

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

Táticas integradas ao controle biológico no manejo de lagartas
desfolhadoras e do percevejo-marrom na soja

Suélen Cristina da Silva Moreira

Dourados-MS
Outubro de 2020

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Suélen Cristina da Silva Moreira

TÁTICAS INTEGRADAS AO CONTROLE BIOLÓGICO NO
MANEJO DE LAGARTAS DESFOLHADORAS E DO
PERCEVEJO-MARROM NA SOJA

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Harley Nonato de Oliveira
Coorientador: Crébio José Ávila

Dourados-MS
Outubro de 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M838t Moreira, Suelen Cristina Da Silva

Táticas integradas ao controle biológico no manejo de lagartas desfolhadoras e do percevejo-marrom na soja [recurso eletrônico] / Suelen Cristina Da Silva Moreira. -- 2020.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Harley Nonato de Oliveira.

Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Euschistus heros. 2. Trichogramma pretiosum. 3. Telenomus podisi. 4. controle biológico. 5. controle químico. I. Oliveira, Harley Nonato De. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

"TÁTICAS INTEGRADAS AO CONTROLE BIOLÓGICO NO MANEJO DE LAGARTAS
DESFOLHADORAS E DO PERCEVEJO MARROM NA SOJA"

Por

SUÉLEN CRISTINA DA SILVA MOREIRA

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



Dr. Harley Nonato de Oliveira
Orientador/Presidente – Embrapa

Participação remota

Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Membro Titular – UFGD

Participação remota

Dr. José Fernando Jurca Grigolli
Membro Titular – Famiva Pesquisa e Soluções Agrícolas

Participação remota

Dr. Rodrigo Arroyo Garcia
Membro Titular – Embrapa

Participação remota

Dr.^a Ivana Fernandes da Silva
Membro Titular – UFGD

Aprovada em: 22 de outubro de 2020.

Biografia do Acadêmico

Suélen Cristina da Silva Moreira, natural de Ivinhema-MS, nascida no dia 13 de abril de 1990, filha de Eurides Moreira dos Santos e Sueli Regina Alves da Silva Moreira. Coursou o ensino fundamental na escola Municipal Professor João de Lima Paes, parte do ensino médio na escola Estadual Nair Palácio de Souza, concluindo o ensino médio na escola Estadual Austrílio Capilé Castro, no Município de Nova Andradina-MS. É Biotecnologista pela Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD, Dourados, MS (2009-2014). Nesse mesmo período, realizou estágio obrigatório e extracurricular na EMBRAPA/Agropecuária Oeste, Dourados, MS, (2012-2015). Coursou o Mestrado (2015-2017) e Doutorado (2017-2020) em Entomologia e conservação da Biodiversidade também na UFGD, conduzindo os projetos de pesquisa para obtenção dos títulos de Mestre e Doutora também na EMBRAPA/CPAO.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me dar forças nos momentos difíceis e saúde para prosseguir nessa jornada.

À minha família, em especial aos meus pais Eurides e Sueli, pela minha educação e pelo esforço que fizeram para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu Orientador Dr. Harley Nonato de Oliveira pelos sábios ensinamentos.

Ao meu Coorientador Dr. Crébio José Ávila pela intensa colaboração e pela amizade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados, juntamente com todos os professores, funcionários e alunos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de mestrado.

À Embrapa Agropecuária Oeste e a todos os seus funcionários pelo apoio na condução dos experimentos

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento de Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul pelo financiamento do projeto.

À amiga e profissional Dr^a. Ivana Fernandes da Silva que não mediu esforços para auxiliar na submissão e publicação dos artigos relacionados a minha Dissertação e Tese

À Koppert do Brasil pelo fornecimento dos parasitoides em especial ao Marcelino Borges, Coordenador de Desenvolvimento de Mercado Agrônomo, pela parceria na realização dos ensaios

À empresa Bio Controle pelo fornecimento das armadilhas e dos feromônios

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho

Muito obrigada!!!!

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Eurides Moreira dos Santos e Sueli Regina Alves da Silva Moreira.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	8
GENERAL ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO GERAL	12
OBJETIVO GERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
REFERÊNCIAS	14
CÁPITULO I. Táticas integradas ao controle biológico no manejo de lagartas desfolhadoras na soja	17
RESUMO	17
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODO	20
RESULTADO	21
DISCUSSÃO	27
CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO II. Táticas integradas ao controle biológico no manejo do percevejo-marrom na soja	36
RESUMO	36
INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODO	40
RESULTADO	41
DISCUSSÃO	46
CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	52
CAPÍTULO III. Como diminuir o uso de inseticidas químicos para o controle do percevejo-marrom em soja?	56
RESUMO	56
INTRODUÇÃO	57
MATERIAL E MÉTODO	58
RESULTADO	59

DISCUSSÃO	60
CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS	63
ANEXOS	64
	66

Táticas integradas ao controle biológico no manejo de lagartas desfolhadoras e do percevejo-marrom na soja

RESUMO GERAL: Lagartas desfolhadoras ao lado dos percevejos pentatomídeos fitófagos são as pragas mais importantes da cultura da soja. O controle químico tem sido a prática mais utilizada para manejo desses insetos-pragas na cultura. Porém, a adoção do controle biológico de pragas na agricultura pode diminuir a quantidade de pesticidas utilizados no ambiente, contribuir para o manejo da resistência desses grupos de insetos aos inseticidas além de favorecer a população de inimigos naturais. Esse trabalho teve como objetivo realizar o manejo de lagartas desfolhadoras e do percevejo *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) com ênfase no controle biológico. O estudo foi conduzido durante duas safras de soja (2017/2018, 2018/2019). Na primeira safra foram realizadas três liberações de 125 mil parasitoides de ovos/ha da espécie *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de lagartas. Na mesma área foram também realizadas três liberações do parasitoide de ovos da espécie *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) na quantidade de 10 mil parasitoides/ha, para controle do percevejo-marrom na cultura. O manejo químico para controle de lagartas foi realizado com uma aplicação de inseticida (tiodicarbe 160g i.a./ha), enquanto para o manejo de percevejos foram realizadas duas aplicações de inseticidas acefato (970g i.a./ha) e tiametoxam (28,2g i.a/ha) + lambdacialotrina (21,2g i.a./ha). Na segunda safra, acrescentaram-se, dois tratamentos, sendo um com três liberações de 5 mil *T. podisi* por hectare, e outro com a inclusão de uma cultivar tolerante a percevejos (BRS 543 RR), em associação com liberações de 10 mil parasitoides/ha, da espécie *T. podisi*, visando reduzir o número de aplicações de inseticidas para o controle do percevejo-marrom em soja. As pulverizações somente foram realizadas quando os níveis de ação das pragas foram atingidos. A população de lagartas e do percevejos-marrom nos diferentes tratamentos foi monitorada, semanalmente, utilizando-se o pano de batida. O parasitismo de ovos de *E. heros*, foi quantificado através da coleta de posturas do percevejo na cultura apenas na safra 2018/2019. Em adição, foram instaladas na área de controle biológico armadilhas do tipo Delta contendo septos de feromônios das espécies *Helicoverpa armigera* (Hubner), *Spodoptera frugiperda* (Smith) e *Chrysodeixis includens* (Walker), visando a sinalização do início da infestação destas espécies para realizar as liberações de *T. pretiosum*. Ao final do ciclo da cultura colheu-se a soja produzida para realizar o teste de tetrazólio para avaliar os danos causados nas sementes por percevejos. O custo do controle químico de lagartas e do percevejo foi também comparado ao custo do

controle biológico. Três liberações de *T. pretiosum* foram eficazes e a população de lagartas não atingiu o nível de ação em ambas as safras em que o estudo foi conduzido. As liberações de *T. pretiosum*, apresentou mesma eficiência da intervenção química para o controle de lagartas desfolhadoras. Já as liberações de *T. podisi* na quantidade de 10.000 parasitoides/ha possibilitou manter a população de percevejo-marrom abaixo dos níveis de controle por um maior período de tempo, em relação à dose de 5.000 parasitoides/ha. A percentagem de parasitismo de ovos de *E. heros*, foi semelhante em ambos os tratamentos de controle biológico, porém, superior ao observado na área de controle químico. A qualidade das sementes produzidas foi inferior nas áreas de controle biológico em comparação ao controle químico com base nos parâmetros analisados pelo teste de tetrazólio. Todavia, o controle biológico do percevejo *E. heros*, utilizado de forma isolada, não foi eficaz para manter a sua população abaixo do nível de controle até o final da fase reprodutiva da soja e uma aplicação de inseticida deveria ter sido realizada a fim de evitar os danos causados nos grãos. Porém a associação das duas táticas de controle (cultivar tolerante e controle biológico), possibilitou produzir soja sem a necessidade de aplicação de inseticida químico para controle do percevejo-marrom. O custo com controle químico foi mais econômico, em relação ao controle biológico, quando as aplicações de inseticidas foram pautadas nos níveis de controle, seguindo as premissas do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

PALAVRAS-CHAVE: *Euschistus heros*, *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus podisi*, controle biológico, controle químico

Integrated tactics for biological control in the management of defoliating caterpillars and the brown stink bug in soybean

GENERAL ABSTRACT: Defoliating caterpillars beside the phytophagous pentatomid stink bugs are the most important pests in soybean culture. Chemical control has been the most used practice for the management of these insect pest in culture. However, the adoption of biological pest control in agriculture can decrease the amount of pesticides used in the environment, contribute to the management of the resistance of these groups of insects to insecticides in addition to favoring the population of natural enemies. This work aimed to manage the defoliating caterpillars and the stink bug *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) with an emphasis on biological control. The study was conducted during two soybean crops (2017/2018, 2018/2019). In the first season, three releases of 125 thousand parasitoids of eggs/ha of the species *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) were carried out to control caterpillars. In the same area, three releases of parasitoid from eggs of the species *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) were also carried out in the amount of 10.000 parasitoids/ha, to control the brown stink bug in the crop. The chemical management for control of caterpillars was carried out with an application of insecticide (thiodicarb 160g i.a./ha), while for the management of stink bug two applications of insecticides acefato (970g i.a./ha) and tiametoxam (28.2g i.a./ha) + lambda-cyhalothrin (21.2g i.a./ha). In the second season, two treatments were added, one with three releases of 5.000 *T. podisi* per hectare, and the other with the inclusion of a stink bug tolerant cultivar (BRS 543 RR), in association with releases of 10.000 parasitoids/ha of the species *T. podisi* aiming to reduce the number of insecticide applications for the control of stink bugs in soybean. Spraying was only carried out when the action levels of the pests were reached. The population of caterpillars and stink bugs in the treatments was monitored, weekly, using the tapping cloth. The parasitism of *E. heros* eggs was quantified through the collection of stink bug postures in the crop only in the 2018/2019. In addition, delta-type traps containing pheromone of the species *Helicoverpa armigera* (Hubner), *Spodoptera frugiperda* (Smith) and *Chrysodeixis includens* (Walker) were installed on the biological control area, aiming at signaling the beginning of the infestation of these species to carry out the releases of *T. pretiosum*. At the end of the crop cycle, the soybean produced to perform the tetrazolium test were collected to assess the damage caused to the seeds by stink bug. The cost of chemical control of caterpillars and stink bugs was also compared to the cost of biological control. Three releases of *T. pretiosum* were effective and the caterpillar population did not reach the action level in both seasons in each the study was conducted. The *T.*

pretiosum releases showed the same efficiency as the chemical intervention for the control of defoliating caterpillars. The release of *T. podisi* in the amount of 10.000 parasitoids/ha made it possible to keep the stink bug population below the control levels for a longer period of time, then the dose of 5.000 parasitoids/ha. The percentage of parasitism of *E. heros* eggs was similar in both biological control treatments, however, higher than that observed in the chemical control area. The quality of the seeds produced was lower in the areas of biological control compared to chemical control based on the parameters analyzed by the tetrazolium test. However, the biological control of the *E. heros*, used in isolation, was not effective in keeping its population below the control level until the end of the soybean reproductive phase and an insecticide application should have been carried out in order to avoid damage to the grains. However, the association of the two control tactics (tolerant cultivar and biological control), made it possible to produce soybeans without the need for chemical insecticide to control the brown stink bug. The cost of chemical control was more economical, compared to biological control, when insecticide applications were based on control levels, following the premises of Integrated Pest Management.

KEY-WORDS: *Euschistus heros*, *Trichogramma pretiosum*, *Telenomus podisi*, biological control, chemical control

INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja *Glycine max* (L.) Merrill] é de grande expressão econômica mundial. Nesse cenário, o Brasil aparece como um dos grandes produtores, sendo o maior exportador da oleaginosa do mundo, com uma produção de grãos estimada em 120,9 milhões de toneladas, colhidos em uma área cultivada de 36,9 milhões de hectares, onde 77,5 milhões de toneladas foram direcionadas para exportação na safra 2019/2020 (CONAB, 2020).

Os problemas fitossanitários aumentam devido a expansão do monocultivo desta cultura, muitas vezes aliados à práticas de manejo ineficazes, que se intensificaram em detrimento da ocorrência de insetos-pragas (Ávila e Grigolli, 2014), os quais podem estar presentes em todos os estágios de desenvolvimento da cultura, ou seja, da germinação à colheita, reduzindo drasticamente a produção (Tomquelski e Milken, 2019).

Dentre as principais pragas da cultura, destaca-se o complexo de lagartas que podem reduzir a sua área foliar e, conseqüentemente, causar redução na produtividade da cultura (Ávila e Souza, 2015). Já o complexo de percevejos da família Pentatomidae, é outro importante grupo de pragas que podem reduzir também a produção e a qualidade sanitária dos grãos (Corrêa-Ferreira e Azevedo 2002), sendo a espécie *E. heros*, a mais abundante e frequente em toda região Centro-Sul (Degrande e Vivan, 2005; Bueno et al., 2015; Thuelher et al., 2016) e considerada de difícil controle (Panizzi, 2013).

O controle químico representa uma importante ferramenta no controle de insetos-praga na cultura da soja, sendo indispensável em muitas situações (Torres e Buneno, 2018). Porém o uso excessivo de inseticidas desencadeou uma rápida seleção de populações resistente e surtos de pragas secundárias (Sosa-Gómez e Silva 2010). Além disso o emprego de produtos pouco seletivos a insetos não alvos, afeta drasticamente população de inimigos naturais presentes na cultura (Simonato et al., 2014).

O controle biológico de pragas na agricultura representa uma alternativa sustentável e viável de se realizar em diferentes cultivos (Van Lenteren et al., 2018; Parra e Coelho, 2019), o qual contribui para a redução da densidade populacional de insetos-pragas e preserva os inimigos naturais no agroecossistema (Oliveira et al., 2006). Essa tática de controle pode ser associada a outras estratégias de manejo dentro das premissas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (van Lenteren e Bueno, 2003; Oliveira et al., 2013). Dentre os inimigos naturais com potencial de utilização em programas de controle biológico estão os parasitoides de ovos, os quais tem sido amplamente empregados apresentando como vantagem a capacidade

de interromper o desenvolvimento da praga antes mesmo que ela cause prejuízos à lavoura (Parra et al., 2002).

Parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* spp. podem ser utilizados para controlar lepidópteros pragas de culturas como algodão, milho, soja, hortaliças mandioca e cana de açúcar. A espécie *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tem grande destaque no Brasil a qual é comercializada para o controle de lepidópteros em diferentes cultivos (Mills 2010; Parra, 2014).

Para o controle de percevejos fitófagos na soja, os parasitoides de ovos são considerados importantes agentes de biocontrole (koppel et al., 2009; Laumann et al., 2010), sendo a espécie *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) considerada de grande potencial já que o percevejo-marrom da soja, *E. heros*, é considerado seu principal hospedeiro (Corrêa-Ferreira e Moscardi, 1993; Tognon et al., 2014; Michereff et al., 2016).

Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar a eficácia do manejo de lagartas e do percevejo *E. heros* na cultura da soja, com ênfase no controle biológico.

OBJETIVOS

Geral:

- Realizar o manejo de lagartas e do percevejo-marrom, na cultura da soja, com ênfase em controle biológico.

Específicos:

- Utilizar o parasitoide *T. pretiosum* (Riley) para o controle de lagartas desfolhadoras em soja.
- Utilizar o parasitoide *T. podisi* para controle do percevejo-marrom, em soja.
- Utilizar o parasitoide *T. podisi* em associação com a cultivar tolerante, BRS 593 RR, visando o manejo do percevejo-marrom em soja.

REFERÊNCIAS

Ávila, C. J. e Grigolli, J. F. J. G. (2014), Pragas da soja e seu controle. In: Lourenção, A. L. F.; Grigolli, J. F. J.; Melotto, A. M.; Pitol, C.; Gitti D. C.; Roscoe, R., Tecnologia e produção soja 2013/2014. Curitiba: Midiograf, p.109-169.

