

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**Dinâmica populacional diurna e seletividade de inseticidas para
Geocoris spp. (Hemiptera: Geocoridae), *Zelus* spp. (Hemiptera:
Reduviidae) e *Solenopsis* spp. (Hymenoptera: Formicidae)
na cultura da soja**

MATEUS FUCHS LEAL

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020**

Dinâmica populacional diurna e seletividade de inseticidas para
Geocoris spp. (Hemiptera: Geocoridae), *Zelus* spp. (Hemiptera:
Reduviidae) e *Solenopsis* spp. (Hymenoptera: Formicidae)
na cultura da soja

MATEUS FUCHS LEAL
Engenheiro Agrônomo

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO EDUARDO DEGRANDE

Dissertação de mestrado apresentada à
Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Produção Vegetal
da Faculdade de Ciências Agrárias.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L435d Leal, Mateus Fuchs

Dinâmica populacional diurna e seletividade de inseticidas para *Geocoris* spp. (Hemiptera: Geocoridae), *Zelus* spp. (Hemiptera: Reduviidae) e *Solenopsis* spp. (Hymenoptera: Formicidae) na cultura da soja [recurso eletrônico] / Mateus Fuchs Leal. -- 2020.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Paulo Eduardo Degrande .

Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. abundância. 2. dominância. 3. toxicidade. 4. artrópodes-predadores. I. Degrande, Paulo Eduardo. II. Título.

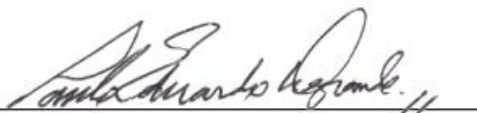
Dinâmica populacional diurna e seletividade de inseticidas para
Geocoris spp. (Hemiptera: Geocoridae), *Zelus* spp. (Hemiptera:
Reduviidae) e *Solenopsis* spp. (Hymenoptera: Formicidae)
na cultura da soja

por

MATEUS FUCHS LEAL

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovado em: 31/07/2020



Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Fabrício Fagundes Pereira
Membro titular – UFGD/FCA



Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho
Membro titular – UFLA/Departamento de Entomologia



Dr. Daniel Ricardo Sosa-Gomez
Membro titular – Embrapa Soja

DEDICATÓRIA

A todos os meus familiares, amigos e colegas, eu dedico esta dissertação...

“... there is no shame in not knowing. The problem arises when irrational thought and attendant behavior fill the vacuum left by ignorance.”

Neil deGrasse Tyson

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Miguel Antonio Leal de Oliveira, minha mãe Zaide Maria Fuchs de Oliveira, por todos os ensinamentos e valores durante a minha criação, além de terem me proporcionado condições e incentivos para os estudos.

Aos meus irmãos: Juliana Fuchs Braga, João Paulo Fuchs de Oliveira, Patrícia Souza Leal (*in memoriam*) e Cristiane Oliveira.

À minha namorada Geslaine Pereira Pinho, por todo o amor, carinho, companheirismo e compreensão.

Aos meus sogros: Almiro Pereira e Isabel Pinho.

Aos meus cunhados: Emídio Felis da Silva e Gean Pereira Pinho.

A todos os professores da Escola Estadual Manoel Ferreira de Lima de Maracaju/MS; escola que estudei desde a primeira série do Ensino Fundamental até o terceiro ano do Ensino Médio, por terem contribuído com a minha formação escolar.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Paulo Eduardo Degrande, que desde o período da graduação me ensinou a importância do foco, dedicação, ética e profissionalismo na formação acadêmica, profissional e pessoal.

Ao ex-tutor do Programa de Educação Tutorial (PET – Agronomia) Professor Dr. Walber Luiz Gavassoni, que durante a graduação me ensinou a importância do trabalho em equipe, liderança, compromisso e responsabilidade nas atividades de pesquisa, ensino e extensão.

À Professora Dra. Rosilda Mara Mussury Franco Silva e a Dra. Irys Fernanda Santana Couto, minha orientadora e co-orientadora de I.C. pelos valiosos ensinamentos e por terem me iniciado na pesquisa científica.

À Ex-laboratorista Janete Pezarine Greff de Lima, do Laboratório de Entomologia Aplicada, pela amizade, por sempre ter dado suporte na organização do laboratório e por fazer o melhor cafezinho da UFGD.

Aos meus colegas e amigos que conheci no Laboratório de Entomologia Aplicada pela amizade e companheirismo: Ana Maria Nascimento Scoton; Camila Vilhasanti; Carlos Eduardo Carducci Gomes; Danilo Renato Santiago Santana; Diego Sampaio Marques Torraca; Ellen Patrícia de Souza; Evandro Gauer; Filipe Lemo Jacques; Kellen Maggioni; Lucas Silva Santana; Mariany Balbuena; Matheus Dalla Cort Pereira; Rafael Azevedo da Silva; Renato Anastácio Guazina; Ricardo Oliveira dos Santos; Rosalia Azambuja; Vanusa Rodrigues Horas; Vinícius de Oliveira Barbosa e Waldenio Araújo.

Aos servidores e funcionários da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) que me auxiliaram nos tratamentos culturais dos experimentos.

A todas professoras e professores da Faculdade de Ciências Agrárias e Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados pela dedicação e compromisso com a qualidade no ensino.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento financeiro através da bolsa de Mestrado.

Aos membros da banca examinadora por suas valiosas sugestões e recomendações.

A todos acima citados, meus sinceros e profundos agradecimentos!

