagens e grãos. In: Hoffmann-Campo CB, Corrêa-Ferreira BS, Moscardi F Editors. *Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. pp 335-420. Brasília, DF: Embrapa.
- Rider DA, Rolston LH. 1987. Review of the genus *Agroecus* Dallas, with the description of a new species (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of the New York Entomological Society* 95: 428-439.
- Salerno G, De Santis F, Iacovone A, Bin F, Conti E. 2013. Short-range cues mediate parasitoid searching behavior on maize: The role of oviposition-induced plant synomones. *Biological Control* 64: 247-254.

- Sánchez-Bayo F. 2012. Ecological impacts of insecticides. In: Perveen F Editor. *Insecticides: Advances in integrated pest management*. pp 61-90. InTech.
- Schwertner CF, Grazia J. 2007. O gênero *Chinavia* Orian (Hemiptera, Pentatomidae, Pentatominae) no Brasil, com chave pictórica para os adultos. *Revista Brasileira de Entomologia* 51: 416-435.
- Shapiro SS, Wilk MB. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52: 591-611.
- Simpson M, Gurr GM, Simmons AT, Wratten SD, James DG, Leeson G, Nicol HI. 2011. Insect attraction to synthetic herbivore-induced plant volatile-treated field crops. *Agricultural and Forest Entomology* 13: 45-57.
- Sosa-Gómez DR, Corso IC, Morales L. 2001. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.). *Neotropical Entomology* 30: 317-320.
- Sosa-Gómez DR, Silva JJ. 2010. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45: 767-769.
- Souza HV, Murakami AS, Moura J, Almeida EC, Marques IFG, Itoyama, MM. 2011. Comparative analysis of the testes and spermatogenesis in species of the family Pentatomidae (Heteroptera). *European Journal of Entomology* 108: 333-345.
- Statsoft. 2001. *Statistica per Windows, User's Manual*. StatSoft Italia, Vigonza, Padova, Italy.
- Sujii ER, Pires CSS, Schmidt FGV, Armando MS, Borges MM, Carneiro RG, Valle JCV. 2002. Controle biológico de insetos-praga na soja orgânica do Distrito Federal. *Cadernos de Ciência & Tecnologia* 19: 299-312.
- Stürmer GR, Filho AC, Stefanelo LS, Guedes JVC. 2012. Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja. *Ciência Rural* 42: 2105-2111.
- Venzon M, Ripposati JG, Ferreira JAM, Viríssimo JH. 1999. Controle biológico de percevejos-da-soja no Triângulo Mineiro. *Ciência e Agrotécnica* 23: 70-78.

EPÍLOGO

A presente tese abordou quatro temas importantes para o manejo integrado do percevejo marrom em lavoura de soja no estado de Mato Grosso, como a flutuação populacional de percevejos fitófagos e seus principais parasitoides de ovos; o estudo da capacidade reprodutiva das espécies de parasitoides *T. podisi* e *T. urichi* encontrados no Estado; a toxicidade de inseticidas e de misturas destes com fungicida, comumente utilizados em lavouras de soja sobre *T. podisi*; e a viabilidade do controle biológico através de liberações inoculativas do parasitoide de ovos *T. podisi*, em comparação ao manejo convencional (químico).

Verificou-se nesse estudo, que a flutuação de percevejos *E. heros* e os níveis de parasitismo em seus ovos por *T. podisi*, sob o manejo químico, indicaram uma correlação positiva entre as variáveis. Para outros Estados brasileiros, a relação entre essas curvas também foram semelhantes.

O parasitismo alcançou altos índices (acima de 40%), no manejo convencional de percevejos nas safras de soja, apesar das aplicações de inseticidas de alta toxicidade (neurotóxicos). Fato que demonstra sua sobrevivência frente aos inseticidas, devido à preservação de seus imaturos no interior do ovo hospedeiro.

A despeito da utilização de inseticida neurotóxico, sua redução ao longo das safras contribuiu para o aumento da diversidade de percevejos e de seus parasitoides de ovos, favorecendo o equilíbrio nesse meio.

Nas avaliações de seletividade em laboratório, verificou-se que os inseticidas neurotóxicos, bem como a mistura de inseticida regulador de crescimento com fungicida, interferiram negativamente na multiplicação de *T. podisi*.

Em relação ao manejo biológico, verificou-se que as liberações de *T. podisi*, realizadas nesse estudo para o controle de *E. heros*, foram insuficientes para suprimir a população de percevejos, uma vez que a quantidade de vespas liberada foi inferior à preconizada para esse inimigo natural (5 mil ha⁻¹), devido à baixa taxa de parasitismo decorrente da estocagem dos ovos em nitrogênio líquido, por até 12 meses.

Embora o controle biológico não tenha apresentado resultados superiores ao manejo químico, a produtividade e os danos de percevejos nas sementes foram semelhantes, porém com duas aplicações a menos de inseticidas em relação ao manejo

químico (safra 2013/14), o que representa, além da redução de custos, a possibilidade de sobrevivência de todo o complexo de inimigos naturais.

Naturalmente, a supressão de *E. heros* no campo é realizada por diversas espécies de parasitoides de ovos, e na área avaliada o segundo parasitoide ocorrente foi *T. urichi*. Frente a isso, essa espécie foi estudada em laboratório, onde se obtiveram indicativos biológicos que sugerem seu potencial no controle de *E. heros*.

Há necessidade de trabalhos de semi-campo e campo que visem o manejo integrado de pragas, utilizando *T. podisi* e *T. urichi* e inseticidas menos tóxicos a esses parasitoides.