Ávila, C. J. e Souza, E. C. S. (2015), Palmo a palmo. Cultivar Grandes Culturas. n 191, p. 22-25.

Bueno, A. F.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Roggia, S.; Bianco R. (2015), Silenciosos e daninhos. Rev. Cultivar, edição 196, p.25-27.

CONAB – Companhia Nacional de abastecimento. Décimo primeiro levantamento (2020) v. 7, n.11. safra 2019/2020.

Corrêa-Ferreira, B. S. e Moscardi F. (1993), Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. *Biological Control* 5, 196–202.

Corrêa-Ferreira, B. S., Azevedo, J. (2002), Soybean seed damage by different species of stink bugs. *Agric. Forest Entomol.* 4, 145-150.

Degrande, P. E. e Vivian, L. M. (2005), Pragas da soja. *Boletim de Pesquisa de Soja. Fundação MT*, p.141-143.

Koppel, A.L., Herbert Jr, D.A., Kuhar, T.P., Kamminga, K. (2009), Survey of stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) egg parasitoids in wheat, soybean, and vegetable crops in southeast Virginia. *Environ. Entomol.* 38, 375-379.

Laumann, R.A., Moraes, M.C.B., Silva, J.P.D., Vieira, A.M.C., Silveira, S.D., Borges, M. (2010). Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45, 442-449.

Michereff, M. F. F.; Borges, M.; Aquino, M.; Laumann, R. A.; Mendes, G. A.; Blassioli-Moraes, M. C. (2016), The influence of volatile semiochemicals from stink bug eggs and oviposition-damaged plants on the foraging behavior of the egg parasitoid *Telenomus podisi*. *Bulletin of Entomological Research* 106, 663–67.

Mills, N. (2010) Egg parasitoids in biological control and integrated pest management. In: Cònsoli F. L., Parra J. R. P., Zucchi R. A. (eds) Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp 389–412.

Oliveira, A. M.; Maracaja, P. B.; Diniz Filho, E. T.; Linhares, P. C. F. (2006) Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 1-9.

Oliveira, H. N.; Antigo, M. R.; Carvalho, G. A.; Glaeser, D. F. (2013). Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Bioscience Journal, v. 29, n. 5, p. 1267-1274.

Parra, J. R. P. et al. (2002) Controle biológico. Terminologia. In Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Bento, J. M. S. (Coord.) Controle Biológico no Brasil, parasitoides e predadores. São Paulo: manole, cap 1. P.1-13.

Parra, J. R. P. (2014) Biological control in Brazil: an overview. Scientia Agricola. v. 71, n. 5, p. 345–355. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>.

Parra, J. R. P. e Coelho Jr., A. (2019) Applied Biological Control in Brazil: From Laboratory Assays to Field Application. Journal of Insect Science, v. 19, n. 2, p. 1–6 doi: 10.1093/jisesa/iey112.

Panizzi, A. R. 2013. History and Contemporary Perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. Neotrop. Entomol. 42, 119–127.

Simonato J., Grigoli, J. F. J., Oliveira, H. N. (2014). Controle biológico de insetos praga na soja. Embrapa Agropecuária Oeste, Tecnologia e produção: soja 2013/2014.

Sosa-Gomez, D. R. e Silva, J. J da. (2010), Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.45, n.7, p.767-769.

Tognon, R.; Sant’Ana, J.; and Jahnke, S. M. (2014), Influence of original host on chemotaxic behaviour and parasitism in *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae). Bulletin of Entomological Research 104, 781–787

Tomquelski e Milken, Y. (2019) Desafio de controlar lagartas em cultivos Bt. Cultivar Grandes Culturas, n. 247, p. 24

Torres, J. B.; e Bueno, A. F. (2018), Conservation biological control using selective insecticides, A valuable tool for IPM. *Biological Control*, 126: 53-64.

Tuelher, E. S.; Silva, É. H.; Hirose, E.; Guedes, R. N.; Oliveira, E. E. (2016), Competition between the phytophagous stink bugs *Euschistus heros* and *Piezodorus guildinii* in soybeans. *Pest Manag Sci* 72:1837–1843

Van Lenteren, J. C.; Bueno, V. H. P. (2003), Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *Biocontrol*, 48: 123-39.

Van Lenteren, J. C.; Bolckmans, K.; Kohl, J.; Ravensberg, W. J.; Urbaneja, A. (2018), Biological control using invertebrates and microorganisms: Plenty of new opportunities. *BioControl*, 62, 1-25. [https://doi.org/ 10.1007/s10526-017-9801-4](https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4)

CAPÍTULO I

Táticas integradas ao controle biológico no manejo de lagartas desfolhadoras na soja

Resumo: Lagartas desfolhadoras são as principais pragas que ocorrem no período vegetativo da soja. O controle desse grupo de insetos na cultura deve ser implementado com base nos princípios do Manejo Integrado de Pragas, podendo ser realizado com o emprego de inseticidas químicos, biológicos bem como através do uso de plantas Bt (Tecnologia Intacta PRO™), buscando sempre a utilização de táticas de controle que preservam os inimigos naturais no agroecossistema. Esse trabalho teve como objetivo realizar o manejo de lagartas desfolhadoras na cultura da soja, com ênfase no controle biológico, utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). A pesquisa foi conduzida durante duas safras de soja (2017/2018 e 2018/2019), onde na primeira safra teve um tratamento biológico utilizando o parasitoide de ovos da espécie *T. pretiosum* na dose de 125 mil parasitoides/ha para controle de ovos de lepidópteros na cultura. Em outro tratamento, o manejo de lagartas foi realizado com a aplicação de inseticida químico, sendo a pulverização efetuada quando os níveis de ação para o controle da praga foram atingidos. O custo do controle biológico foi comparado com o custo do controle químico. Na segunda safra, avaliaram-se os mesmos tratamentos já descritos para a safra anterior. Nestas duas safras em que o estudo foi conduzido, a população de lagartas nos tratamentos foi monitorada, semanalmente, utilizando-se o pano de batida. Em adição, foram instaladas na área de controle biológico armadilhas do tipo Delta contendo septos de feromônios das espécies *Helicoverpa armigera* (Hubner), *Spodoptera frugiperda* (Smith) e *Chrysodeixis includens* (Walker) visando o monitoramento semanal de mariposas. A população de lagartas não atingiu o nível de ação na área em que se realizaram-se três liberações de *T. pretiosum* em ambas as safras em que o estudo foi conduzido. Entretanto, na área de controle químico, o manejo de lagartas foi realizado através de uma única pulverização do inseticida tiodicarbe (160 g i.a./ha), em ambas as safras. As armadilhas de feromônio foram eficazes na detecção das espécies *H. armigera*, *S. frugiperda* e *C. includens*. As liberações de *T. pretiosum* em três doses de 125 mil parasitoides/ha foram eficazes para manter a população de lagartas abaixo do nível de controle durante todo ciclo da soja, apresentando a mesma eficiência da intervenção química para o controle de lagartas desfolhadoras. O controle químico foi mais econômico, em relação ao controle biológico, quando realizou-se o manejo de lagartas com base nos níveis de controle, seguindo as premissas do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Palavras-chave: Manejo Integrado de Pragas, controle biológico, controle químico, *Trichogramma pretiosum*, custo de controle.

Introdução

O Brasil tornou-se o maior produtor e exportador mundial de soja (*Glycine max* L.), com uma produção de grãos estimada em 120,9 milhões de toneladas, colhidos em uma área cultivada de 36,9 milhões de hectares e com 77,5 milhões de toneladas direcionadas para exportação na safra 2019/2020, sendo a região Centro-Oeste responsável pela maior produção dessa leguminosa no país (CONAB, 2020).

Com a expansão do monocultivo de soja no país, os problemas fitossanitários muitas vezes relacionados à ocorrência de pragas, se intensificaram (Panizzi et al., 2012; Ávila e Grigolli, 2014). Os insetos-praga podem estar presentes em todos os estádios fenológicos da soja, ou seja, desde a germinação até a colheita da cultura (Tomquelski e Milken, 2019). Dentre as principais pragas, destacam-se o complexo de lagartas que reduzem a área foliar da soja, podendo afetar o rendimento de grãos da cultura (Ávila e Souza, 2015).

O controle biológico de pragas na agricultura tem-se demonstrado ser uma alternativa promissora, podendo diminuir a quantidade de pesticidas químicos utilizados nos cultivos e em contrapartida favorecer o desenvolvimento de populações inimigos naturais, que auxiliam no controle dos insetos-praga presentes no agroecossistema (Oliveira et al., 2006). Com isso, o uso do controle biológico vem crescendo no Brasil e no mundo, devido também às exigências da sociedade bem como do mercado consumidor (Silva e Brito, 2015). Essa ferramenta de controle, além de ser sustentável, pode ser associada a outras táticas de manejo dentro das premissas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (van Lenteren e Bueno, 2003; Oliveira et al., 2013; Parra e Coelho Jr., 2019). Os produtos biológicos registrados no Ministério da Agricultura têm aumentado a cada ano, quando somente no ano de 2020 foram registrados 45 produtos considerados de baixa impacto, como biológicos e orgânicos (MAPA, 2020). Estima-se que mais de 230 espécies de inimigos naturais são comercializadas para o controle biológico no mundo (Van Lenteren, 2012), os quais podem ser utilizados em programas de controle biológico visando a supressão de pragas em diversas culturas (van Lenteren et al., 2017).

Dentre os principais inimigos naturais com potencial de utilização em programas de controle biológico estão os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* spp., os quais controlam a população de lepidópteros pragas na sua primeira fase de desenvolvimento, ou seja, impedindo a ocorrência de lagartas, que é a fase do inseto que apresenta potencial de danos na cultura (Parra et al., 2002; Kumela et al., 2018).

No Brasil, destaca-se o uso da espécie *T. pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a qual é comercializada para o controle de ovos de lepidópteros em

diferentes culturas (Mills 2010; Zucchi et al., 2010; Parra 2014), como *Tuta absoluta* (Meyrick) em tomateiro, *Alabama argillacea* (Hübner) em algodoeiro, *Spodoptera frugiperda* (Smith) em milho (Parra e Zucchi, 2004; Figueiredo et al., 2015), *Erinnyis ello*, Linnaeus, em mandioca (Oliveira et al., 2010; Feltrin-Campos et al., 2019), e *Anticarsia gemmatalis*, Hübner em soja (Zachrisson e Parra 1998; Queiroz et al., 2020). Além disso, Parra, (2014) relata a utilização, em 2010, de *Trichogramma galloi* Zucchi em 500 mil hectares de cana-de-açúcar para o controle da broca-da-cana, *D. saccharalis*.

Assim, objetivou-se neste estudo realizar o manejo de lagartas desfolhadoras na cultura da soja, com ênfase no controle biológico, utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Material e métodos

O experimento foi conduzido, durante as safras consecutivas (2017/2018 e 2018/2019), na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste no município de Dourados, MS (22°16'S e 54°49'W, 408m de altitude). O clima da região é o Am de Köppen (Tropical Monçônico) e o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, que apresenta textura muito argilosa (Alvares et al., 2013).

A semeadura da soja, cultivar Brasmax Potência RR, foi realizada em dois talhões na segunda quinzena do mês de outubro, onde os tratamentos químico ou biológico foram implementados. Na safra 2017/2018, utilizou-se uma área de três hectares, onde foram realizadas três liberações do parasitoide de ovos da espécie *T. pretiosum* (Pretiobug®) para o controle de lagartas, empregando-se a dose de 125.000 parasitoides/hectare em cada liberação, conforme recomendação do Fabricante (Koppert Biological Systems). Em outra área de dois hectares e meio, foi realizado o controle químico de lagartas quando sua população atingisse o nível de controle que é de 20 lagartas/m de fileira de plantas (Tecnologias..., 2014) ou quando as plantas de soja apresentassem cerca de 30% de desfolha no período vegetativo ou de 15% na fase reprodutiva da cultura (Panizzi et al., 1977).

Na segunda safra em que o trabalho foi conduzido (2018/2019), os mesmos tratamentos foram realizados conforme descritos para a safra anterior. Os parasitoides foram liberados manualmente, utilizando-se parasitoides na forma de pupas, que estavam presentes no interior de cartelas de papelão (ANEXO I), os quais foram distribuídos na área, conforme recomendação do fabricante. O número de parasitoides liberados e métodos de liberação foram realizados de acordo com o posicionamento da empresa Koppert Biological Systems. Os talhões de soja contendo os tratamentos biológico e químico foram instalados a uma

distância segura (aproximadamente 1.000m) de modo que as liberações dos parasitoides não interferissem na área onde utilizou-se o controle químico.

Em ambas as safras, a primeira liberação dos parasitoides ocorreu a partir do primeiro pico de adultos da espécie *S. frugiperda* capturados na armadilha de feromônio, enquanto a segunda e a terceira liberação foi realizada, respectivamente, aos 7 e 14 dias após a primeira liberação.

As amostragens foram realizadas semanalmente, em oito pontos de cada uma das áreas, registrando-se o número total de lagartas grandes ($\geq 1,5$ cm) e de lagartas pequenas ($< 1,5$ cm), utilizando-se para isso, o pano de batida (1m de comprimento x 1,5m de largura). Foram também instaladas apenas na área do controle biológico armadilhas do tipo Delta (ANEXO). iscadas com septos do feromônio sexual sintético das espécies *Helicoverpa armigera* (Bio Helicoverpa[®]), *Spodoptera frugiperda* (Bio Spodoptera[®]), e *Chrysodeixis includens* (Bio Pseudoplusia[®]), durante as duas safras em que o estudo foi conduzido. Os septos de feromônios foram trocados nas armadilhas a cada 21 dias conforme recomendação do fabricante, enquanto os pisos adesivos foram substituídos semanalmente, quando também o número de mariposas capturada em cada armadilha foi registrado. O custo do controle biológico de lagartas foi comparado ao do controle químico.

Resultados

Na safra 2017/2018, o pico populacional da espécie *S. frugiperda* ocorreu no estágio V5 com média de 12,5 mariposas/armadilha, enquanto a espécie *C. includens*, o pico médio com 11 mariposas/armadilha ocorreu mais tardiamente no estágio R5.2 (Figura 1). Já as mariposas da espécie *H. armigera* foram constatadas relativamente em baixos níveis populacionais no período vegetativo da soja, sem constatar um pico populacional durante as avaliações, com menores níveis populacionais ou até mesmo nulos, sendo constatados no período reprodutivo da soja (Figura 1).

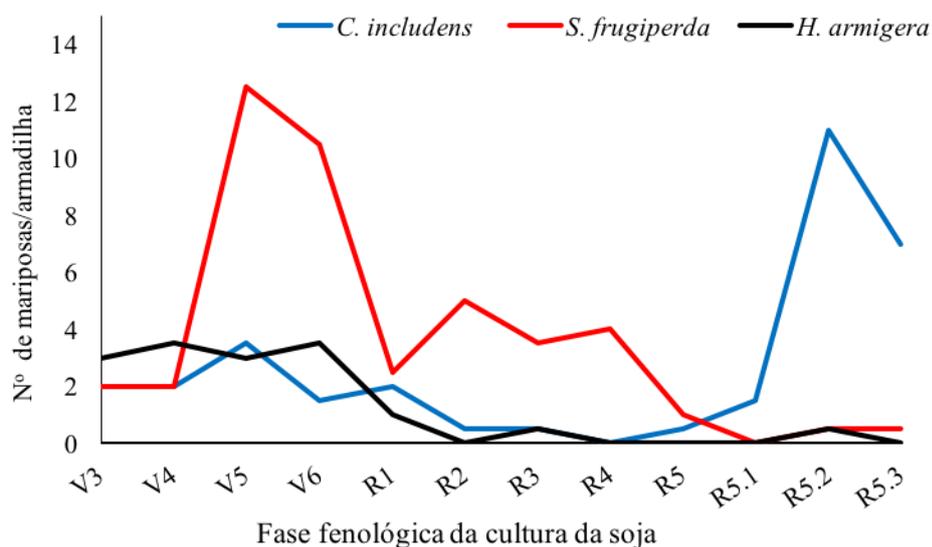


Figura 1. Número médio de mariposas capturadas nas armadilhas tipo Delta iscadas com os feromônios sexuais de *C. includens*, *S. frugiperda* e *H. armigera* na cultura da soja. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Safra 2017/2018.

Durante a safra 2017/2018, no tratamento onde se utilizou o parasitoide *T. pretiosum* para o controle de ovos de lepidópteros, a primeira liberação ocorreu no estágio R1, enquanto a segunda e a terceira liberação aconteceu nos estádios R2 e R3, respectivamente (Figura 2). Após a terceira liberação, verificou-se que a população de lagartas se manteve baixa até o estágio R5, depois aumentou em R5.1, em média para 6 lagartas/pano de batida até o estágio R5.4 e depois reduziu drasticamente para baixos níveis.