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| LISTA DE TABELAS..... | ix |
| LISTA DE FIGURAS | x |
| Resumo geral..... | 13 |
| Abstract | 14 |
| Introdução geral..... | 15 |
| Referências bibliográficas..... | 21 |
| Capítulo 1: Dinâmica populacional diurna dos predadores <i>Geocoris</i> sp. (Hemiptera: Geocoridae), <i>Zelus</i> sp. (Hemiptera: Reduviidae) e <i>Solenopsis</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae) em cultura de soja | 26 |
| Resumo | 26 |
| Abstract | 27 |
| Introdução | 28 |
| Material e Métodos | 29 |
| Cultivo de soja..... | 29 |
| Tratamentos..... | 29 |
| Amostragem dos artrópodes predadores | 29 |
| Análise estatística | 30 |
| Resultados e Discussão..... | 31 |
| Abundância e dominância da artropodofauna | 31 |
| Distribuição temporal diurna dos predadores | 32 |
| Conclusões | 38 |
| Referências | 39 |
| Capítulo 2: Seletividade de inseticidas aos artrópodes predadores de insetos pragas da cultura da soja [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill] | 42 |
| Resumo | 42 |
| Abstract | 43 |
| Introdução | 44 |
| Material e métodos..... | 45 |
| Cultivo de soja na área experimental | 45 |
| Inseticidas utilizados nos tratamentos..... | 46 |
| Amostragem prévia..... | 47 |
| Aplicação dos inseticidas | 48 |
| Avaliações da redução populacional de artrópodes predadores..... | 49 |
| Delineamento experimental e análise dos dados..... | 49 |
| Classificação da seletividade..... | 49 |
| Resultados e Discussão..... | 50 |
| Diversidade e abundância da artropodofauna..... | 50 |
| Seletividade dos inseticidas para <i>Solenopsis</i> sp..... | 51 |

| | |
|---|-----------|
| Seletividade dos inseticidas para <i>Geocoris sp.</i> | 57 |
| Seletividade dos inseticidas para <i>Zelus sp.</i> | 62 |
| Seletividade ao complexo de predadores | 66 |
| Classificação da seletividade – Classes da IOBC | 70 |
| Conclusões | 72 |
| Referências | 73 |

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1: Dinâmica populacional diurna dos predadores *Geocoris* sp. (Hemiptera: Geocoridae), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) e *Solenopsis* sp. (Hymenoptera: Formicidae) em cultura de soja

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Análise de dominância dos gêneros de insetos-predadores amostrados na área experimental de soja. Safra 2018/2019 – Dourados, MS. | 32 |
| Tabela 2: Número médio de insetos-predadores dominantes \pm desvio padrão, amostrados durante o experimento de distribuição temporal dos insetos-predadores na cultura da soja. Safra 2018/2019, Dourados, MS. | 36 |

Capítulo 2: Seletividade de inseticidas aos artrópodes-predadores de insetos-pragas da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Tratamentos dos experimentos 1 e 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS. | 47 |
| Tabela 2: Número médio e porcentagem de redução (%) de <i>Solenopsis</i> sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 1. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS. ... | 53 |
| Tabela 3: Número médio e porcentagem de redução (%) de <i>Solenopsis</i> sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS. ... | 56 |
| Tabela 4: Número médio e porcentagem de redução (%) de <i>Geocoris</i> sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 1. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS. ... | 58 |
| Tabela 5: Número médio e porcentagem de redução (%) de <i>Geocoris</i> sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS. ... | 61 |
| Tabela 6: Número médio e porcentagem de redução (%) de <i>Zelus</i> sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 1. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS. ... | 63 |
| Tabela 7: Número médio e porcentagem de redução (%) de <i>Zelus</i> sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS. ... | 65 |

Tabela 8: Número médio e porcentagem de redução (%) do complexo de predadores* em parcelas de plantas de soja no experimento 1. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS. 67

Tabela 9: Número médio e porcentagem de redução (%) do complexo de predadores* em parcelas de plantas de soja no experimento 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS. 69

Tabela 10: Classificação da seletividade a campo de inseticidas aos artrópodes predadores da cultura da soja durante o ano agrícola de 2018/2019. Dourados, MS. 70

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1: Dinâmica populacional diurna dos predadores *Geocoris* sp. (Hemiptera: Geocoridae), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) e *Solenopsis* sp. (Hymenoptera: Formicidae) em cultura de soja.

Figura 1: Análise de regressão sobre a abundância (n° de insetos) de *Zelus* sp. na cultura da soja. a = primeira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.1). b = segunda semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.2). c = terceira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.3). d = quarta semana de avaliação (soja no estágio fenológico R8). no = número de insetos. Ano agrícola 2018/2019, Dourados, MS. 33

Figura 2: Análise de regressão sobre a abundância (n° de insetos) de *Geocoris* sp. na cultura da soja. a = primeira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.1). b = segunda semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.2). c = terceira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.3). d = quarta semana de avaliação (soja no estágio fenológico R8). no = número de insetos. Ano agrícola 2018/2019, Dourados, MS. 34

Figura 3: Análise de regressão sobre a abundância (n° de insetos) de *Solenopsis* sp. na cultura da soja. a = primeira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.1). b = segunda semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.2). c = terceira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.3). d = quarta semana de avaliação (soja no estágio fenológico R8). no = número de insetos. Ano agrícola 2018/2019, Dourados, MS. 34

Dinâmica populacional diurna e seletividade de inseticidas para *Geocoris* spp. (Hemiptera: Geocoridae), *Zelus* spp. (Hemiptera: Reduviidae) e *Solenopsis* spp. (Hymenoptera: Formicidae) na cultura da soja

Mateus Fuchs Leal¹; Paulo Eduardo Degrande¹; Filipe Lemos Jacques¹; Evandro Gauer¹

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, CEP 79804-970 Dourados, MS, Brasil. E-mail: mateusfuchs92@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br.

Resumo geral

O predatismo é um fator determinante para o controle das populações de pragas. Portanto, entender o comportamento dos predadores a campo é fundamental dentro de uma estratégia conservacionista de Controle Biológico. Os inseticidas são defensivos fitossanitários que desempenham um importante papel na proteção de plantas do ataque de pragas. De outro lado, problemas podem advir do uso de inseticidas não seletivos aos inimigos naturais, como a ressurgência de pragas primárias, aumento de pragas secundárias e contribuição ao problema da resistência de pragas. Todavia, mesmo que a inocuidade de um produto possa ser definida em laboratório, é em condições de campo que a toxicidade pode ser confirmada, onde as espécies de inimigos naturais encontram as condições naturais de abrigo, proteção, alternativas de escape, alimentação e sobrevivência. No primeiro capítulo, o experimento objetivou analisar o comportamento de três predadores de pragas da soja (*Geocoris* sp., *Zelus* sp. e *Solenopsis* sp.) quanto à abundância, dominância relativa e distribuição temporal diurna. No segundo capítulo, os dois experimentos tiveram como objetivos, aplicar e validar a metodologia experimental de ensaios de seletividade proposta pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Soja e avaliar e classificar os inseticidas mais utilizados regionalmente quanto a seletividade aos artrópodes predadores na cultura da soja. Os experimentos dos dois capítulos foram conduzidos na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA/UFGD). O delineamento experimental do estudo de dinâmica populacional temporal das três espécies mencionadas anteriormente foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 blocos (4 repetições ao longo do tempo). Nos dois experimentos de seletividade de inseticidas, o delineamento foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 5 repetições. No estudo de dinâmica populacional temporal (cap. 1) as espécies mais abundantes foram: *Zelus* sp. (37%); *Geocoris* sp. (27%) e *Solenopsis* sp. (27%). Os predadores mais dominantes, de acordo com o Índice de Simpson foram: *Geocoris* sp., seguidos por *Zelus* sp. e *Solenopsis* sp. Não foram constatadas diferenças significativas quanto a distribuição temporal diurna para o forrageamento de *Zelus* sp. *Geocoris* sp. tem preferência para o forrageamento a partir das 15h. A taxa de forrageamento de *Solenopsis* sp. aumenta a partir das 17h. Nos experimentos de seletividade de inseticidas (cap. 2), os táxons de artrópodes-predadores mais abundantes no primeiro experimento foram: *Solenopsis* sp. (47%), *Geocoris* sp. (16%) e *Zelus* sp. (9%). No segundo experimento, os artrópodes-predadores mais abundantes foram: *Zelus* sp. (79%), *Geocoris* sp. (6%) e *Solenopsis* sp. (4%). Proclaim[®] 50 WG e Premio[®] 200 SC foram os inseticidas mais seletivos ao complexo de predadores. Conclui-se que a metodologia é válida para discriminar o impacto dos inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes a campo, no curto prazo, o que contribui para a implementação no Manejo Integrado de Pragas.

Palavras-chave: abundância; dominância; toxicidade; artrópodes-predadores

Abstract

Predatism is a determining factor for the control of pest populations. Therefore, understanding the behavior of predators in the field is fundamental within a conservation strategy of Biological Control. Insecticides are phytosanitary pesticides that play an important role in protecting plants from attack by pests. On the other hand, problems may arise from the use of non-selective insecticides to natural enemies, such as the resurgence of primary pests, an increase in secondary pests and a contribution to the problem of pest resistance. However, even if the innocuousness of a product can be defined in the laboratory, it is under field conditions that toxicity can be confirmed, where species of natural enemies find natural conditions for shelter, protection, escape alternatives, food and survival. In the first chapter, the experiment aimed to analyze the behavior of three soybean pest predators (*Geocoris* sp., *Zelus* sp. And *Solenopsis* sp.) Regarding abundance, relative dominance and diurnal temporal distribution. In the second chapter, the two experiments aimed to apply and validate the experimental methodology of selectivity tests proposed by the Brazilian Soy Research Commission and to evaluate and classify the most widely used insecticides regionally in terms of selectivity to predatory arthropods in soybean culture. The experiments in the two chapters were conducted at the Experimental Farm of Agricultural Sciences (FAECA / UFGD). The experimental design of the study of temporal population dynamics of the three species mentioned above was that of randomized blocks with 5 treatments and 4 blocks (4 repetitions over time). In the two experiments of selectivity of insecticides, the design was that of randomized blocks with 5 treatments and 5 repetitions. In the study of temporal population dynamics (ch. 1) the most abundant species were: *Zelus* sp. (37%); *Geocoris* sp. (27%) and *Solenopsis* sp. (27%). The most dominant predators, according to the Simpson Index, were: *Geocoris* sp., Followed by *Zelus* sp. and *Solenopsis* sp. No significant differences were found regarding the diurnal temporal distribution for the foraging of *Zelus* sp. *Geocoris* sp. has preference for foraging after 3pm. The foraging rate of *Solenopsis* sp. increases from 17h. In the insecticide selectivity experiments (chap. 2), the most abundant arthropod-predator taxa in the first experiment were: *Solenopsis* sp. (47%), *Geocoris* sp. (16%) and *Zelus* sp. (9%). In the second experiment, the most abundant arthropod predators were: *Zelus* sp. (79%), *Geocoris* sp. (6%) and *Solenopsis* sp. (4%). Proclaim[®] 50 WG and Premio[®] 200 SC were the most selective insecticides to the predator complex. It is concluded that the methodology is valid to discriminate the impact of insecticides to natural enemies occurring in the field, in the short term, which contributes to the implementation in Integrated Pest Management.

Key-words: abundance; dominance; toxicity; predatory arthropods

Introdução geral

A manutenção das populações de artrópodes predadores, parasitoides e patógenos é de fundamental importância, no sentido de manter o equilíbrio das populações de artrópodes pragas ocorrentes nos agroecossistemas.