Na área de controle químico, foi realizada uma aplicação com o inseticida tiodicarbe (160g i.a./ha) para controle de lagartas no momento em que a desfolha da soja encontrava-se em torno de 25% e apresentava uma população média de 8,2 lagartas (grandes + pequenas) por metro de fileira de soja (Figura 2). Essa pulverização foi realizada no estágio R4 da soja (Figura 2), equivalendo-se aos 63 dias após emergência de plantas (DAE) na área experimental. Após essa pulverização, a densidade populacional de lagartas reduziu drasticamente em R5, depois aumentou até atingir um novo pico em R5.4 sem atingir o nível de controle, porém reduziu novamente, chegando a zero em R8.

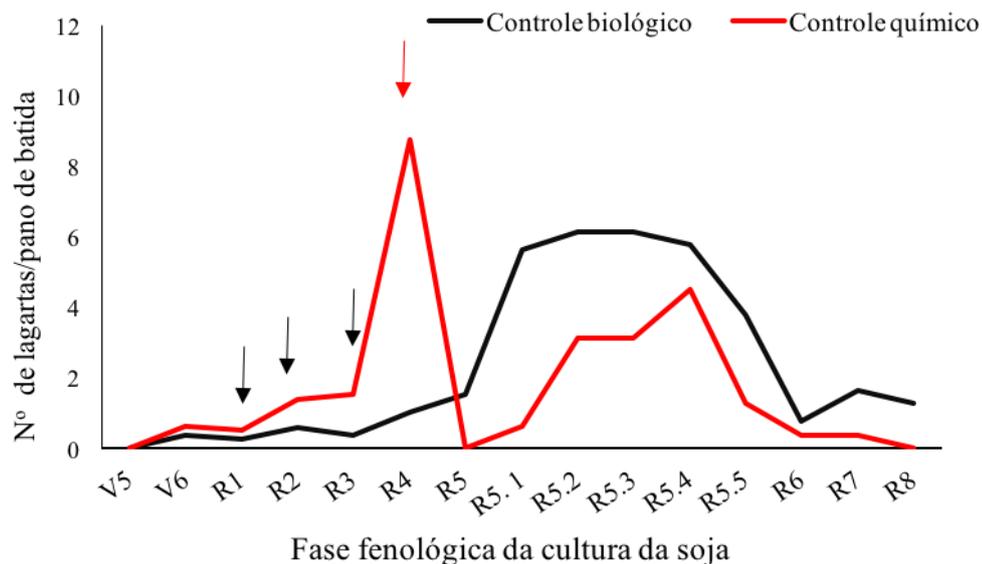


Figura 2. Número médio de lagartas grandes ($\geq 1,5$ cm) + pequenas ($< 1,5$ cm) observadas por pano de batida durante as diferentes fases fenológicas da soja. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Safra 2017/2018.

As setas pretas indicam os períodos em que foram realizadas as liberações do parasitoide *T. pretiosum* e a vermelha o momento da aplicação do inseticida químico na soja.

Na safra 2018/2019, o pico de adultos da espécie *S. frugiperda* foi observado no estágio V5, sendo posteriormente observado um menor pico em V7, juntamente com *C. includens* (Figura 4). Em R1 foi constatado um novo pico de *C. includens*, que reduziu naturalmente até R4 (Figura 4). Já as mariposas da espécie *H. armigera* foram observadas em proporções relativamente baixas à semelhança do observado na safra 2017/2018 (Figuras 4).

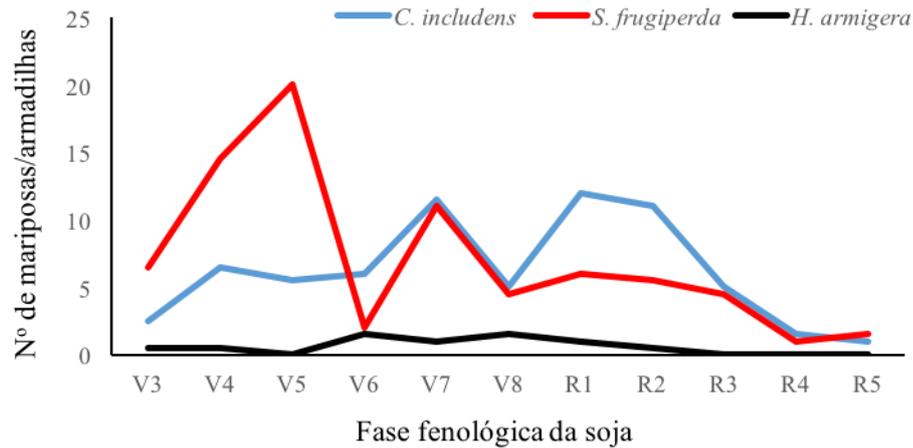


Figura 4. Número médio de mariposas capturadas nas armadilhas tipo Delta iscadas com o feromônio sexuais de *C. includens*, *S. frugiperda* e *H. armigera* na cultura da soja. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Safra 2018/2019.

Na safra 2018/2019, a primeira liberação de *T. pretiosum* foi realizada no estágio R1, a segunda em R2 e a terceira em R3, à semelhança do verificado na safra 2017/2018 (Figura 5). Após a terceira liberação a população de lagartas aumentou até atingir o pico em R5, porém, sem atingir o nível de controle e, posteriormente, a população de lagartas reduziu na área chegando a zero em R5.5, mantendo-se assim até a fase R8. Na área de controle químico foi realizada uma aplicação do inseticida tiodicarbe (160g i. a./ha) para o controle de lagartas no momento em que foi constatado, em média, 17,2 lagartas (grandes + pequenas) por metro de fileira de soja no estágio R3 (Figura 5). No momento da pulverização, a percentagem de desfolha na soja aproximava-se de 15%. Após a pulverização a população de lagartas caiu drasticamente e depois voltou a subir atingindo um menor pico em R5.3 e reduzindo novamente a zero em R5.5 (Figura 5).

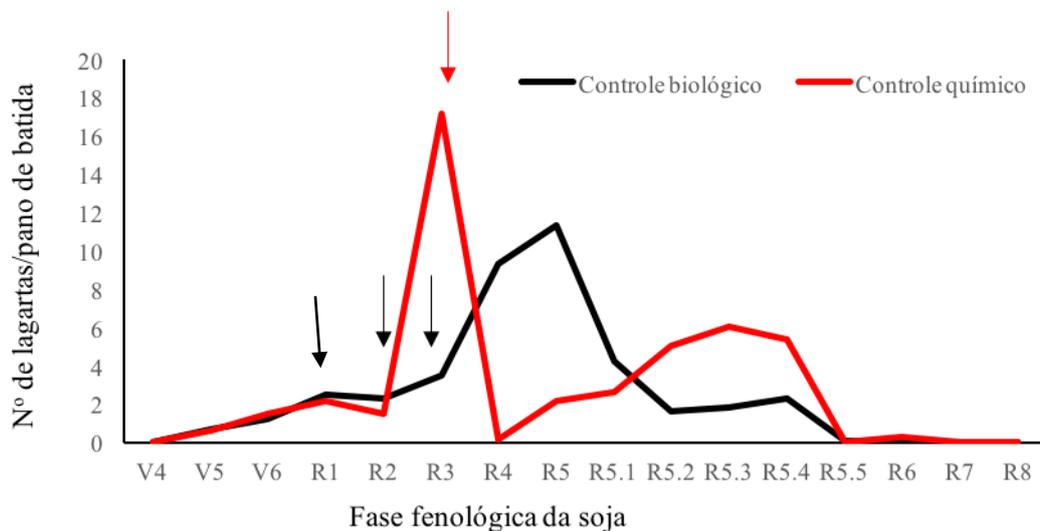


Figura 5. Número médio de lagartas grandes ($\geq 1,5$ cm) + pequenas ($< 1,5$ cm) observadas por pano de batida durante as diferentes fases fenológicas da soja. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Safra 2018/2019.

As setas pretas indicam os momentos em que foram realizadas as liberações do parasitoide *T. pretiosum* e a vermelha da aplicação do inseticida químico.

Em relação aos custos de controle de lagartas obtidos nas duas safras, observou-se que no controle biológico utilizando o parasitoide *T. pretiosum* na dose de 125.000 pupas/ha foi de 37,71 reais/ha, totalizando 113,13 reais/safra para as três liberações do parasitoide (Tabela 1). Já o custo com controle químico foi de apenas 44,77 reais/ha para apenas uma aplicação do inseticida tiodicarbe na dose de 160g i.a./ha (Tabela 1).

Tabela 1. Custo médio do controle biológico e químico, em reais (R\$), para o manejo de lagartas desfolhadoras na cultura da soja nas safras 2017/2018 e 2018/2019. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Produto	Dose/ha	Custo/ha	Nº de aplicações	Custo da aplicação	Custo/safra
<i>Controle biológico</i>					
<i>T. pretiosum</i>	125.000	R\$ 37,71	3	---	R\$ 113,13
Total					R\$ 113,13
<i>Controle químico</i>					
Tiodicarbe	160 g i.a/ha	R\$ 35,54	1		R\$ 44,77
Total					R\$ 44,77

Discussão

Na área onde houve liberação de *T. pretiosum*, observou-se uma menor ocorrência de lagartas desfolhadoras na cultura da soja, durante as duas safras agrícolas, verificando-se que foi possível manter os níveis populacionais da praga abaixo do nível de controle durante todo ciclo da cultura, evidenciando a não necessidade da aplicação de inseticidas químicos na soja quando se utiliza o parasitoide *T. pretiosum*. Em adição, as liberações do parasitoide trazem benefícios sociais e ambientais para o agroecossistema da soja, já que o uso indiscriminado de inseticidas químicos pode contaminar o meio ambiente, contribuir para o desenvolvimento de pragas resistentes e ter efeitos negativos sobre insetos não alvos como é o caso dos inimigos naturais (Meissle et al., 2010; Tang et al., 2010). As liberações do parasitoide *T. pretiosum* foram realizadas no início do período reprodutivo da cultura, pouco depois do pico populacional de *S. frugiperda* na safra 2017/2018. Lagartas pertencentes ao grupo *Spodoptera* spp., merecem atenção na cultura da soja pois apresentam potencial de desfolha e ataque às vagens da cultura, tanto na soja convencional quanto na transgênica Bt (Conte et al., 2019). É possível que a incidência de *S. frugiperda* na soja poderia causar danos nessa cultura, o que justificou as liberações do parasitoide *T. pretiosum* após a observação do grande número de adultos dessa espécie nas armadilhas de feromônio. Figueiredo et al. (2015) relatam que após liberações de *T. pretiosum* (55.706 fêmeas/ha) para controle de *S. frugiperda* em milho, houve incremento de produtividade na cultura equivalente a 19,4%, correspondente a um ganho de US \$ 96,5 por hectare. Vale ressaltar que mesmo no caso de variedades de soja Bt (Intacta), não se dispensa a utilização de monitoramento de lagartas e as demais práticas de MIP, pois as variedades com essa tecnologia disponíveis no mercado

controlam adequadamente outras espécies de Lepidoptera, mas não as do gênero *Spodoptera*, como as espécies *S. frugiperda*, *Spodoptera eridania* (Cramer) e *Spodoptera albula* (Walker) (Bueno e Silva 2016).

Picos populacionais da espécie *C. includens* ocorreram durante a fase reprodutiva da cultura. Czepak e Albernaz (2014), relataram que surtos populacionais da lagarta falsa-medideira acontecem, geralmente, na fase reprodutiva da soja, à semelhança do verificado nesta pesquisa, quando as plantas se encontram com o dossel foliar “fechado” e as lagartas ficam menos expostas. As liberações do parasitoide foram iniciadas após e durante os primeiros picos de ocorrência de adultos de *C. includens*, na safra 2017/2018 e 2018/2019 respectivamente, o que provavelmente evitou que as lagartas dessa praga, atingissem o nível de controle.

Apesar dos adultos de *H. armigera*, não terem sido observados em quantidade expressiva nas armadilhas de feromônio sexual, o Manejo Integrado da Soja vem orientando que o monitoramento dessa espécie não seja negligenciado, até que se obtenha informações mais conclusivas da ocorrência dessa espécie na cultura (Pessoa et al., 2019). Conte et al. (2019) demonstraram que as lagartas do grupo Heliothinae, ocorreram em uma frequência baixa na safra 2018/2019 no estado do Paraná, totalizando uma participação de apenas 4% no complexo de lagartas, à semelhança do encontrado neste trabalho. Segundo Corrêa-Ferreira et al. (2014), este grupo de lagartas é alvo de diversos inimigos naturais no campo, o que contribui para a sua redução populacional. Nesse sentido, a utilização racional de inseticidas e fungicidas seletivos aos inimigos naturais desse grupo de pragas é fundamental para preservar a ação destes agentes de controle biológico natural (Conte et al., 2019). Embora a ocorrência de *H. armigera* tenha sido baixa, em nossos resultados, em comparação ao *S. frugiperda* e *C. includens*, o controle utilizando o parasitoide *T. pretiosum* não deve ser descartado, dada importância mundial dessa praga, que ainda necessita de estudos mais aprofundados no território brasileiro (Czepak et al., 2016). Em estudo realizado em laboratório, com chance de escolha e ovos de 24h de idade, o parasitismo de *T. pretiosum* foi superior em ovos de *H. armigera* alcançando um parasitismo superior a 70% em comparação a espécie *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) (Laurentis et al., 2019). Esses resultados demonstram que esse parasitoide pode ser considerado uma alternativa viável para o controle também de *H. armigera* nos sistemas agrícolas.

Estudos visando correlacionar a ocorrência de adultos nas armadilhas de feromônio com o nível de dano na soja já foram conduzidos (Jones et al., 2009, Zulin et al., 2018) embora os resultados tenham sido pouco significativos e consistentes. Zulin et al., (2018) evidenciaram que a amostragem de ovos nas plantas de soja seria a melhor opção para estimar

a infestação de lagartas da espécie *C. includens*, porém, dada a dificuldade de quantificar os ovos diminutos na cultura, a detecção de adultos parece ser uma alternativa mais promissora, já que a presença destes supostamente antecede a ocorrência de lagartas. Resultados obtidos por Grigolli, (2017a) indicaram que há correlação entre o número de mariposas de *C. includens* coletadas nas armadilhas de feromônio sexual e de lagartas encontradas no pano de batida, estabelecendo-se o nível de ação de 15 mariposas coletadas por armadilha por semana para iniciar as aplicações de inseticidas químicos na cultura da soja. Porém, no caso do controle biológico com parasitoide de ovos, sugere-se que novos trabalhos sejam realizados com o intuito de estabelecer um número consistente de mariposas capturadas nas armadilhas para dar início liberações do parasitoide *T. pretiosum*, já que esse controle deve ser preventivo, ou seja, espera-se que com o emprego dos parasitoides de ovos a população de lagartas não alcance o nível de controle na soja. De modo geral, as armadilhas de feromônio foram eficazes na detecção das espécies *H. armigera*, *S. frugiperda* e *C. includens*.

Nessa pesquisa, liberações do parasitoide *T. pretiosum* foram realizadas manualmente, ou seja, caminhando e distribuindo as cápsulas de papelão na área, totalizando os 50 pontos por hectare, conforme é a recomendação do fabricante. Entretanto, Zachrisson e Parra (1998), recomendam que a distribuição de *T. pretiosum* deve ser realizada em 150 pontos por hectare, levando-se em conta um raio de ação de 8m de dispersão dessa espécie na cultura. Resultados diferentes podem ser obtidos em função de outros fatores como velocidade e direção do vento (Hinds e Osterberger, 1932; Schread, 1932; Hendricks, 1967; Yu et al.,1984), além da temperatura, umidade relativa do ambiente e localidade das liberações (Forsse e Smith, 1991). Outros autores relatam que a dispersão de espécies do gênero *Trichogramma* fica em torno de 10m (Kanour Junior e Burbutis, 1984; Bigler et al., 1988; Sá et al., 1993). Todavia, técnicas de liberações inovadoras de parasitoides, como o uso de VANTS (Veículo Aéreo não tripulado) ou drones, devem ser estudadas e difundidas a fim de levar praticidade ao agricultor, especialmente em grandes áreas cultivadas (Marus, 2013), uma vez que o modo da liberação é fator limitante para a obtenção de um melhor desempenho dos parasitoides e, conseqüentemente, potencializar o sucesso do controle biológico no campo (Van Lenteren, 2000; Pinto e Parra, 2002).