O controle biológico natural minimiza a necessidade da intervenção do homem no controle de pragas, porém, somente em algumas poucas situações, as pragas são mantidas abaixo do nível de controle sem o uso complementar de inseticidas (Degrande et al., 2002).

É evidente a grande diversidade de pragas que ocorrem na cultura da soja, desde aquelas subterrâneas e da parte aérea das plantas, que podem causar redução na produtividade do cultivo, na qualidade de grãos ou sementes e na rentabilidade do produtor (Sosa-Gómez et al., 2014).

A taxa de mortalidade causada por artrópodes predadores é um fator biótico determinante na regulação das populações de pragas. Alguns deles são fundamentais para o controle biológico natural como componentes chaves para as táticas sustentáveis de Manejo Integrado de Pragas (MIP), que podem permitir reduções significativas no uso de pesticidas químicos, contribuindo para a manutenção do equilíbrio biológico dos agroecossistemas (Symondson et al., 2002).

Predadores generalistas possuem algumas diferenças em relação aos predadores especialistas, pois eles podem preda espécies de insetos-praga exóticos recém introduzidos num dado agroecossistema, uma vez que podem não existir predadores e/ou parasitoides especialistas que possam controlá-los. Além do mais, podem retardar a evolução para a resistência aos inseticidas e para as biotecnologias transgênicas em razão da predação de insetos-praga, sejam eles resistentes ou não (Symondson et al., 2002).

No mundo, mais de 240 espécies foram descritas dentro do gênero *Geocoris* e devido a sua ampla distribuição geográfica, alta longevidade, onivoria facultativa e comportamento predatório em todas os seus estágios de vida, exercem um papel importante no controle biológico de insetos-praga, predando afídeos, cochonilhas, besouros, cigarras, percevejos, pequenas lagartas e ácaros (Tillman, 2015; Solhjouy-Fard & Sarafrazi, 2016).

Conhecidos popularmente por “percevejos assassinos”, o gênero *Zelus* compreende 96 espécies descritas até o presente momento. Espécies desse gênero são endêmicas das Américas e estão distribuídas geograficamente desde o Canadá até a Argentina e Chile, incluindo o Caribe. Esses insetos foram introduzidos em ilhas do Oceano Pacífico e mais recentemente na Europa (Petraakis & Moulet, 2011; Zhang et al., 2016; Simov et al., 2017). Em condições favoráveis podem atingir densidades populacionais que variam de a 50 a 75 mil espécimes por hectare, podendo diminuir as infestações de lagartas (Ables, 1978).

Uma característica marcante dos percevejos predadores, é o fato de realizarem digestão extraoral, inserindo suas peças bucais no corpo de suas presas, realizando movimentos que perfuram e laceram seus tecidos. A porção segmentada do rostro destes percevejos serve como bainha para quatro estiletos perfurantes (dois mandibulares e dois maxilares) (Cohen, 1990; Cohen, 1995).

Os estiletos maxilares se encaixam no rostro, formando dois canais: um canal alimentar e um canal salivar. A saliva dos percevejos predadores possui toxinas (que contribuem para a imobilização da presa) e enzimas digestivas (que auxiliam na pré-digestão dos tecidos). Como resultado deste comportamento alimentar, estes predadores conseguem remover grandes quantidades de material digestivo, sem ingerir material não digestível como a quitina e esclerotina, por exemplo (Cohen, 1990; Cohen, 1995).

Nos agroecossistemas, algumas espécies de formigas são consideradas pragas de importantes culturas agrícolas, todavia, muitas outras espécies de formigas atuam como predadores generalistas, predando insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Orthoptera, por exemplo (Ramos et al., 2012).

O gênero *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae) é composto por espécies oportunistas e onívoras, que conseguem explorar e se estabelecerem em áreas agrícolas, inclusive em áreas recém convertidas para a agricultura (Way & Khoo, 1992)

As colônias de *Solenopsis* sp. ocorrem em duas modalidades, haplométricas ou monogínicas, que é quando apenas uma rainha recém fecundada, de forma independente, dá início a uma colônia, ou pleiométricas ou poligínicas, onde várias rainhas se associam e cooperam para formar uma nova colônia. Após o período claustral (período crítico na formação da colônia, onde as rainhas dependem apenas de suas reservas energéticas para produzir as primeiras operárias) essas rainhas se confrontam, sobrevivendo apenas uma delas em cada colônia, que podem conter aproximadamente duzentos e vinte mil operárias (Way & Khoo, 1992; Tschinkel, 1998; Manfredini et al., 2013).

As espécies de *Solenopsis* conseguem suprimir certas densidades populacionais de diversos insetos-praga nas culturas da soja e milho; incluindo os percevejos pentatomídeos; entretanto, também pode preda inimigos naturais de insetos-praga (e.g. predação intraguilda) (Eubanks, 2001; Tillman, 2015). Na cultura do algodoeiro, *Solenopsis* spp. podem ter efeitos positivos, neutros e negativos sobre uma variedade de espécies de artrópodes no solo (Wickings & Ruberson, 2011).

Nos Estados Unidos, a predação potencial de insetos-praga por *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas foi relatada em vários estágios de lepidópteros e percevejos pragas (Ruberson et al., 1994; Diaz et al., 2004; Tillman, 2015; Wickings & Ruberson 2016).

Entretanto, *S. invicta* pode causar alguns danos pela alimentação direta em algumas culturas, como nas raízes da soja em estágios iniciais de desenvolvimento, podendo causar falhas no *stand* (diminuição da população de plantas/ha) (Shatters & Vander Meer, 2000). Ademais, algumas perdas de produtividade nesta cultura podem advir da dificuldade de acesso da colhedora de grãos em áreas que contenham muitos montículos dessas formigas (Adams et al., 1983).

Entender a abundância relativa e dominância relativa contribui para tornar a mensuração destes artrópodes predadores no cultivo da soja mais precisa e contribuir para o entendimento do comportamento das espécies para os estudos de conservação. A distribuição temporal diurna dos artrópodes predadores ocorrente na cultura da soja pode auxiliar na tomada de decisão do melhor horário de aplicação dos inseticidas.

Muitos produtores de soja fazem aplicações de inseticidas de forma calendarizada, sem levar em consideração o nível de densidade populacional da praga (Bueno et al., 2017). O aumento na prática de aplicações de caráter profilático pode estar correlacionado com o baixo custo de aplicações de inseticidas e o alto risco econômico associado com a falha na prevenção de surtos populacionais de pragas nas lavouras (Reisig et al., 2012).

O uso inadequado de inseticidas não seletivos, como aqueles de ação neurotóxica (carbamatos, organofosforados, piretroides e neonicotinoides) causam diversos efeitos adversos sobre as populações de artrópodes benéficos, levando a um desequilíbrio do agroecossistema (Silva & Bueno, 2015).

Outros problemas podem advir do uso de inseticidas não seletivos, como a ressurgência de pragas primárias, aumento de pragas secundárias e aumento da resistência de pragas aos inseticidas (Stecca et al., 2017; Bueno et al., 2017).

Vale ressaltar, que os impactos dos pesticidas em organismos benéficos incluem efeitos letais e subletais (Desneux et al., 2007), no curto, médio e longo prazo. Para minimizar os diversos impactos negativos, deve ser priorizado o uso de inseticidas seletivos aos inimigos naturais.

Pode-se classificar a seletividade dos inseticidas de duas maneiras, a primeira, chamada de seletividade fisiológica, é quando a praga e o inimigo natural entram em contato direto com o inseticida ou seus resíduos, porém o pesticida apresenta maior atividade somente sobre a praga (Ripper et al., 1951).

Inicialmente, estão envolvidos os processos de absorção, penetração, transporte e ativação das moléculas inseticidas, os quais agem em diferentes intensidades, causando toxicidade diferencial entre duas espécies. Portanto é uma propriedade inerente ao inseticida em determinada dose e opera no nível fisiológico. O segundo tipo de seletividade é a seletividade ecológica, que é definida como o uso seletivo de inseticidas, ou seja, de qual forma a exposição diferencial de pragas e inimigos naturais é obtida (Foerster, 2002).

Existem diversos métodos para reduzir a exposição dos inimigos naturais aos pesticidas, como por exemplo: uso de variedades transgênicas expressando proteínas inseticidas (cultivares *Bt*); uso de menores dosagens de inseticidas (de forma que diminua os impactos negativos sobre os organismos não-alvo, porém controlando satisfatoriamente as pragas); aplicação de inseticidas em áreas específicas, somente quando a praga atingir os níveis de controle e quando a maioria de seus inimigos naturais estiverem em fases de desenvolvimento mais tolerantes aos inseticidas (ex: fase de pupa dos parasitoides); uso de formulações especiais, como o uso de inseticidas sistêmicos em tratamento de sementes, visando menor contato com os inimigos naturais; aplicações de

inseticidas em faixas alternadas, ou somente nas áreas de bordaduras e criação de refúgio para os inimigos naturais (Roubos et al., 2014).

O Grupo de Trabalho Pesticidas e Organismos Benéficos da IOBC (*International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants*) busca desenvolver padrões metodológicos de laboratório, semi-campo e campo para testes de efeitos colaterais de pesticidas sobre organismos benéficos (Bigler, 2010).

Este grupo de trabalho classifica a seletividade dos pesticidas com base na mortalidade e na redução da capacidade benéfica (oviposição, parasitismo, predação, alterações populacionais) de diversas espécies de inimigos naturais em nível de campo de acordo com 3 classes: inofensivo ou levemente prejudicial (0 – 50 % de redução); moderadamente tóxico/prejudicial (51 – 75 % de redução); tóxico/prejudicial (> 75 % de redução) (Boller et al., 2005).

A Comissão de Entomologia da Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, por meio das normas para execução de ensaios e para inclusão ou retirada de inseticidas das recomendações para o programa de manejo de pragas da soja, no seu primeiro capítulo, artigo 14, dispõe sobre a metodologia para ensaios de seletividade a predadores (Embrapa, 2009).

No primeiro capítulo, objetivou-se analisar o comportamento de três gêneros de predadores de pragas da soja (*Geocoris* sp., *Zelus* sp. e *Solenopsis* sp.) quanto à abundância, dominância relativa e distribuição temporal diurna.

No segundo capítulo, visou-se classificar os inseticidas mais utilizados regionalmente quanto a seletividade aos artrópodes predadores na cultura da soja.

Referências bibliográficas

ABLES, J. Feeding behavior of an assassin bug, *Zelus renardii*. **Annals of the Entomological Society of America**, 71, n. 4, p. 476-478, 1978.

ADAMS, C.; BANKS, W.; LOFGREN, C.; SMITTLE, B. et al. Impact of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), on the growth and yield of soybeans. **Journal of Economic Entomology**, 76, n. 5, p. 1129-1132, 1983.

BIGLER, F. The role of the IOBC for research and implementation of biological and integrated crop protection. **Journal of Cultivated Plants**, v.62, n. 3, p.107–111, 2010.

BOLLER, E. F.; VOGT, H.; TERNES, P.; MALAVOLTA, C. **Working Document on Selectivity of Pesticides**. IOBC-WPRS. 2005. Online. Available from: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.691.671&rep=rep1&type=pdf>> Accessed: Feb. 19, 2020.

BUENO, A. F.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A.C; SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, D. M. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 6, e20160829. 2017.

COHEN, A. C. Extra-oral digestion in predaceous terrestrial Arthropoda. **Annual Review of Entomology**, 40, n. 1, p. 85-103, 1995.