Verificou-se que com apenas uma intervenção com inseticida químico na cultura, em ambas as safras, foi possível manter os níveis populacionais de lagartas abaixo do nível de controle na soja. Na safra 2017/2018, o nível de ação foi atingido pela intensidade de desfolha e não pela densidade populacional de lagartas. Todavia, verifica-se que é possível substituir o controle químico pelo controle biológico em lavouras de soja convencionais ou até mesmo

em cultivares detentoras da tecnologia intacta, além das áreas de refúgio, através de liberações do parasitoide *T. pretiosum*.

Analisando-se o custo do controle químico em relação ao do biológico realizado na cultura da soja neste estudo, ficou evidenciado que o controle químico foi mais econômico, em relação ao controle biológico. Vale ressaltar que neste trabalho, realizou-se monitoramento de lagartas para orientar as aplicações de inseticidas pautadas nos níveis de controle, seguindo as premissas do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Porém, o número médio de aplicações de inseticidas químico normalmente realizadas em lavouras comerciais quando não emprega as táticas do MIP são geralmente maiores que o considerado neste trabalho. Em estudos realizados no Paraná, Conte et al. (2019), verificaram que o número médio de aplicações de inseticidas realizadas na soja para o controle de lagartas praticamente dobrou quando as pulverizações foram realizadas sem acompanhamento do programa de MIP. No Mato Grosso do Sul, Grigolli (2017b) demonstrou que vários inseticidas testados foram eficazes no controle de *C. includens* (superior a 80%), quando a pulverização foi realizada em baixa população da praga (até 7,4 lagartas/m). No entanto, quando os mesmos inseticidas foram avaliados no controle da lagarta em alta população (21 lagartas/m) a maioria dos inseticidas testados apresentou menor eficiência de controle (inferior a 80%). Esses resultados podem evidenciar a vantagem de se realizar o manejo antecipado, utilizando-se o parasitoide *T. pretiosum* para interromper o ciclo e retardar o aumento populacional deste inseto na cultura, sendo o monitoramento imprescindível para tomada de decisão em casos de intervenção com inseticidas químicos.

Assim, os resultados obtidos nessa pesquisa demonstram a eficácia do parasitoide de ovos *T. pretiosum* no controle de lagartas desfolhadoras, possibilitando benefícios ambientais e sociais. Essa tática de controle pode também ser associada a outras ferramentas do MIP-soja.

Conclusões

- Três liberações de *T. pretiosum*, na quantidade de 125.000 parasitoides/ha, foram eficazes para manter população de lagartas desfolhadoras abaixo do nível de controle durante, todo ciclo da soja.
- O controle químico foi mais econômico, em relação ao controle biológico, nas condições em que esse estudo foi realizado, quando realizou-se monitoramento e aplicações de inseticidas pautadas nos níveis de controle, seguindo as premissas do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Referências

- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparove, K.G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.
- Ávila, C. J. e Grigolli, J. F. J. G. Pragas da soja e seu controle. In: Lourenção, A. L. F.; Grigolli, J. F. J.; Melotto, A. M.; Pitol, C.; Gitti D. C.; Roscoe, R. (2014), *Tecnologia e produção soja 2013/2014*. Curitiba: Midiograf, p.109-169.
- Ávila, C. J. e Souza, E. C. S. Palma a palmo. *Cultivar Grandes Culturas*. n 191, p. 22-25, 2015.
- Bigler, F. Bieri, A. Fristschy, k. Seidel (1988), Variation in locomotion between laboratory strain of *Trichogramma maidis* and its impact on parasitismo of eggs of *Ostrinia nubilalis* in the field. *Entomologia Experimental e Applicata*. 49:283-290. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1988.tb01190.x>**Erro! A referência de hiperlink não é válida.**
- Bueno, A. de F. e Silva, D. M. da. Velhas inimigas (2016) *Revista Cultivar*, v. 17, p. 28-31.
- Czepak, C.; Albernaz, K. C. Manejo avançado: Surtos de falsa-medideira. (2014) *Cultivar Grandes Culturas*, n. 178, p. 20-24.
- Czepak, C.; Silvério, R. F.; Snechal, M. Le.; Godinho K. A. C.; Guimarães, H. O.; Carvalhais, T.; Ortega, M. A. Lombarid, L. F. Guerra, W. D. (2016). *Helicoverpa armigera*: Distante do fim. *Cultivar Grandes Culturas*, n. 210, p. 22-25.
- Conte, O.; Oliveira, F. T. de.; Harger, N.; Corrêa-Ferreira, S. B.; Rogia, S.; Prando, A. M.; Possamai, J. A. E.; Reis, E. A.; Marx, E. F. (2019) Resultado do manejo integrado de pragas da soja na safra 2018/2019 no Paraná.
- CONAB – Companhia Nacional de abastecimento. Décimo primeiro levantamento (2020) v. 7, n.11. safra 2019/2020.
- Corrêa-Ferreira, B. S.; Hoffmann-Campo, , C. B.; Sosa-Gómez, D. R. Inimigos naturais de *Helicoverpa armigera* em soja. (2014), Londrina: Embrapa Soja, 12 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 80).

Feltrin-Campos, E.; Ringenberg, R.; Carvalho, G. A.; Glaeser, D. F.; Oliveira, H. N. (2019). Selectivity of Insecticides Against Adult *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on Cassava. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 1, p. 546-552. doi:10.5539/jas.v11n1p546

Figueiredo, M. L. C. Cruz, I.; da Silva, R. B.; Foster, J. E. (2015) Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 35, n. 3, p. 1175-1183. doi: 10.1007/s13593-015-0312-3

Forsse, E; Smith, S. M. (1991), Flight behaviour in *Trichogramma minutum*. In: International Symposium on *Trichogramma* and other egg parasitoids, 3., San Antonio, 1990. Paris: INRA. p.65-66.

Grigolli, J. F. J. (2017b) Pragas da soja e seu controle. Tecnologia e produção: soja 2016/2017, Fundação MS, Maracaju, MS.

Grigolli, M. M. K. Correlação entre lagartas e mariposas capturadas com feromônio sexual e tratamento de sementes de soja com diferentes inseticidas para o manejo de *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. (2017a), Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) Unesp.

Hendricks, D. E. (1967) Effect of wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. *Journal of Economic Entomology*, v.60, n.5, p.1367-1371.

Hinds, W. E.; Osterberger, B. A. (1932) Results of *Trichogramma minutum* for control of sugar cane borer. *Journal of Economic Entomology*, v.25, p.57-64.

Jones, B.C., Roland, J. and Evenden, M. (2009) Development of a Combined Sex Pheromone-Based Monitoring System for *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae) and *Choristoneura conflictana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*, 38, 459-471. <https://doi.org/10.1603/022.038.0220>

Kanour Júnior, W.W.; Burbutis, P. P. *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) field releases in the corn and hypothetical model for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) (1984) *Journal of Economic Entomology*, v.77, n.1, p.103-107.

Kumela, T.; Simiyu, J.; Sisay, B.; Likhayo, P.; Mendesil, E.; Gohole, L.; Tefera, T. (2019) Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya, International Journal of Pest Management, v. 65, n. 1, p. 1-9. doi: 10.1080/09670874.2017.1423129

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ato n 43. Acesso em: 12 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-registra-38-defensivos-agricolas-genericos-incluindo-produtos-biologicos>.

Marus, O. A. (2013) Technical and economic efficiency and making entomological of trichogramma. Texhika ta eheprethka/Machinery & Energetics, n. 185.

Meissle M.; Mouron, P.; Musa, T.; Bigler, F.; Pons, X.; Vasileiadis, V. P.; Otto, S.; Antichi, D.; Kiss, J.; Pálinkás, Z.; Dorner, Z.; van der Weide, R.; Groten, J.; Czembor, E.; Adamczyk, J.; Thibord, J. B.; Melander, B.; Cordsen Nielsen G.; Poulsen, R. T.; Zimmermann, O.; Vershwele, A.; Oldenburg, E. (2010) Pest, pesticides use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. J Appl Entomol 134: 357-375

Mills, N. (2010) Egg parasitoids in biological control and integrated pest management. In: Cónsoli F. L., Parra J. R. P., Zucchi R. A. (eds) Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp 389–412.

Oliveira, A. M.; Maracaja, P. B.; Diniz Filho, E. T.; Linhares, P. C. F. (2006) Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 1-9.

Oliveira, H. N.; Antigo, M. R.; Carvalho, G. A.; Glaeser, D. F. (2013). Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Bioscience Journal, v. 29, n. 5, p. 1267-1274.

Oliveira, H. N.; Gomez, S. A.; Rohden, V. S.; Arce, C. C. M.; Duarte, M. M. (2010). Record of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Species on *Erinnyis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae) Eggs in Mato Grosso do Sul State, Brazil. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 40, n. 3, p. 378-379. <https://doi.org/10.5216/pat.v40i3.6453>

Panizzi, A. R. and Slansky Júnior, F. (1985) Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. The Florida Entomologist, 68: p.184-214, 1985.

Panizzi, A. R.; Bueno, A. F.; Silva, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. (2012) In: Hoffmann-Campo, C. B.; Côrrea-Ferreira, B. S.; Moscardi, F. (Eds.). Soja manejo Integrado de insetos e outros artrópodes-pragas. Brasília: EMBRAPA, p. 335-420.

Panizzi, A. R.; Corrêa, B.S.; Gazzoni, D. L.; Oliveira, E. B.; Newman, G. G.; Turnipseed, S. G. Insetos da soja no Brasil. (1997) Londrina: EMBRAPACNPSo, 20 p. (EMBRAPA-CNPSo. Boletim Técnico, 1).

Parra, J. R. P. (2014) Biological control in Brazil: an overview. Scientia Agricola. v. 71, n. 5, p. 345–355. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>.

Parra, J. R. P.; Coelho Jr., A. (2019) Applied Biological Control in Brazil: From Laboratory Assays to Field Application. Journal of Insect Science, v. 19, n. 2, p. 1–6 doi: 10.1093/jisesa/iey112.

Parra, J. R. P. et al. (2002), Controle biológico. Terminologia. In Parra, J. R. P; Botelho, P. S. M.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Bento, J. M. S. (Coord.) Controle Biológico no Brasil, parasitoides e predadores. São Paulo: manole, cap 1. P.1-13.

Parra, J. R. P. e Zucchi, R. A. (2004) *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. Neotropical Entomology, v. 33, n. 3, p. 271-281.

Pinto, A. S.; Parra, J. R. P. (2002) Liberação de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Bento, J. M. S. (Ed.). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. Barueri: Manole, p. 325- 342.

Pessoa, M. C. P. Y.; Ávila, C. J.; Marinho-Prado, J. S.; Luchini, G. A.; Souza, E. C. S.; Richetti, A.; Flumignan, D. L. (2019) Nível de dano de *Helicoverpa armigera* em fase vegetativa da soja (Safrá 2016/2017) em Ponta Porã. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 85. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Queiroz, A. P.; Costa, C. O.; Favetti, B. M.; Silva, G. V.; Bueno, A. F. (2020) Effects of parasitoid and host age on the parasitism of *Trichogramma pretiosum* on eggs of *Anticarsia gemmatalis*. Revista Brasileira de Entomologia, v. 64, n. 2, p. 2-5. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9665-rbent-2019-105>

Sá, L. A. N.; Parra, J. R. P.; Silveira-Neto, S. (1993) Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em milho. Scientia Agricola, v.50, n.2, p.226-231.

Scheread, J. C. Behaviour of *Trichogramma* in field liberations. (1932) Journal of Economic Entomology, v.25, p.370-374.

Silva, A. B. da. e Brito, J. M. de. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro (2015), Revista Agropecuária Técnica, v. 36, n.1, p. 248-258.

Tecnologias de produção de soja- Região Central do Brasil (2014). Londrina: Embrapa soja 2013. 265p. (Embrapa soja. Sistemas de Produção, 16).

Tang, S.; Tang, G.; Cheke, R. A. (2010). Optimum timing for integrated pest management: Modeling rates of pesticides application and natural enemy releases. J. Theor. Biol. 264, 517 623-638.

Tomquelski and Milken, Y. (2019) Desafio de controlar lagartas em cultivos Bt. Cultivar Grandes Culturas, n. 247, p. 24.

Van Lenteren, J. C. (2000) A greenhouse without pesticides: fact or fantasy?. Crop Protection, v. 19, n. 6, p. 375-384.

Van Lenteren, J. C. e Bueno, V. H. P. (2003) Augmentative biological control of arthropods in Latin America. Biocontrol, 48: 123-39.

Van Lenteren, J. C.; Bolckmans, K.; Kohl, J.; Ravensberg, W. J.; Urbaneja, A. (2017). Biological control using invertebrates and microorganisms: Plenty of new opportunities. BioControl, 62, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>

Van Lenteren, J. C. (2012), The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. BioControl, 57(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>

Yu, D. S. K.; Laing, J. E.; Hangle, A. C. (1984) Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in an apple orchard after inundative releases. Environmental Entomology, v.13, n.2, p.371-374

Zachrisson, B., & Parra, J. R. P. (1998). Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 em soja. *Scientia Agricola*, 55(1), 133-137.

Zulin, D.; Ávila, Crébio J.; Schlick-Souza, E. C. (2018) Population fluctuation and vertical distribution of the soybean looper (*Chrysodeixis includens*) in soybean culture. American Journal of Plant Sciences, v. 9, n. 7, p. 1544-1556.

CAPÍTULO II

Táticas integradas ao controle biológico no manejo do percevejo-marrom na soja

Resumo: O percevejo-marrom é considerado a praga mais importante da soja, sendo o controle químico a prática mais utilizada para o seu manejo na cultura. No entanto, o controle biológico tem-se demonstrado uma alternativa viável, pois favorece a ocorrência de inimigos naturais no agroecossistema e contribui para o manejo da resistência deste grupo de insetos aos inseticidas químicos comumente utilizados na cultura da soja. Esse trabalho teve como objetivo realizar o manejo do percevejo-marrom na cultura da soja, com ênfase no controle biológico. O estudo foi conduzido durante duas safras de soja (2017/2018 e 2018/2019), onde na primeira safra teve um tratamento, no qual foram realizadas três liberações de dez mil parasitoides de ovos/ha da espécie *Telenomus podisi* para controle de *Euschistus heros* na cultura. Em outro tratamento, o manejo do percevejo foi realizado com aplicações de inseticidas químicos, sendo as pulverizações efetuadas quando os níveis de ação para o controle da praga foram atingidos. Na segunda safra, acrescentou-se, um terceiro tratamento, onde foram realizadas três liberações com cinco mil parasitoides da espécie *T. podisi* por hectare. Nas duas safras em que o estudo foi conduzido, a população de percevejos nos tratamentos foi monitorada, semanalmente, utilizando-se o pano de batida. Na segunda safra foi também quantificado o parasitismo de ovos através da coleta de posturas do inseto na cultura. Ao final do ciclo da cultura colheu-se a soja produzida para realizar o teste de tetrazólio visando avaliar os danos causados nas sementes por percevejos. O custo do controle químico foi também comparado ao custo do controle biológico. Liberações de *T. podisi* na quantidade de 10.000 parasitoides/ha possibilitou manter a população de percevejo-marrom abaixo dos níveis de controle por um maior período de tempo, em relação à dose de 5.000 parasitoides/ha. No tratamento 3 de controle químico, foram necessárias duas aplicações dos inseticidas na soja, empregando acefato (970g i.a./ha) e a mistura tiametoxam (28,2g i.a/ha) + lambida-cialotrina (21,2g i.a./ha). A percentagem de parasitismo de ovos na segunda safra foi semelhante em ambos os tratamentos de controle biológico, porém, superior ao observado na área de controle químico. A qualidade dos grãos produzidos foi inferior nas áreas de controle biológico em comparação ao controle químico com base nos parâmetros analisados pelo teste de tetrazólio. O controle biológico do percevejo *E. heros*, utilizado de forma isolada, não foi eficaz para manter a sua população abaixo do nível de controle durante

toda a fase reprodutiva da soja. Porém, as liberações do parasitoide *T. podisi* trazem ganhos ambientais e sociais no agroecossistema de soja.

Palavras-chave: *Euschistus heros*, controle biológico, controle químico, *Telenomus podisi*, parasitismo, qualidade das sementes.

Introdução

O Brasil é atualmente o maior produtor e exportador de soja no mundo (USDA, 2020), sendo a região Centro-Oeste o principal polo de produção desse grão no país, (CONAB, 2020). Com a intensificação dessa monocultura nas diferentes regiões do país e a adoção de práticas de manejo ineficazes, os problemas com insetos-praga na cultura da soja se intensificaram, comprometendo a qualidade e o rendimento dos grãos desta cultura (Panizzi et al., 2012; Ávila e Grigolli, 2014). Dentre as pragas de maior importância, destaca-se o complexo de percevejos fitófagos da família Pentatomidae, sendo a espécie *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) a mais importante, devido aos seus hábitos de atacar diretamente as vagens e grãos, além de maior ocorrência em toda a região Centro-Sul do Brasil onde a soja é cultivada (Degrande, 2005; Bueno et al., 2015; Thuelher et al., 2016).