COHEN, A. C. Feeding adaptations of some predaceous Hemiptera. **Annals of the Entomological Society of America**, 83, n. 6, p. 1215-1223, 1990.

DEGRANDE, P.E., P.R. REIS, G.A. CARVALHO, L.C. BELARMINO. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais, p.71-93. In J.R.P. Parra,

P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento, **Controle biológico no Brasil**. São Paulo, Manole. 2002.

DESNEUX, N. et al. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 52, n. 1, p. 81-106, 2007.

DIAZ, R.; KNUTSON, A.; BERNAL, J. S. Effect of the red imported fire ant on cotton aphid population density and predation of bollworm and beet armyworm eggs. **Journal of Economic Entomology**, 97, n. 2, p. 222-229, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Ata da XXX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 350p. 2009.

EUBANKS, M. D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, 21, n. 1, p. 35-43, 2001.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides, pp. 95–114. In J.R.P. PARRA, P.S.M. Botelho, B. S. CORRÊA-FERREIRA, & J.M.S. BENTO (1 ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Manole, São Paulo, Brasil. 2002.

MANFREDINI, F.; RIBA-GROGNOZ, O.; WURM, Y.; KELLER, L. et al. Sociogenomics of cooperation and conflict during colony founding in the fire ant *Solenopsis invicta*. **PLoS genetics**, 9, n. 8, 2013.

PETRAKIS, P.; MOULET, P. First record of the nearctic *Zelus renardii* (Heteroptera, Reduviidae, Harpactorinae) in Europe. **Entomologia Hellenica**, 20, n. 2, p. 75-81, 2011.

RAMOS, Rodrigo Soares et al. Natural Biological Control of Lepidopteran Pests by Ants. **Sociobiology**, v. 59, n. 4, 2012.

REISIG, D. D. et al. Efficacy and Value of Prophylactic vs. Integrated Pest Management Approaches for Management of Cereal Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Wheat and Ramifications for Adoption by Growers, **Journal of Economic Entomology**, V. 105, n. 5, p.1612–1619, 2012.

RIPPER, W.E.; GREENSLADE, R.M.; HARTLEY, G.S. Selective insecticides and biological control. **Journal of Economic Entomology**, v.44, n.4, p. 448-458, 1951.

ROUBOS, C. R. et al. Mitigating the effects of insecticides on arthropod biological control at field and landscape scales. **Biological Control**. v. 75, p.28–38, 2014.

RUBERSON, J. R.; HERZOG, G. A.; LAMBERT, W. R.; LEWIS, W. J. Management of the beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton: role of natural enemies. **Florida Entomologist**, p. 440-453, 1994.

SHATTERS JR, R. G.; VANDER MEER, R. K. Characterizing the interaction between fire ants (Hymenoptera: Formicidae) and developing soybean plants. **Journal of Economic Entomology**, 93, n. 6, p. 1680-1687, 2000.

SILVA, D. M. da; BUENO, A. de F. Organic products selectivity for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Agricultural Entomology**, v. 20, n. 1, p.1-8, 2015.

SIMOV, N.; GRADINAROV, D.; DAVRANOGLU, L.-R. Three new assassin bug records (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) for the Balkan Peninsula. **Ecologica Montenegrina**, 13, p. 25-29, 2017.

SOLHJOUY-FARD, S.; SARAFRAZI, A. Patterns of niche overlapping and richness among *Geocoris* species (Hemiptera: Geocoridae) in Iran. **Biocontrol Science and Technology**, 26, n. 9, p. 1197-1211, 2016.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, R.; BUENO, A. D. F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. (3. ed). Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 80p. 2014.

STECCA, C. S. et al. Impact of insecticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 3, p.1-11, 2017.

SYMONDSON, W. O. C.; SUNDERLAND, K. D.; GREENSTONE, M. H. Can generalist predators be effective biocontrol agents?. **Annual Review of Entomology**, v. 47, n. 1, p. 561-594, 2002.

TILLMAN, P. G.; GREENSTONE, M. H.; HU, J. S. Predation of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) by a complex of predators in cotton and adjoining soybean habitats in Georgia, USA. **Florida Entomologist**, p. 1114-1126, 2015.

TSCHINKEL, Walter R. The reproductive biology of fire ant societies. **Bioscience**, v. 48, n. 8, p. 593-605, 1998.

WAY, M.; KHOO, K. Role of ants in pest management. **Annual Review of Entomology**, 37, n. 1, p. 479-503, 1992.

WICKINGS, K. G.; RUBERSON, J. Impact of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) on epigeic arthropods of cotton agroecosystems. **Annals of the Entomological Society of America**, 104, n. 2, p. 171-179, 2011.

WICKINGS, K.; RUBERSON, J. R. The red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, modifies predation at the soil surface and in cotton foliage. **Annals of Applied Biology**, v. 169, n. 3, p. 319-328, 2016.

ZHANG, G.; HART, E. R.; WEIRAUCH, C. A taxonomic monograph of the assassin bug genus *Zelus* Fabricius (Hemiptera: Reduviidae): 71 species based on 10,000 specimens. **Biodiversity Data Journal**, n. 4, 2016.

Capítulo 1: Dinâmica populacional diurna dos predadores *Geocoris* sp. (Hemiptera: Geocoridae), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) e *Solenopsis* sp. (Hymenoptera: Formicidae) em cultura de soja

Mateus Fuchs Leal¹; Paulo Eduardo Degrande¹.

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, CEP 79804-970 Dourados, MS, Brasil. E-mail: mateusfuchs92@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br.