O controle químico representa uma importante ferramenta para o manejo de percevejos fitófagos na cultura da soja (Torres e Bueno, 2016). Porém, os inseticidas químicos nem sempre tem proporcionado um controle efetivo e duradouro dessas pragas em condições de campo (Sosa-Gomez e Silva, 2010; Silva et al., 2018), devido, principalmente, ao número restrito de moléculas disponíveis no mercado, condições estas que tem favorecido o surgimento de populações resistentes do percevejo aos ingredientes ativos (Thuelher et al. 2016; Willrich et al., 2003; Snod Grass et al., 2005). Em adição, o emprego de produtos de amplo espectro, ou seja, de pouca seletividade para insetos não alvos, afeta drasticamente a população de inimigos naturais presentes na cultura (Guedes, 2016; Turchen et al., 2016), além da contaminação ambiental (Júnior, 2003).

O uso de agentes de controle biológico (CB) nos sistemas de produção tem-se mostrado ser uma alternativa viável e sustentável para se realizar o manejo de insetos-praga em diversos cultivos (van Lenteren et al., 2018; Parra e Coelho, 2019). Esse método de manejo tem sido aplicado, eficientemente, em várias culturas (Cock et al., 2010; Parra, 2014), totalizando-se a sua adoção em mais de 30 milhões de hectares no mundo (van Lenteren et al., 2018).

Dentre os agentes de controle biológico que podem ser usados no manejo de percevejos nos sistemas de produção agrícola, destacam-se os parasitoides de ovos (Corrêa-Ferreira e Moscard 1993; Laumann et al., 2010; Parra e Coelho Jr., 2019; Tognon et al., 2020), cujas liberações visam reduzir a população dessas pragas nos cultivos. Esses agentes de controle têm-se demonstrado eficazes no controle de populações de percevejos na soja, conforme resultados de pesquisa já obtidos nesta cultura especialmente no estado do Paraná (Corrêa-Ferreira and Perez, 2003; Corrêa-Ferreira et al., 2010; Bueno et al., 2020), Mato

Grosso do Sul (Godoy et al., 2007; Oliveira et al., 2020) e em cultivos de soja orgânica no Distrito Federal (Suji et al., 2002).

Os parasitoides de ovos da espécie *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygasteridae) já foram observados parasitando ovos de percevejos fitófagos em diferentes cultivos (Sujii et al., 2002; Tillman, 2011; Idalgo et al., 2013;). No Brasil, essa espécie tem como principal hospedeiro o percevejo-marrom da soja, *E. heros* (Corrêa-Ferreira e Moscardi, 1993; Tognon et al., 2014; Michereff et al., 2016), sendo essa modalidade de controle limpa, sustentável e que pode ser associada a outras táticas disponíveis dentro do manejo integrado de pragas da soja (MIP-Soja) (van Lenteren and Bueno, 2003 Polanczyk et al., 2010; van Lenteren, 2012).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia do manejo do percevejo-marrom *E. heros*, na cultura da soja, utilizando o parasitoide de ovos *T. podisi* em comparação ao controle químico.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido em duas safras consecutivas, no município de Dourados, Mato Grosso do Sul (22°16'S e 54°49'W, 408m). O clima da região é o Am de Köppen (Tropical Monçônico) e o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, que apresenta textura argilosa (Alvares et al., 2013).

A semeadura da soja, cultivar Brasmax Potência RR, foi realizada em diferentes talhões na segunda quinzena do mês de outubro, onde os tratamentos químico ou biológico foram empregados. Na safra 2017/2018, foram dois os tratamentos utilizados, sendo o tratamento 1 (T1) conduzido em uma área de três hectares, realizando-se três liberações do parasitoide de ovos da espécie *T. podisi* (podisibug®) para o controle do percevejo-marrom, utilizando a dose de dez mil parasitoides/hectare em cada liberação. No segundo tratamento 2 (T2), conduzido em uma área de dois hectares e meio, foi realizado o controle químico do percevejo quando o inseto atingisse o nível de controle que é de 2 percevejos/m de fileira de plantas (Tecnologias..., 2014).

Na segunda safra (2018/2019) em que o trabalho foi conduzido, acrescentou-se, um terceiro tratamento (T3), com área de quatro hectares, onde a população de parasitoides liberada foi de cinco mil parasitoides da espécie *T. podisi* por hectare, em cada uma das três liberações realizadas. As liberações foram realizadas manualmente nas duas safras, utilizando-se parasitoides na forma de pupas que estavam presentes no interior de cartelas de papelão (ANEXO), e que foram distribuídas nas áreas de soja, conforme recomendação do fabricante. Os talhões de soja contendo os tratamentos biológicos e químicos foram instalados a uma distância de aproximadamente 1.000m, de modo que as liberações dos parasitoides não interferissem na área de controle químico. Essas áreas foram monitoradas semanalmente, para avaliação da população do percevejo, utilizando para isso, o pano de batida (1m de comprimento x 1,5m de largura) nas amostragens.

A primeira liberação dos parasitoides na safra 2017/2018 ocorreu quando foram constatados os primeiros adultos ou ninfas grandes ($\geq 5\text{mm}$) ou quando foram observadas as primeiras posturas do percevejo *E. heros* na cultura, enquanto a segunda e a terceira liberação foi realizada, respectivamente, aos 7 e 14 dias após a primeira liberação. Já na safra 2018/2019 a primeira liberação foi realizada como na safra anterior e a segunda e a terceira liberação ocorreu aos 20 e 27 dias após a primeira liberação. Esse maior intervalo entre as liberações ocorreu na segunda safra em que o estudo foi realizado devido a dificuldade logística que resultou no atraso do recebimento dos parasitoides.

A amostragem com pano de batida foi realizada, aleatoriamente, em oito pontos dentro de cada talhão de soja, registrando-se o número de ninfas grandes ($\geq 5\text{mm}$) e de adultos por pano de batida. Na safra 2018/2019 foram coletadas posturas de *E heros* (ANEXO), que se encontravam depositadas pelas plantas de soja dos três tratamentos. No laboratório, essas posturas foram individualizadas em placas de Petri contendo porções de algodão umedecido em água e acondicionadas em câmaras do tipo B.O.D ($25\pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 12 h de fotofase) para observar o parasitismo (ANEXO). Determinou-se o número de ovos parasitados por postura, calculando-se a percentagem de parasitismo em cada tratamento.

Realizou-se também o teste de tetrazólio para avaliar os danos causados pelos percevejos (ANEXO), nas sementes da soja conforme a metodologia descrita por França Neto et al. (1998) (ANEXO), tendo esta avaliação oito repetições, representadas por 50 sementes, para cada tratamento. Considerou-se no teste de tetrazólio além do potencial germinativo, o vigor e o número de grãos danificados (escala 1-8) e inviabilizados (escala 6-8) pelos percevejos.

Os dados foram submetidos a análise de variância e quando constatado efeito significativo, os tratamentos foram comparados pelo teste de Skott-knott a 5% de probabilidade. Foi realizada uma análise econômica do controle do percevejo na soja comparando-se o custo do controle químico ao custo do controle biológico.

Resultados

Durante a safra 2017/2018, no tratamento onde somente se utilizou o parasitoide *T. podisi* para controle do percevejo-marrom, a primeira liberação ocorreu no estágio R4, a segunda liberação no estágio R5 e a terceira em R5.1. Após a terceira liberação, a população de percevejos reduziu de 1,1 para 0,2 percevejos por pano de batida (Figura 1). A partir de R5.2, a densidade média da população de percevejos aumentou na área de controle biológico e alcançou o nível de controle no estágio R5.5 (Figura 1).

No segundo tratamento, onde se utilizou o controle químico, a população de percevejo manteve-se abaixo do nível de dano econômico até o estágio R5.1 quando atingiu o nível de controle (2,1 percevejos/pano), sendo então realizada a primeira aplicação de inseticida para controle de percevejos na soja, utilizando-se para isso o inseticida acefato na dose de 970g i.a./ha. Aos 18 dias após a primeira aplicação do inseticida, quando a soja se encontrava no estágio R5.4, a densidade populacional de percevejos voltou a atingir novamente o mesmo nível de controle (2,1 percevejos/pano) (Figura 1), quando então realizou-se a segunda

aplicação de inseticida na área, utilizando-se os inseticidas tiametoxam + lambida-cialotrina nas doses de 28,2g i.a/ha + 21,2g i.a./ha, respectivamente. Após a segunda aplicação a densidade populacional do percevejo caiu para 1,1 percevejo/pano e, posteriormente, a essa aplicação, a população de percevejos subiu para 3,0 percevejo/pano em R6, e depois se reduziu, naturalmente, sem nenhuma intervenção química em R7 (Figura 1).

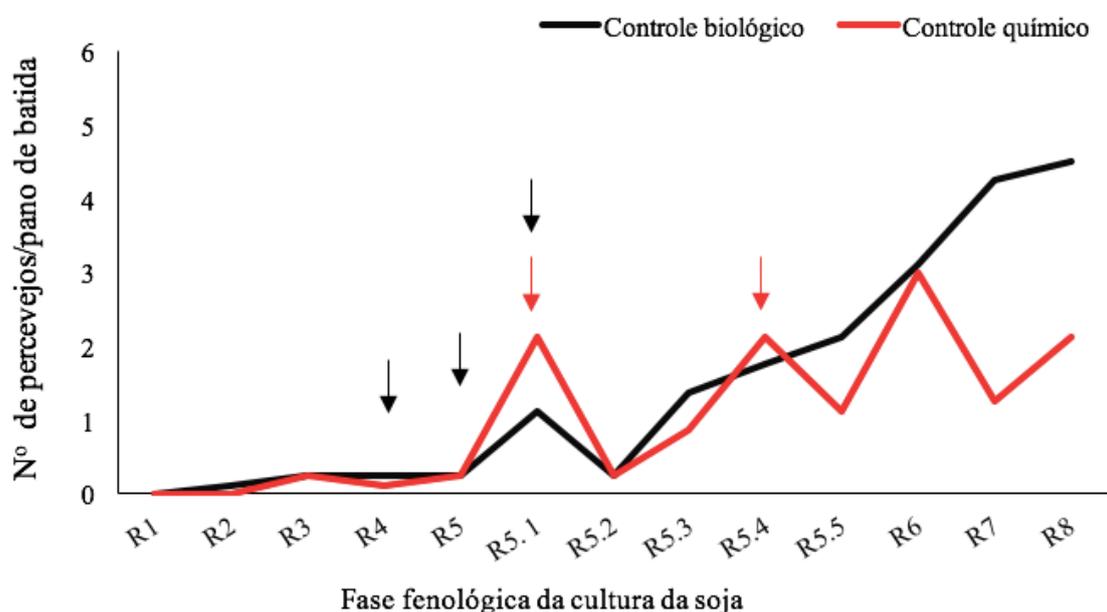


Figura 1. Número médio do percevejo-marrom (ninfas \geq 5 mm + adultos)/metro linear de fileira de soja amostrados nas diferentes fases fenológicas da soja em Dourados/MS. Safra 2017/2018. Embrapa Agropecuária Oeste. As setas negras indicam os períodos em que foram realizadas as liberações do parasitoide *T. podisi* e as vermelhas as aplicações de inseticidas visando o controle de *E. heros* na soja.

Na safra 2017/2018 verificou-se, através do teste tetrazólio, efeitos significativos para o número de sementes picadas (escala de 1-8) e para o vigor das sementes de soja, enquanto o potencial germinativo e a percentagem de sementes inviabilizadas (escala de 6-8) não diferiram estatisticamente em função do tipo de manejo utilizado na soja (Tabela 1).

Tabela 1. Potencial germinativo, vigor das sementes, danos causados nas sementes de soja, segundo o teste de tetrazólio, nas áreas de controle biológico (CB) e de controle químico (CQ) do percevejo-marrom, seguidos dos respectivos coeficientes de variação (CV) dos parâmetros avaliados. Safra 2017/2018. Dourados, MS. Embrapa Agropecuária Oeste.

Parâmetros avaliados	CB	CQ	CV(%)
Potencial Germinativo (%)	69,1 a	73,2 a	7,3
Vigor das sementes (%)	35,5 b	46,7 a	15,9
Sementes picadas (%) ¹	26,2 a	18,7 b	21,4
Sementes inviabilizadas (%) ²	12,3 a	10,9 a	27,7

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$).

¹(Escala 1-8) Percentagem de sementes picadas pelos percevejos.

²(Escala 6-8) Percentagem de sementes inviabilizadas pelos percevejos.

Durante a safra 2018/2019, nas duas áreas de controle biológico (5 e 10 mil parasitoides/ha), as primeiras liberações de *T. podisi* foram realizadas quando a soja se encontrava no estágio R3 (Figura 2), enquanto a segunda liberação foi em R5.1. Já a terceira liberação nas duas áreas de controle biológico ocorreram em R5.2 (Figura 2).

Na área com 10 mil parasitoide/ha a densidade média da população de percevejos ultrapassou o nível de controle apenas quando a soja se encontrava no estágio R5.5, enquanto na área com 5 mil parasitoides/ha o nível de controle já foi constatado no estágio R5.3 (Figura 2). Já na área de controle químico da safra 2018/2019, a população de percevejo manteve-se abaixo do nível de dano econômico até o estágio R5.2, quando foi então feita a primeira aplicação de inseticida químico utilizando-se os inseticidas acefato na dose de 970g i.a/ha, sendo constatado, em média, 2,2 percevejos/pano (adulto + ninfas grandes). Após a primeira aplicação de inseticida a densidade populacional do percevejo foi reduzida para 0,6 percevejo/pano na área de soja. Porém, quando a soja atingiu o estágio R5.4 a densidade populacional de percevejos voltou a superar novamente o nível de controle, apresentando 3,4 percevejo/pano de batida, quando então foi realizada a segunda aplicação de inseticidas na área empregando-se os inseticidas tiametoxam + lambida-cialotrina nas doses de 28,2g i.a/ha + 21,2g i.a./ha, respectivamente (Figura 2). Após a segunda pulverização, a densidade populacional da praga teve uma pequena redução e depois voltando a subir novamente, entretanto, porém, não foi feita nenhuma intervenção química mais nesta área.

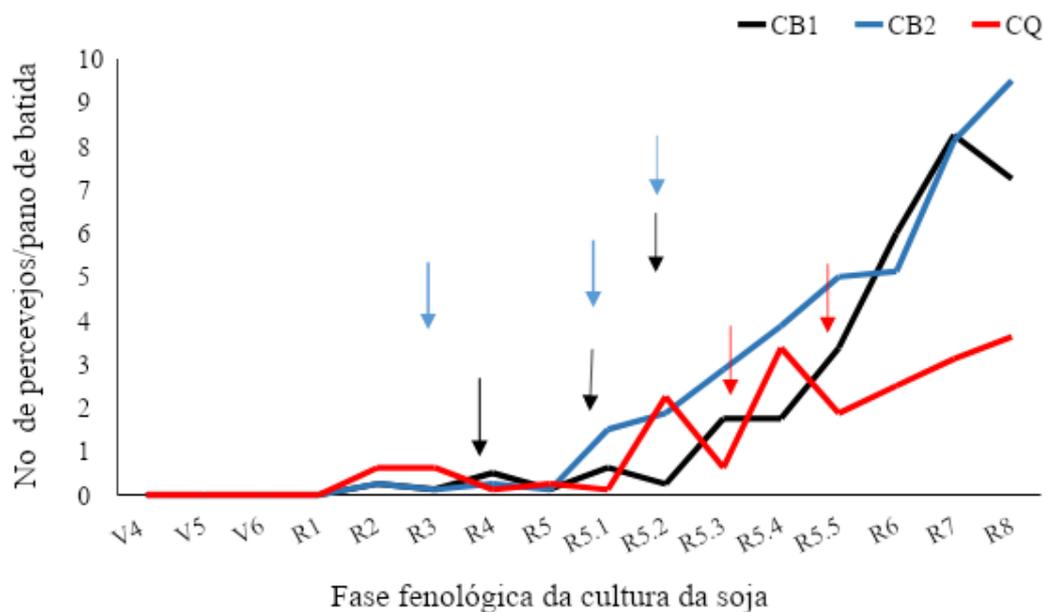


Figura 2. Número médio do percevejo-marrom (ninfas ≥ 5 mm + adultos)/metro linear de fileira de soja amostrados nas diferentes fases fenológicas da soja em Dourados, MS. Safra 2018/2019. Embrapa Agropecuária Oeste.

As setas negras e azuis indicam os períodos em que foram realizadas as liberações do parasitoide *T. podisi* e as vermelhas as aplicações de inseticidas químicos visando o controle de *E. heros* na soja.

CB1- Área com liberação de 10mil parasitoides/ha

CB2- Área com liberação de 5mil parasitoides/ha

CQ – Controle Químico

Na safra 2018/2019, os maiores percentuais de parasitismo de ovos do percevejo-marrom foram observados nos dois tratamentos onde se liberou os parasitoides (CB1 - 5mil e CB2 - 10mil parasitoides/ha), sem que estes apresentassem diferença, entre si. Já no tratamento em que foi realizado o controle químico quando atingido o nível de controle, também ocorreu parasitismo, porém com menor índice (Figura 3)

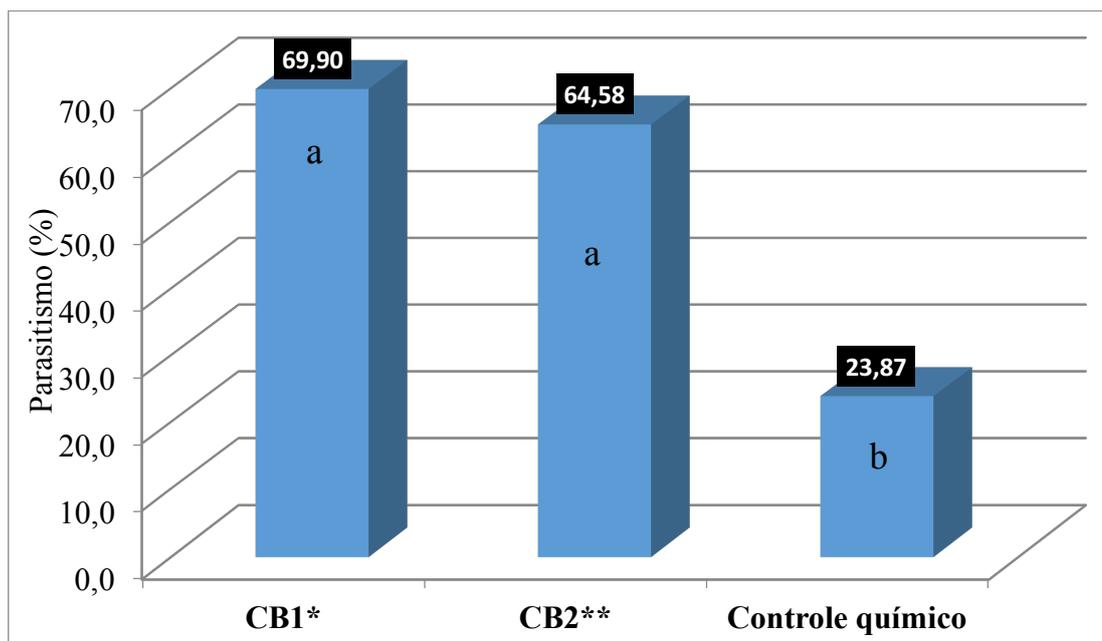


Figura 3. Percentagem de ovos de *E. heros* parasitados por *T. podisi* nos talhões de controle biológico e de controle químico em Dourados, MS, Safra 2018/2019. Embrapa Agropecuária Oeste.

Colunas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$).

*CB1- Área com liberação de 10mil parasitoides/ha

**CB2- Área com liberação de 5mil parasitoides/ha

Na safra 2018/2019, verificou-se efeito significativo de tratamento para todos os parâmetros analisados através do teste de tetrazólio (Tabela 2). O potencial germinativo e vigor das sementes foi maior no tratamento de controle químico e semelhante entre os dois tratamentos com controle biológico. A percentagem de grãos picados pelos percevejos (escala 1-8) foram semelhantes entre os dois tratamentos de controle biológico e significativamente inferior na área de controle químico. Já a percentagem de grãos inviabilizados pelo ataque de percevejos (escala 6-8) foi superior na área de controle biológico com apenas 5.000 parasitoides/ha (CB2), seguido da área com 10.000 parasitoides/ha (CB1) e inferior na área de controle químico (CQ), com estes valores diferindo significativamente entre os três tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Potencial germinativo, vigor das sementes, danos causados nas sementes de soja, segundo o teste de tetrazólio, nas áreas de controle biológico (CB) e de controle químico (CQ) do percevejo-marrom, seguidos dos respectivos coeficientes de variação (CV) dos parâmetros avaliados. Safra 2018/2019. Dourados, MS. Embrapa Agropecuária Oeste.

Parâmetros avaliados	CB1 ¹	CB2 ¹	CQ	CV (%)
Potencial Germinativo (%)	45,3 b	39,5 b	74,8 a	11,4
Vigor das sementes (%)	22,3 b	19,3 b	39,6 a	28,1
Sementes picadas (%) ²	40,5 a	41,5 a	26,0 b	11,6
Sementes inviabilizadas (%) ³	24,3 b	31,8 a	12,1c	16,6

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$).

¹CB1 = 10.000 parasitoides/ha e CB2 = 5.000 parasitoides/ha.

²(escala 1-8) Percentagem de sementes picadas por percevejos.

³(escala 6-8) Percentagem de sementes inviabilizadas pelos percevejos.

Através da análise dos custos de controle biológico e químico dos percevejos nos diferentes talhões de soja verificou-se que o custo do controle biológico, utilizando dez mil parasitoides de *T. podisi* foi de 50,00 reais/ha, totalizando R\$ 150,00 reais na safra, considerando-se as três liberações realizadas (Tabela 3), enquanto o custo com controle químico foi de 118,86 reais/ha para as duas aplicações de inseticida realizadas na soja (Tabela 3).

Tabela 3. Custo do controle biológico e químico para o manejo do percevejo-marrom, *E. heros*, na cultura da soja em Dourados, MS. Safra 2018/2019.

Produto	Dose/ha	Custo/ha	Nº de aplicações	Custo/aplicação	Custo/safra
Controle biológico					
<i>T. podisi</i>	10.000	R\$ 50,00	3	---	R\$ 150,00
TOTAL					R\$ 150,00
Controle químico					
acefato	970,0 g i.a/ha	R\$ 70,00	1	R\$ 9,23	R\$ 79,23
tiametoxam + lambda- cialotrina	28,2 + 21,2 g i.a./ha	R\$ 30,4	1	R\$ 9,23	R\$ 39,63
TOTAL					R\$ 118,86

Discussão

Verificou-se após liberação do parasitoide para controle do percevejo-marrom durante a safra 2017/2018, que não foi possível manter os níveis populacionais da praga abaixo do nível de controle, quando a sua densidade populacional na cultura da soja atingiu 4,5 percevejos/ pano no estágio de R8 (Figura 1). Todavia, não houve mais nenhum tipo de intervenção visando baixar a população de percevejos nesse talhão de controle biológico, o que contribuiu para ser observada uma maior percentagem de sementes picadas pelo percevejo neste tratamento, quando comparado ao controle químico (Tabela 1). Nesta área optou-se pela não realização de aplicações com inseticidas visando verificar a real situação e a contribuição do controle biológico utilizando o parasitoide *T. podisi*. No entanto, em uma situação de lavoura comercial, ao se verificar esse incremento do nível populacional do percevejo na soja, verifica-se que uma nova liberação de parasitoide poderia ser realizada visando manter a população em níveis abaixo de dois percevejos por metro de fileira de soja ou até mesmo recomenda-se uma realização de uma aplicação de inseticida químico na cultura. Contudo, deve-se considerar que a pronta oferta desses parasitoides, especialmente, para o produtor não é uma realidade. Dessa forma, muitas vezes na ausência de disponibilidade desses agentes de controle biológico no mercado, os produtores precisam decidir e agir rapidamente para evitar os danos da praga e acabam optando pelo uso do inseticida químico (Oliveira et al., 2020).

Com base nos resultados obtidos, pode-se inferir que nas áreas com liberações do parasitoide *T. podisi* uma possível intervenção com inseticida ocorreria somente aos 102 dias após a emergência de plantas de soja (DAE), ou seja, apenas no estágio R5.5, diferentemente do que ocorreu na área de controle químico, onde a população de *E. heros* já atingiu o nível de controle já aos 74 DAE, no estágio R5.1, quando a primeira pulverização com acefato foi realizada. Esses resultados evidenciam uma redução na necessidade de uma aplicação precoce de inseticidas na soja quando se utiliza o parasitoide *T. podisi*. Esse fato já traria ganhos em relação a redução da utilização rotineira dos mesmos grupos químicos, fato que pode acelerar o processo de seleção da resistência do percevejo marrom (Pitta et al., 2018). Dessa forma, a utilização do parasitoide *T. podisi* pode contribuir para auxiliar no manejo da resistência dessas pragas na cultura, além de preservar os inimigos naturais e não contaminar o meio ambiente.

Já na safra 2018/2019, os níveis populacionais do percevejo-marrom se mantiveram abaixo do nível de controle até o estágio R5.2 e R5.4, respectivamente, nas áreas de controle biológico onde foram liberados 5.000 e 10.000 parasitoides por hectare. Verifica-se, portanto

que o acréscimo na dose de parasitoides possibilitou manter a população do percevejo abaixo dos níveis de controle por um maior período de tempo, equivalendo a dois estádios de desenvolvimento da cultura. Porém, nas duas áreas de controle biológico não foi possível manter a população de percevejos abaixo do nível de controle até a fase final do período reprodutivo da cultura, quando a praga atingiu 8,25 percevejos/m de fileira de plantas em R7 na área em que se liberou 10.000 parasitoides por hectare e de 9,5 percevejos/m na fase R8 onde se liberou 5.000 parasitoides por hectare. A menor eficiência do controle biológico nesta pesquisa em relação ao controle químico é evidenciada no estágio R6 da soja quando as populações de percevejos nas áreas de controle biológico já eram expressivamente maiores que aquela constatada na área do controle químico. Essa situação afetou significativamente a intensidade de sementes picadas e inviabilizadas pelos percevejos, que foram maiores nos tratamentos de controle biológico em comparação ao controle químico (Tabela 2).

Esse aumento populacional do percevejo nos estágios finais de maturação da soja nas áreas de controle biológico e químico pode ser resultado da reprodução dos adultos que colonizaram inicialmente a área e/ou da migração de adultos de áreas vizinhas que na ocasião estavam em fase de colheita. Na área de controle químico, o nível de ação foi verificado pela segunda vez em R5.4 em ambas as safras e uma intervenção química foi realizada com tiametoxam + lambidacialotrina (28,2 + 21,2g i. a/ha), enquanto na área de controle biológico as últimas liberações haviam sido realizadas 14 e 21 antecedendo esse período, nas safras 2017/2018 e 2018/2019 respectivamente. Sugere-se assim que novos estudos sejam realizados, buscando distribuir melhor os parasitoides em diferentes épocas, utilizando-se um maior número de liberações para que se possam atingir índices melhores de controle do percevejo-marrom até a fase de maturação fisiológica da soja, ou mesmo recomenda-se uma intervenção com inseticidas nesse momento, caso necessário.

Para uma maior eficiência do controle biológico de percevejos na soja, quando se utiliza parasitoides de ovos, é interessante que as liberações sejam realizadas em variedades precoces ou fazer uma semeadura antecipada, quando possível, visando evitar a exposição da cultura às populações de percevejos que normalmente migram das lavouras circunvizinhas quando estas estão em fase de colheita ou até mesmo já colhidas (Corrêa-Ferreira e Peres, 2003).

Verificou-se, durante as coletas de ovos de *E. heros* na safra 2018/2019, que o maior número de ovos parasitados foi encontrado nas áreas onde realizou-se as liberações dos parasitoides nas doses de 5mil e 10 mil parasitoides/ha. Esses resultados evidenciam que embora as liberações utilizadas não segurassem o aumento da população do percevejo, os parasitoides atuaram expressivamente parasitando os ovos dessa praga na cultura quando

comparado com o parasitismo natural observado na área de controle químico. Todavia, Corrêa-Ferreira e Peres (2003), ao realizar liberações de 5.000 fêmeas de *T. podisi* por hectare na cultura da soja, observaram índices de parasitismo de até 85% de ovos do hospedeiro *E. heros*, constatando-se um efeito expressivo deste parasitoide na redução da população dessa praga. Em adição, estes autores também constataram que, mesmo na área testemunha (sem liberação), a incidência natural desse parasitoide foi alta, e com o acréscimo do parasitoide liberado na área foi possível manter a população de percevejos em índices inferiores ao do nível de dano econômico até o final do ciclo da cultura, diferentemente do observado neste estudo. Resultados positivos foram também observados por Godoy et al. (2007), quando foram feitas liberações de *T. podisi* na quantidade de 5.000 parasitoides/ha na cultura da soja, obtendo sucesso no controle do percevejo *E. heros*. Da mesma forma, Bueno et al. (2020) constataram eficácia no controle do percevejo marrom semelhante ao controle químico, quando três liberações do *T. podisi* foram realizadas na dose de 6.200 parasitoides/ha em cada liberação.

Vários fatores bióticos e abióticos podem influenciar no sucesso das liberações de parasitoides no campo (Silva et al., 2018). Assim, sugere-se que trabalhos bioecológicos sejam realizados, objetivando conhecer a proporção adequada de parasitoides a serem liberados em relação a densidade de ovo do hospedeiro presente no agroecossistema.

Na safra 2017/2018, a maior percentagem de grãos de soja picados no tratamento de controle biológico acarretou provavelmente uma diminuição do vigor das sementes avaliadas nesse tratamento quando comparado ao controle químico, embora o potencial germinativo e a percentagem de grãos inviabilizados não tenham sido influenciados (Tabela 1). Já na safra 2018/2019 ficou claramente evidenciando que a qualidade dos grãos produzidos foi inferior nas áreas de controle biológico em comparação ao controle químico para todos os parâmetros analisados pelo teste de tetrazólio (Tabela 2).

De modo geral, os benefícios do emprego do controle biológico necessitam ser ponderados, já que o uso de inseticidas químicos pode ter efeitos negativos sobre os inimigos naturais, eventual contaminação do meio ambiente, bem como contribuir para o desenvolvimento de resistência dos percevejos a inseticidas (Meissle et al., 2010; Tang et al., 2010). No entanto, devido à dificuldade de contabilizar a suas consequências, esses parâmetros geralmente não são levados em consideração. Para Bueno et al. (2020) o controle biológico vale a pena também para produção orgânica, por exemplo, já que esse mercado pode valorizar o produto e compensar possíveis aumento do custo do controle e perdas da produção de grãos ocasionadas pelo ataque de percevejos.

Durante as duas safras em que o estudo foi conduzido, na área do controle químico houve relativamente rápida ressurgência da praga após as aplicações dos inseticidas, o que pode ter ocorrido em razão da redução de agentes de controle biológico natural na cultura, especialmente de predadores e parasitoides, uma vez que os inseticidas aplicados são considerados não seletivos para os inimigos naturais (Carmo e Bueno, 2010; van Lenteren e Bueno, 2003). Este fato foi confirmado na safra 2018/2019 pelo percentual de parasitismo na área de controle químico em comparação as áreas em que foram feitas as liberações dos parasitoides. Turchen et al., (2016) observaram fortes efeitos negativos de lambda-cialotrina + tiametoxam quando avaliaram o efeito destes produtos sobre parasitismo de *T. podisi*, à semelhança do observado neste trabalho.

Através da comparação entre o custo do controle químico e o biológico do percevejo neste estudo, ficou evidenciado que o controle químico foi ligeiramente mais econômico (R\$ 118,86), em relação ao controle biológico (R\$ 150,00). No entanto, vale ressaltar que neste estudo as aplicações de inseticidas foram realizadas com base nos níveis de controle estabelecidos para o percevejo na cultura da soja, seguindo as premissas do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Porém, o número médio de aplicações realizadas em lavouras comerciais tem sido bem maior do que o observado neste trabalho (duas aplicações), quando não se emprega táticas do MIP. O número médio de aplicações de inseticidas na soja brasileira para o controle de percevejos pode variar de 2,5 a 3 por ciclo da cultura (Papa, 2019). Grigolli e Grigolli (2018) constataram em seu trabalho que o controle eficaz do percevejo marrom na soja foi obtido somente quando foram realizadas quatro aplicações de inseticidas químicos na cultura. Trabalhos conduzidos durante a safra 2018/2019 no Paraná por Conte et al. (2019) evidenciaram que o número médio de aplicações de inseticidas realizadas para o controle de percevejos em soja Bt, com o uso do MIP foi de 1,2 ao longo do ciclo da cultura, enquanto nas áreas não monitoradas pelo MIP, foi de 2,2. Para esses mesmos autores, o aumento verificado no número de aplicações de inseticidas, podem ser atribuídos ao abandono do monitoramento de pragas e ao estabelecimento de aplicações calendarizadas. Neste caso, normalmente são realizadas aplicações desnecessárias de inseticidas, o que deixa a lavoura de soja mais suscetível ao desenvolvimento de resistência e ressurgência das pragas, além de prejudicar a atuação dos agentes de controle biológico natural.