Resumo

O predatismo é um fator determinante para o controle das populações de pragas. Portanto, entender o comportamento dos predadores a campo é fundamental dentro de uma estratégia conservacionista de Controle Biológico. Este trabalho objetivou analisar o comportamento de três predadores de pragas da soja (*Geocoris* sp., *Zelus* sp. e *Solenopsis* sp.) quanto à abundância, dominância relativa e distribuição temporal diurna. As amostragens dos artrópodes predadores foram realizadas de forma aleatória em uma área de cultivo de soja com aproximadamente 4,5 ha e iniciaram quando as plantas de soja se encontravam no estágio fenológico R7.1, através do método de pano-de-batida (1,00 x 0,90m), com 16 pontos amostrais por tratamento [5 tratamentos: representados pelos horários iniciais de amostragem (8h, 10h, 12h, 15h e 17h; cada tratamento teve um período de amostragem de 50 ± 10 minutos)], com quatro repetições (avaliações durante quatro dias, em semanas diferentes). Os predadores mais dominantes, de acordo com o Índice de Simpson, foram *Geocoris* sp., seguidos por *Zelus* sp. e *Solenopsis* sp. Não foram constatadas diferenças significativas quanto a distribuição temporal diurna para o forrageamento de *Zelus* sp., enquanto *Geocoris* sp. teve preferência para o forrageamento a partir das 15h. A taxa de forrageamento de *Solenopsis* sp. aumentou a partir das 17h. Os resultados do presente trabalho contribuem para o entendimento do comportamento dos artrópodes predadores para os estudos de conservação.

Palavras-chave: predador; comportamento; *Glycine max*

Abstract

Predatism is a determining factor for the control of pest populations. Therefore, understanding the behavior of predators in the field is fundamental within a conservation strategy of Biological Control. This work aimed to analyze the behavior of three predatory species of soybean pests (*Geocoris* sp., *Zelus* sp., and *Solenopsis* sp.) regarding abundance, relative dominance, and diurnal temporal distribution. A sampling of predatory arthropods was carried out randomly in a soybean area of approximately 4,5 ha and started when the soybean plants were in the phenological stage R7.1, using the beat sheet method (1.00 x 0.90 m), with 16 sample points per treatment. There were five treatments, represented by the initial sampling times (8:00 am, 10:00 am, 12:00 pm, 3:00 pm, and 5:00 pm; each treatment had a sampling period of 50 ± 10 minutes), with four repetitions (evaluations over four days, in different weeks). The most dominant predators, according to the Simpson Index, were *Geocoris* sp., followed by *Zelus* sp. and *Solenopsis* sp. No significant differences were found regarding the diurnal time distribution for the foraging of *Zelus* sp., whereas *Geocoris* sp. had a preference for foraging after 3:00 pm. Foraging rate of *Solenopsis* sp. increased after 5:00 pm. The results of the present work contribute to the understanding of the behavior of predatory arthropods for conservation studies.

Keywords: Predator; Foraging; *Glycine max*

Introdução

A taxa de mortalidade causada por artrópodes predadores é um fator biótico determinante na regulação das populações de pragas. Alguns deles são fundamentais para o controle biológico natural, como componentes chave para as táticas sustentáveis de Manejo Integrado de Pragas (MIP), que podem permitir reduções significativas no uso de pesticidas químicos, contribuindo para a manutenção do equilíbrio biológico dos agroecossistemas (Symondson et al., 2002).

Predadores generalistas possuem algumas diferenças em relação aos predadores especialistas, pois eles podem preda espécies de insetos-praga exóticos recém introduzidos num dado agroecossistema, uma vez que podem não existir predadores e/ou parasitoides especialistas que possam controlá-los. Além do mais, podem retardar a evolução para a resistência aos inseticidas e as biotecnologias transgênicas em razão da predação sobre os insetos-praga, sejam eles resistentes ou não (Symondson et al., 2002).

Gradativamente, espécies de insetos predadores generalistas têm sido reconhecidos como importantes reguladores de populações de artrópodes herbívoros (Messelink et al., 2010; Parshad et al., 2016).

Entender a abundancia relativa e dominância relativa contribuem para tornar a mensuração destes artrópodes predadores no cultivo da soja mais precisa e contribuir para o entendimento do comportamento das espécies para os estudos de conservação.

A distribuição temporal diurna dos artrópodes predadores ocorrentes na cultura da soja pode auxiliar na tomada de decisão do melhor horário de aplicação dos inseticidas.

O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento de três gêneros de predadores de pragas da soja (*Geocoris* sp., *Zelus* sp. e *Solenopsis* sp.) quanto à abundância, dominância relativa e distribuição temporal diurna.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante a safra 2018/2019, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados (MS) - Latitude 22°14'07.4" S; Longitude 54°59'17.9" W, e altitude de 452 m - em cultivo de soja com área total de 4,5 ha.

Cultivo de soja

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico. O tipo de classificação climática de Köppen característico é Cwa - Clima Mesotérmico Úmido, verões quentes e invernos secos (Fietz et al., 2017). A semeadura da soja foi realizada no mês de dezembro, com sementes do cultivar BMX Potencia RR (grupo de maturação 6.7), no espaçamento de 0.45 m entre linhas, utilizando-se das boas práticas agrônômicas, com exceção da aplicação de inseticidas, que foi evitada, de modo a favorecer a colonização da área experimental pelos inimigos naturais.

Tratamentos

Foram estudados cinco tratamentos, representados por diferentes horários de amostragem, sendo eles: 08h, 10h, 12h, 15h e 17h; cada tratamento teve um período de amostragem de artrópodes predadores de 50 ± 10 minutos.