Trabalhos realizados por Grigolli e Grigolli (2018) no Mato Grosso do Sul, indicaram que quando o controle de percevejos foi realizado tardiamente, ou seja, no momento em que a população *E. heros* já estava muito acima do nível de controle, foram necessárias um maior número de aplicações de inseticidas na soja demonstrando a importância de se realizar

monitoramento e manejo antecipado para interromper o ciclo e retardar o aumento populacional deste inseto na cultura.

Os resultados obtidos nesta pesquisa reforçam a importância do monitoramento para tomada de decisão em casos de intervenção com inseticidas químicos, bem como os benefícios ambientais e sociais que liberações do parasitoide *T. podisi* trazem, tendo em vista que essa tática pode ser associada as demais ferramentas do MIP-soja.

Conclusões

- Liberações de *T. podisi* na quantidade de 10.000 parasitoides/ha possibilita manter a população do percevejo abaixo dos níveis de controle por um maior período de tempo, em relação a dose de 5.000 parasitoides/ha.
- Liberações de *T. podisi* isoladas não são eficazes no controle do percevejo-marrom, *E. heros* até o final do ciclo da cultura, porém retardou a infestação da praga, e incrementou a intensidade de parasitismo de ovos de *E. heros* em comparação ao controle químico.
- Três liberações do parasitoide *T. podisi* podem trazer benefícios ambientais e sociais, bem como auxiliar no manejo da resitência, além disso podem ser associadas a outras ferramentas do MIP-soja quando os níveis de ação para o controle do percevejo-marrom forem atingidos.

Referências

- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparove, K.G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.
- Ávila, C. J.; and Grigolli, J. F. J. G. Pragas da soja e seu controle. In: Lourenção, A. L. F.; Grigolli, J. F. J.; Melotto, A. M.; Pitol, C.; Gitti D. C.; Roscoe, R. (2014), *Tecnologia e produção soja 2013/2014*. Curitiba: Midiograf, p.109-169.
- Bueno, A. F.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Roggia, S.; Bianco R. (2015), Silenciosos e daninhos. *Rev. Cultivar*, edição 196, p.25-27.
- Bueno, A. de F.; Braz, E. C.; Favetti, B. M.; França-Neto, J. de B.; Silva, G. V. (2020), Release of the egg parasitoid *Telenomus podisi* to manage the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros*, in soybean production. *Crop Protection* doi:[10.1016/j.cropro.2020.105310](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105310)
- Carmo, E. L.; Bueno, A. F.; Bueno, R. C. O. F. (2010), Pesticide selectivity for the insect egg parasitoid *Telenomus remus*. *BioControl*, 55, 455-464.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. (2020), Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 7 - Safra 2019/20, n. 6 - Sexto levantamento, , p. 94. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/>> Acessado em: 08 de abril de 2020.
- Conte, O.; Oliveira, F. T. de.; Harger, N.; Corrêa-Ferreira, S. B.; Roggia, S.; Prando, A. M.; Possamai, J. A. E.; Reis, E. A.; Marx, E. F. (2019), Resultado do manejo integrado de pragas da soja na safra 2018/2019 no Paraná.
- Corrêa-Ferreira, B. S.; Alexandre, T. M.; Pellizzaro, E. C.; Moscardi, F.; Bueno, A. de F. (2010), Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura. Londrina: Embrapa Soja, p. 16 (Embrapa Soja. Circular Técnica, 78).
- Corrêa-Ferreira, B. S.; and Peres, W. A. A. (2003), Uso dos parasitoides no manejo dos percevejos-pragas da soja. In: Corrêa-Ferreira, B. S. Organizer. *Soja orgânica: alternativas para o manejo dos insetos- pragas*. pp. 33-45. Londrina: Embrapa Soja.
- Corrêa-Ferreira, B. S.; Domit, L. A.; Morales, L.; Guimarães, R. C. (2000), Integrated soybean pest management in micro river basins in Brazil. *Integrated Pest Management Review*, v. 5, p. 75-80.
- Corrêa-Ferreira, B. S.; and Moscardi F. (1993), Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. *Biological Control* 5, 196–202.

Corrêa-Ferreira, B. S. "Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basal* (Wollaston) no controle de percevejos da soja." (2003). Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E).

Cock, M. J. W.; van Lenteren, J.; Brodeur, J.; Barratt, B. I. P.; Bigler, F.; Bolckmans, K.; Cònsoli, F. L.; Haas, F.; Mason, P. G.; Parra, J. R. P. (2010), Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? *BioControl* 55:199–218

Degrande, P. E.; e Vivan, L. M. (2005), Pragas da soja. *Boletim de Pesquisa de Soja*. Fundação MT, p.141-143.

França-Neto, J. B.; Krzyzanowski, F.C.; Costa, N. P. (1998), O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: Embrapa Soja, p. 72 (Documentos, 116).

Grigolli, F. J.; Grigolli, M. M. K. (2018), Pragas da Soja e seu controle. *Tecnologia e Produção soja*: 2017:2018. v.5 p.156.

Grigolli, F. J.; and Grigolli, M. M. K. (2018), Pragas da Soja e seu controle. *Tecnologia e Produção soja*: 2017:2018. v, 5 p.156.

Guedes, R. N. C.; Smaghe, G.; Stark, J.D.; Desneux, N. (2016), Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs. *Annu Rev Entomol* 61:43–62.

Godoy, K. B.; Ávila, C. J.; Arce, C. C. M. (2007), Controle biológico de percevejos fitófagos da soja na região de Dourados, MS. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste (*Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*). n.40, p. 27.

Idalgo, T. D. N.; Sant'Ana, J. Redaelli, L. R.; Pires, P. D. da S. (2013), Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado, Eldorado do Sul, RS. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 80, n. 4, p. 453-456.

Júnior, C. V. (2003), Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Quím.Nova*. V.26 n.3.

Laumann, R. A.; Moraes, M. C. B.; Silva, J. P. D.; Vieira, A. M. C.; Silveira, S. D.; Borges, M. (2010) Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. *Pesq Agropec Bras* 45:442–449

Meissle M.; Mouron, P.; Musa, T.; Bigler, F.; Pons, X.; Vasileiadis, V. P.; Otto, S.; Antichi, D.; Kiss, J.; Pálkás, Z.; Dorner, Z.; van der Weide, R.; Groten, J.; Czembor, E.; Adamczyk, J.; Thibord, J. B.; Melander, B.; Cordsen Nielsen G.; Poulsen, R. T.; Zimmermann, O.; Vershwele, A.; Oldenburg, E. (2010) Pest, pesticides use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. *J Appl Entomol* 134: 357-375

Michereff, M. F. F.; Borges, M.; Aquino, M.; Laumann, R. A.; Mendes, G. A.; Blassioli-Moraes, M. C. (2016), The influence of volatile semiochemicals from stink bug eggs and oviposition-damaged plants on the foraging behavior of the egg parasitoid *Telenomus podisi*. *Bulletin of Entomological Research* 106, 663–67.

Papa, G. (2019), Percevejos: É possível combater de forma mais eficaz essa temida ameaça? *Revista Cultivar. Informe publicitário*, n. 245, p. 13.

Panizzi, A. R.; Bueno, A. F.; Silva, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: Hoffmann-Campo, C. B.; Côrrea-Ferreira, B. S.; Moscardi, F. (2012), *Soja manejo Integrado de insetos e outros artrópodes-pragas*. Brasília: EMBRAPA, p. 335-420.

Parra, J. R. P.; and Coelho J. R. A. (2019), Applied Biological Control in Brazil: From Laboratory Assays to Field Application. *Journal of Insect Science*, 19(2): 1–6 doi: 10.1093/jisesa/iey112.

Parra, J. P. (2014), *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. *Neotropical Entomology*, v.33, n.3, p 271-281.

Pitta, R. M.; Rodrigues, S. M. M.; Vivian L. M. Bianchin, K. A. (2018), Suscetibilidade de *Euschistus heros* (Fabr. 1794) (Heteroptera: Pentatomidae) to inseticidas in Mato Grosso. v.11, n.3, p.5.

Silva, G. V.; Bueno, A., de F.; Neves, P. M, O, J.; Favetti, B. M. (2018), Biological Characteristics and Parasitism Capacity of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastridae) on Eggs of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Agricultural Science*, v.10 doi:10.5539/jas.v10n8p210

Snodgrass, G. L.; Adamczyk, J. J.; Gore, J. (2005), Toxicity of insecticides in a glass-vial bioassay to adult brown, green, and southern green stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). *J Econ Entomol* 98:177 – 181.

Sosa-Gomez, D. R.; and Silva, J. J da. (2010), Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.45, n.7, p.767-769.

Sujii, E. R.; Costa, M. L. M.; Pires, C. S. S.; Colazza, S.; and Borges M. (2002), Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37, 1541–1549.

Tang, S.; Tang, G.; Cheke, R. A. (2010). Optimum timing for integrated pest management: Modeling rates of pesticides application and natural enemy releases. *J. Theor. Biol.* 264, 517 623-638.

Tecnologias de produção de soja- Região Central do Brasil (2014), Londrina: Embrapa soja 2013. 265p. (Embrapa soja. Sistemas de Produção, 16).

Tillman, P. G. (2011), Natural biological control of stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) eggs in corn, peanut, and cotton farmscapes in Georgia. *Environmental Entomology* 40, 303–314.

Tognon, R.; Sant'Ana, J.; and Jahnke, S. M. (2014), Influence of original host on chemotactic behaviour and parasitism in *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastridae). *Bulletin of Entomological Research* 104, 781–787

Tognon, R.; Sant'Ana, J.; Michereff, M. F. F.; Laumann, R. A.; Borges, M. Blassioli-Moraes, M. C.; Redaelli, L. R. (2020), Kairomones from *Euschistus heros* egg masses and their potential use for *Telenomus podisi* parasitism improvement. *Bulletin of Entomological Research* 1–7. [https://doi.org/ 10.1017/S000748532000019X](https://doi.org/10.1017/S000748532000019X)

Turchen, L. M. V.; Golin, A. R.; Butnariu, R. N. C.; Guedes, M. J. B. P. (2016), Lethal and sublethal effects of insecticides on the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera:Platygastridae) **Journal of Economic Entomology**, Volume 109, Issue 1, Pages 84–92.

Torres, J. B.; and Bueno, A. F. (2016), Conservation biological control using selective insecticides, A valuable tool for IPM. *Biological Control*, 126: 53-64.

Tuelher, E. S.; Silva, É. H.; Hirose, E.; Guedes, R. N.; Oliveira, E. E. (2016), Competition between the phytophagous stink bugs *Euschistus heros* and *Piezodorus guildinii* in soybeans. *Pest Manag Sci* 72:1837–1843.

USDA. United States Departamento of Agriculture. World Agricultural Production. (2020), Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/brazil-brazilian-commodity-prices-hit-record-levels>. Acessado em: Junho de 2020.

Van Lenterem, J. C.; and Bueno, V. H. P. (2003), Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, 48: 123-39.

Van Lenteren, J. C.; Bolckmans, K.; Kohl, J.; Ravensberg, W. J.; Urbaneja, A. (2017). Biological control using invertebrates and microorganisms: Plenty of new opportunities. *BioControl*, 62, 1-25. [https://doi.org/ 10.1007/s10526-017-9801-4](https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4)

Van Lenteren, J. C. (2012), The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, 57(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>

Willrich, M. M.; Leonard, B. R.; Cook, D. R. (2003), Laboratory and field evaluations of insecticide toxicity to stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae. *J Cotton Sci* 7:156–163.

CAPÍTULO III

Como diminuir o uso de inseticidas químicos para o controle do percevejo-marrom na soja?

Suélen Cristina da Silva Moreira¹; Harley Nonato de Oliveira²; Rodrigo Arroyo Garcia²

¹Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

²Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Resumo: Entre os fatores que podem afetar a produtividade da soja, podemos citar os insetos, especialmente os do grupo de percevejos, que atacam diretamente a vagem e os grãos. Entre os percevejos que causam danos na soja, destaca-se o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae). O Manejo Integrado de Pragas (MIP) sugere que seja realizado o controle de pragas através da associação de diferentes táticas, tais como o uso de cultivares tolerantes, o controle biológico e a utilização de agrotóxicos, priorizando inseticidas seletivos e mais seguros ao homem e ao meio ambiente. Uma opção para controle de percevejos fitófagos, é a liberação do parasitoide de ovos *Telenomus podisi*. O objetivo do presente trabalho foi minimizar a necessidade de utilização de inseticidas químicos para controle do percevejo-marrom na soja através da associação entre a cultivar tolerante BRS 543 RR e liberações do parasitoide de ovos do percevejo-marrom, *T. podisi*. O estudo foi conduzido durante a safra 2018/2019, onde teve o tratamento 1, nessa área foi semeado uma das cultivares de soja predominantes na região, sem tolerância a percevejos e quando, nas amostragens semanais, observou-se o nível de infestação com 2 percevejos por pano de batida, foi realizada a pulverização com inseticida para controle do percevejo. No talhão 2, também foi semeada a mesma cultivar de soja predominante na região, sem tolerância a percevejos. Nessa área, para controle do percevejo, foram realizadas 3 liberações do parasitoide de ovos *T. podisi*, com a população de 10.000 parasitoides/hectare em cada uma das liberações. Em uma terceira área (talhão 3), foi realizada a semeadura da cultivar BRS 543 RR, tolerante ao percevejo. Nesse talhão, também foram realizadas 3 liberações do parasitoide *T. podisi* (10.000 parasitoides/hectare) para o controle de percevejos. Essas áreas foram monitoradas semanalmente com a utilização do pano-de-batida. Registrou-se o número de percevejos por pano-de-batida, tanto de ninfas grandes

(maiores do que 5 mm) quanto o de adultos. Ao final do ciclo da cultura colheu-se a soja em quatro diferentes pontos de cada talhão para realizar o teste de tetrazólio visando avaliar os danos causados nas sementes por percevejos. A qualidade dos grãos produzidos foi melhor na área de controle biológico em associação com a cultivar tolerante em relação aos demais tratamentos, com base nos parâmetros analisados pelo teste de tetrazólio. O controle biológico do percevejo *E. heros*, utilizado de forma associada a cultivar tolerante, BRS 543 RR, foi eficaz para manter a sua população abaixo do nível de controle recomendado para essa variedade durante toda a fase reprodutiva da soja.

Palavras-chave: *Euschistus heros*, controle biológico, soja tolerante, *Telenomus podisi*, controle genético

Introdução

Os custos de produção na cultura da soja vêm aumentando nas últimas safras, ultrapassando a cifra de R\$ 3.400,00 por hectare, o que pode comprometer a viabilidade da atividade (Richett, 2019). A quantidade de insumos utilizados, principalmente aqueles relacionados à fitossanidade da lavoura, apresenta considerável aumento, seja pela maior ocorrência das pragas/doenças ou mesmo pela menor eficiência do manejo e/ou produtos químicos utilizados (Conte et al., 2019).

Entre os fatores que podem afetar a produtividade da soja, podemos citar os insetos, especialmente os do grupo de percevejos, que atacam diretamente a vagem e os grãos, causando perdas como aborto de vagens e grãos, atrofia de grãos, redução de massa, tamanho e teor de óleo dos grãos e germinação e vigor das sementes, além da ocorrência de distúrbios fisiológicos na planta como o retardamento da maturação, o que acarreta em menor produtividade da lavoura (Corrêa-Ferreira and Azevedo 2002),

Na soja Intacta, praticamente toda a utilização de inseticidas é voltada para o controle de percevejos, pois a tecnologia proporciona o controle das principais lagartas, exceto as do gênero *Spodoptera* (Conte et al., 2019). Com isso, observou-se uma redução no monitoramento e no número de pulverizações na cultura. Esta mudança tem favorecido um aumento substancial de insetos sugadores no sistema, como o complexo de percevejos (Hattes e Jakob, 2020).

Entre os percevejos que causam danos na soja, destaca-se o percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), que é a espécie mais abundante e tem grande destaque no Norte do Paraná, Brasil Central (Bueno et al., 2015; Thuelher et al., 2016) e região do MATOPIBA, destacando-se tanto pelas grandes populações e pelos danos causados, quanto pela dificuldade de controle (Tecnologias...2017).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) busca manter o equilíbrio no ecossistema da soja, colaborando com a sustentabilidade da lavoura e a preservação do meio ambiente, evitando o uso excessivo de produtos químicos. Para tanto, no MIP realiza-se o controle de pragas através da associação de diferentes táticas, tais como o uso de cultivares tolerantes, o controle biológico e a utilização de agrotóxicos, priorizando inseticidas seletivos e mais seguros ao homem e ao meio ambiente (Gallo et al., 2002).

As cultivares de soja tolerantes ao ataque de percevejos apresentam menor perda de rendimento, maior qualidade de grãos, menor retenção foliar e produção de grãos chochos, em comparação com as cultivares suscetíveis, quando ambas são submetidas à uma mesma população da praga (Hoffmann-Campo et al., 2019). Com o lançamento da tecnologia Block,

a Embrapa vem desenvolvendo cultivares que auxiliam no manejo de percevejos, conferindo maior proteção à lavoura em situação de surtos populacionais desta praga (Hoffmann-Campo et al., 2019). A BRS 1003IPRO e a BRS 391 já são exemplos de cultivares comerciais que apresentam essas características diferenciais, e novas linhagens de soja estão sendo desenvolvidas no programa de melhoramento genético, em que os níveis de tolerância ao percevejo são maiores (Hoffmann-Campo et al., 2019). Essa tecnologia também se encontra na cultivar BRS 543 RR já está disponível no mercado.

Outra opção para controle de percevejos fitófagos, que vem sendo mais utilizada a cada ano, é a liberação do parasitoide de ovos *Telenomus podisi*. Esse inimigo natural é criado e comercializado por empresas/laboratórios especializados na produção de agentes de controle biológico (Mils et al., 2010; Bueno et al., 2020)

O objetivo do presente estudo foi minimizar a necessidade de utilização de inseticidas químicos para controle do percevejo-marrom na soja através da associação entre o parasitoide de ovos do percevejo-marrom, *T. podisi* e a cultivar tolerante BRS 543 RR.

Materiais e Métodos

Foram conduzidos 3 talhões de soja na área experimental da Embrapa agropecuária Oeste. No tratamento 1 foi semeada uma das cultivares de soja predominantes na região, sem tolerância a percevejos e quando, nas amostragens semanais, observou-se o nível de infestação com 2 percevejos por pano de batida, foi realizada a pulverização com inseticida. No talhão 2, também foi semeada a mesma cultivar de soja predominante na região, sem tolerância a percevejos. Nessa área, para controle do percevejo, foram realizadas 3 liberações do parasitoide de ovos *T. podisi*, com a população de 10.000 parasitoides/hectare em cada uma das liberações. Em uma terceira área (talhão 3), foi realizada a semeadura da cultivar BRS 543 RR, tolerante ao percevejo. Nesse talhão, também foram realizadas 3 liberações do parasitoide *T. podisi* (10.000 parasitoides/há). As liberações foram realizadas manualmente nas duas safras, utilizando-se parasitoides na forma de pupas que estavam presentes no interior de cartelas de papelão, distribuídas nas áreas de soja, conforme recomendação do fabricante. A primeira liberação dos parasitoides nas áreas ocorreu quando foram constatados os primeiros adultos ou ninfas grandes ($\geq 5\text{mm}$) ou quando foram observadas as primeiras posturas do percevejo *E. heros* na cultura, enquanto a segunda e a terceira liberação realizada na área com soja tolerante ocorreu, respectivamente, aos 7 e 15 dias após a primeira liberação na área com soja tolerante. Já na área com soja convencional a segunda e terceira liberação foram realizadas, respectivamente, aos 20 e 27 dias após a primeira liberação. Essas áreas

foram monitoradas semanalmente com a utilização do pano-de-batida (1,0 m comprimento x 0,5 m de largura), sendo amostrados 8 pontos em cada uma das áreas para avaliação dos níveis populacionais de percevejos. Registrou-se o número de percevejos por pano-de-batida, tanto de ninfas grandes (≥ 5 mm) quanto o de adultos. O manejo de doenças e de plantas daninhas foi realizado de acordo com as recomendações técnicas para a soja (Reunião de pesquisa de Soja, 2017). Por ocasião da colheita, amostras de grãos foram separadas e os índices de danos foram avaliados pelo teste de tetrazólio conforme a metodologia descrita por França Neto et al. (1998). Considerou-se no teste de tetrazólio além do potencial germinativo, o vigor e o número de grãos danificados (escala 1-8) e inviabilizados (escala 6-8) pelos percevejos, tendo esta avaliação quatro repetições, representadas por 50 sementes, para cada tratamento.

Resultados

No tratamento 1, área com soja sem tolerância, foram realizadas duas aplicações de inseticidas em R5.4 e R7, quando a população de percevejos atingiu 2 percevejos/m. (Figura 1). Já no tratamento onde se utilizou somente o parasitoide *T. podisi* para controle do percevejo-marrom (Tratamento 2), a primeira liberação ocorreu no estágio R4, a segunda liberação no estágio R5.2 e a terceira em R5.3, atingindo 5,25 percevejos por pano de batida na fase R9 (Figura 1, Tabela 1). Na área cujo controle do percevejo foi realizado através do uso da cultivar BRS 543 RR (Tratamento 3), associado a liberações do parasitoide *T. podisi*, somente se verificou o alcance do índice populacional preconizado para controle na última amostragem (2,25 percevejos/m), realizada na fase fenológica R7 (Figura 1, Tabela 1).

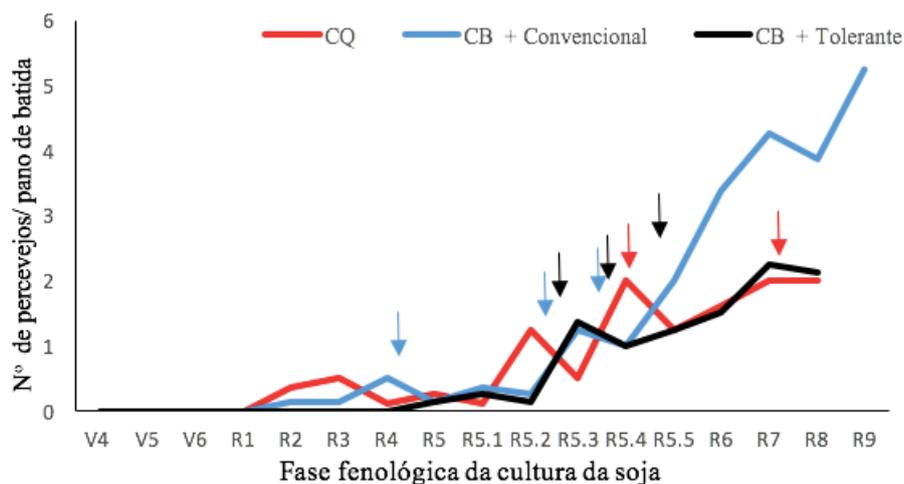


Figura 1 – Número médio do percevejo-marrom (ninfas ≥ 5 mm + adultos)/ metro linear de fileira de soja amostrados nas diferentes fases fenológicas da soja suscetível e da cultivar BRS 543 RR tolerante à praga. Dourados, MS. Safra 2018/2019. Embrapa Agropecuária Oeste.

As setas negras e azuis indicam os períodos em que foram realizadas as liberações do parasitoide *Telenomus podisi* e as vermelhas as aplicações de inseticidas químicos visando o controle de *E. heros* na soja.

CQ – Controle Químico em soja sem tolerância

CB + Convencional – Controle biológico em soja sem tolerância

CB + Tolerante – Controle biológico na cultivar de soja tolerante

Tabela 1. Picos populacionais de percevejos na soja sem tolerância + controle químico (CQ), soja sem tolerância + controle biológico (CB+ Convencional) e na cultivar tolerante BRS 543 RR + controle biológico (CB + Tolerante), seus danos nos grãos, potencial germinativo e vigor de sementes de soja na safra 2018/2019. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS. Safra 2018/2019.

	Tratamentos		
	CQ ³	CB+ Convencional ⁴	CB+ Tolerante ⁵
Pico – N° de percevejo m ⁻²			
¹ /Estágio Soja	2,00 – R5.4/R7	5,25 – R9	2,25 – R7
Dano por percevejo (1-8)* ¹	28,0	38,5	18,0
Dano por percevejo (6-8)* ²	10,7	35,5	7,5
Vigor (%)	40	16	64
Potencial germinativo (%)	78	43	85

* Classe de vigor do teste de tetrazólio:

¹(escala 1-8) Percentagem de sementes picadas por percevejos.

²(escala 6-8) Percentagem de sementes inviabilizadas pelos percevejos.

³CQ – Controle Químico em soja sem tolerância

⁴CB + Convencional – Controle biológico em soja sem tolerância

⁵CB + Tolerante – Controle biológico na cultivar de soja tolerante

Discussão

Avaliando a área com soja sem tolerância, onde somente foi utilizada a liberação de parasitoides para controle do percevejo-marrom, observa-se que as liberações realizadas nas fases R4 e R5.2 conseguiram manter os níveis populacionais do percevejo abaixo daqueles que se recomenda uma intervenção com inseticidas (Figura 1). No entanto, a última liberação realizada em R5.3, não conseguiu manter a população do percevejo abaixo do nível de controle até o final do ciclo da soja, atingindo 5,25 percevejos por pano de batida na fase R9 (Figura 1, Tabela 1). Em uma situação de lavoura comercial, ao se verificar esse aumento, deveria ter sido realizada outra liberação de parasitoide, na tentativa de manter a população em níveis abaixo de 2 percevejos por pano de batida ou realizada a aplicação de um inseticida químico, no sentido de baixar o nível populacional do percevejo e os consequentes danos nas sementes. Vale ressaltar que a pronta disponibilidade de parasitoides ainda é uma dificuldade a ser vencida no processo de produção e disponibilização desse agente de controle biológico, o que facilitaria ao produtor a tomada de decisão quanto ao método de controle.

Na área onde realizou-se a associação de táticas de controle, os menores índices de grãos picados e de grãos inviáveis resultou, consequentemente nos melhores resultados do potencial germinativo, bem como o percentual de vigor. Nos ensaios preliminares conduzidos com a BRS 543RR no sul do Mato Grosso do Sul, os maiores potenciais produtivos (acima de 70 sacas por hectare) para essa cultivar foram obtidos em semeaduras mais tardias, a partir de meados de outubro. Isso é um ponto positivo, pois a época de semeadura em que essa cultivar apresenta maior potencial produtivo coincide com as épocas de semeadura que favorecem as maiores pressões de percevejo. Importante destacar que essa característica de tolerância ao percevejo foi obtida por meio de melhoramento genético tradicional, que é o método mais econômico para o manejo de pragas e doenças (C. A. A. Arias, informação pessoal). De fato, ainda está em estudo a ocorrência de metabólitos secundários que atuam na defesa da soja ao ataque de percevejos sugadores de sementes (Souza et al., 2014; Piubelli et al., 2003). Entretanto, em experimentos realizados no campo, é conhecida a aptidão da cultivar BRS 543 RR em demorar um pouco mais para atingir o nível de controle, resultando na diminuição dos danos na produção de grãos comercializáveis.

De acordo com Michereff et al. (2015), algumas cultivares possuem capacidade de atrair um número de parasitoides benéficos suficientes para controlar as populações de percevejos em condições de campo. Assim, novos estudos podem ser realizados no sentido de verificar se a cultivar BMX 543 RR, têm características capazes de induzir ou favorecer o controle indireto (inimigo natural).

Além disso, é necessário aprimorar o sistema de liberação do parasitoide, buscando verificar outras épocas e métodos de liberação que possam atingir índices ainda melhores no controle do percevejo-marrom. Apesar de se verificar essa potencialidade de se produzir soja sem aplicação de inseticidas, é sempre importante destacar que o monitoramento na condução da lavoura é fator decisivo para uma tomada de decisão que evite uma eventual perda de produtividade e qualidade da produção. Também vale ressaltar que a eficiência da tecnologia depende do ano, qualidade dos parasitoides, época de semeadura e outros fatores biológicos não controláveis. Em adição, mais estudos devem ser realizados visando a implantação de áreas para validação dessa associação de tecnologias, o que poderá ter forte impacto na redução do uso de inseticidas químicos no cultivo da soja.

Conclusão

Os resultados demonstram que é possível produzir soja sem aplicação de inseticida químico para o controle do percevejo-marrom, quando se utiliza a cultivar tolerante BRS 543RR e se realiza pelo menos três liberações de 10.000 parasitoides da espécie *T. podisi* por hectare.

Referências

Bueno, A. F.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Roggia, S.; Bianco R. (2015), Silenciosos e daninhos. Rev. Cultivar, edição 196, p.25-27

Bueno, A. de F.; Braz, E. C.; Favetti, B. M.; França-Neto, J. de B.; Silva, G. V. (2020), Release of the egg parasitoid *Telenomus podisi* to manage the Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros*, in soybean production. Crop Protection [doi:10.1016/j.cropro.2020.105310](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105310)

Conte, O.; Oliveira, F. T. de.; Harger, N.; Corrêa-Ferreira, S. B.; Rogia, S.; Prando, A. M.; Possamai, J. A. E.; Reis, E. A.; Marx, E. F. (2019), Resultado do manejo integrado de pragas da soja na safra 2018/2019 no Paraná.

Corrêa-Ferreira, B. S., e Azevedo, J. (2002), Soybean seed damage by different species of stink bugs. Agric. Forest Entomol. 4, 145-150.

Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C.; Berti Filho, E.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B.; Vendramin, J. D.; Marchini, L. C.; Lopes, J. R. S.; Omoto, C. (2002) **Entomologia agrícola**. FEALQ. Piracicaba. 920 pp.

França-Neto, J. B.; Krzyzanowski, F.C.; Costa, N. P. (1998), O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: Embrapa Soja, p. 72 (Documentos, 116).

Hoffmann-Campo, C. B, Arias; C. A. A.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Lima, D.; Lorini, I.; Melo, C. L. P. (2019), Manejo Reforçado. Revista Cultivar Grandes Culturas, n. 245. p.14.

Mills, N. (2010), Egg parasitoids in biological control and integrated pest management. In: Cònsoli F. L., Parra J. R. P., Zucchi R. A. (eds) Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma. Springer, Dordrecht, Te Netherlands, pp 389–412.

Michereff, M.F.F., Michereff Filho, M., Blassioli-Moraes, M.C., Laumann, R.A., Diniz, I.R., Borges, M. (2015), Effect of resistant and susceptible soybean cultivars on the attraction of egg parasitoids under field conditions. J. Appl. Entomol. 139, 207e216. <http://dx.doi.org/10.1111/jen.12148>.

Piubelli, G. C., Hoffmann-Campo, C. B., de Arruda, I. C., Lara, F. M. (2003). Nymphal development, lipid content, growth and weight gain of *Nezara viridula* (L.)

(Heteroptera: Pentatomidae) fed on soybean genotypes. Neotrop. Entomol. 32, 127e132. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2003000100019>.

Richetti, A. Viabilidade econômica para da cultura da soja para safra 2019/2020, na região Centro-Sul de Mato Grosso do Sul (2019), Embrapa Agropecuário Oeste. Dourados, MS.

Rattes, J. F. and Jakoby, G. L. (2020), Aplicação correta de inseticida contra percevejos em soja. n 254, p. 12.

Tecnologias (2017), Reunião de Pesquisa de Soja. Ata da XXXV Reunião de Pesquisa de Soja. Londrina: Embrapa Soja, 133 p. Série Documentos. Embrapa Soja.

Souza, P.V., Machado, B.R., Cristina, D., Menezes, P.P., Araújo, M.S., Jesus, F.G., (2014), Effect of resistance and trichome inducers on attraction of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) to soybeans. Afr. J. Agric. Res. 9, 889e894. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2013.8030>.

Tuelher, E. S.; Silva, É. H.; Hirose, E.; Guedes, R. N.; Oliveira, E. E. (2016), Competition between the phytophagous stink bugs *Euschistus heros* and *Piezodorus guildinii* in soybeans. Pest Manag Sci 72:1837–1843

ANEXO



Figura 1. Pupas do parasitoide *T. pretiosum* no interior de cápsulas de papelão (A) Cartelas contendo pupas do parasitoide *T. podisi* (B). Dourados, MS, Safra 2017/2018. Embrapa Agropecuária Oeste.



Figura 2. Parasitoide *T. podisi* rodeando postura de *E. heros* (A) Postura de *E. heros* parasitada (B). Dourados, MS, Safra 2018/2019. Embrapa Agropecuária Oeste.



Figura 3 Armadilha do tipo Delta iscadas com septo de feromônio sexual sintético. Dourados, MS, Safra 2018/2019. Embrapa Agropecuária Oeste.



Figura 1. Semente corada pelo sal de tetrazólio, apresentado danos característico de picadas de percevejos. Dourados, MS, Safra 2018/2019. Embrapa Agropecuária Oeste.



Figura 2 Semente corada pelo sal de tetrazólio, aparentemente sem dano característico de picadas de percevejos. Dourados, MS, Safra 2018/2019. Embrapa Agropecuária Oeste.



Figura 1. Grãos de soja colhidos nas áreas onde foram realizadas liberações de *T. podisi*, com diferentes cultivares: soja Convencional (A), soja Tolerante (B).