Amostragem dos artrópodes predadores

A amostragem dos artrópodes predadores foi realizada semanalmente (uma vez por semana), iniciando-se quando as plantas de soja se encontravam no estágio fenológico R 7.1 (Fehr, 1977) (primeira semana de avaliação), R 7.2 (segunda semana de avaliação), R 7.3 (terceira semana de avaliação) e R 8 (quarta semana de avaliação). As amostragens foram realizadas através do método de pano-de-batida, com 16 pontos amostrais por

tratamento. Esse método consiste em estender um pano branco de 1,00 m de comprimento por 0,45 m de largura, nas entrelinhas das fileiras de soja, agitando vigorosamente as duas fileiras de plantas, de modo a permitir a identificação e a contagem dos artrópodes caídos no pano (Degrande et al., 2003).

Análise estatística

Foi realizada a análise de dominância utilizando-se a fórmula do índice de dominância de Simpson (1949), de acordo com este índice, a probabilidade de dois indivíduos retirados aleatoriamente de uma comunidade pertencerem à mesma espécie é dada por:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Onde: p_i é a proporção da espécie i na comunidade, e S é o número de espécies.

Foram gerados Modelos Lineares Generalizados (GLM) com as distribuições de Poisson, Quasi-poisson e Binomial Negativa. O modelo Quasi-poisson foi o que melhor se ajustou aos dados da distribuição temporal dos predadores. A verificação da qualidade dos ajustes do modelo Quasi-poisson foi feita com uso de gráfico meio-normal de probabilidades com o envelope do pacote *Half-Normal Plots* (De Andrade Moral et al., 2017). Pelo fato de terem sido coletados ao longo do tempo, os dados foram analisados com um modelo de regressão, utilizando a distribuição mencionada anteriormente, e expressos em figuras produzidas pelo pacote *ggplot2* do programa estatístico R Core Team (2020).

Os dados das médias dos artrópodes predadores foram submetidos ao teste de homocedasticidade (Bartlett, 1937) e normalidade dos dados (Shapiro & Wilk, 1965) a 5% de significância; no caso de rejeição da hipótese nula os dados foram transformados

em raiz quadrada de $x + 0,5$, atendendo as pressuposições da análise de variância. Após transformação, os dados foram submetidos à análise de variância e o teste F de significância ($\alpha < 0,05$), quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$), discriminando diferenças significativas entre os tratamentos com auxílio do programa estatístico IBM SPSS® versão 24.0 (2016).

Resultados e Discussão

Abundância e dominância da artropodofauna

Os artrópodes predadores mais abundantes neste experimento, expressos em porcentagem de indivíduos por táxon em relação ao total de indivíduos amostrados em todas as avaliações foram: *Zelus* sp. (37%); *Solenopsis* sp. (27%), *Geocoris* sp. (27%). Foram denominados como “outros” (9%) somente os artrópodes predadores encontrados em menores quantidades, resultantes do somatório de *Delphastus* sp., *Orius* sp., *Podisus* sp., *Chrysoperla* sp., *Doru* sp., Coccinellidae, Nabidae e Araneae.

A análise de dominância (Tabela 1) pelo índice de Simpson (1949) constatou a dominância de três gêneros de insetos predadores: *Geocoris* sp., *Zelus* sp. e *Solenopsis* sp.

Tabela 1: Análise de dominância dos gêneros de insetos-predadores amostrados na área experimental de soja. Safra 2018/2019 – Dourados, MS.

| Ordem | Predadores | Índice de dominância de Simpson | | | | Média |
|-------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| | | 1 ^a semana (R 7.1) | 2 ^a semana (R 7.2) | 3 ^a semana (R 7.3) | 4 ^a semana (R 8) | |
| Hemiptera | <i>Zelus</i> sp.* | 0,384 | 0,088 | 0,063 | 0,102 | 0,159 |
| | <i>Geocoris</i> sp.* | 0,210 | 0,433 | 0,430 | 0,470 | 0,385 |
| | <i>Orius</i> sp. | 0,001 | 0,000 | 0,005 | 0,005 | 0,002 |
| | <i>Nabis</i> sp. | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Coleoptera | <i>Lebia</i> sp. | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | <i>Delphastus</i> sp. | 0,004 | 0,010 | 0,019 | 0,019 | 0,013 |
| | Coccinellidae | 0,004 | 0,040 | 0,044 | 0,025 | 0,028 |
| Hymenoptera | <i>Solenopsis</i> sp. | 0,355 | 0,355 | 0,325 | 0,261 | 0,324 |
| Dermaptera | <i>Doru</i> sp. | 0,000 | 0,025 | 0,000 | 0,000 | 0,006 |
| Neuroptera | <i>Chrysoperla</i> sp. | 0,001 | 0,000 | 0,005 | 0,005 | 0,002 |

*= Espécies mais dominantes. Dominância calculada através do Índice de Simpson (1949).

Distribuição temporal diurna dos predadores

De acordo com as linhas de tendência do modelo linear generalizado do tipo Quasi-poisson na primeira semana de observações, notou-se que existe um comportamento linear decrescente referente à abundância de *Zelus* sp. (Figura 1 a) ao longo do tempo. Por outro lado, constatou-se que a abundância de *Geocoris* sp. foi praticamente constante ao longo dos intervalos de tempo avaliados (Figura 2 a). Com referência a *Solenopsis* sp., podemos observar um comportamento linear crescente após as 15h (Figura 3 a).

Nas demais semanas de avaliações, verificou-se uma tendência de comportamento crescente das curvas de regressão da abundância para ambas espécies. Apesar desta resposta ser mais intensa para *Geocoris* sp. (Figuras 2 b; 2 c; 2 d) em relação a *Zelus* sp. (Figuras 1 b; 1 c; 1 d)

Na segunda semana de amostragem, em relação a *Solenopsis* sp., podemos observar um comportamento crescente até as 10h. Entre as 10h e 12h ocorreu um decréscimo na abundância, voltando a ter um comportamento crescente durante o período vespertino (Figura 3 b). Enquanto que na terceira semana de amostragem, foi constatado o mesmo comportamento observado na primeira semana de avaliação, ou seja, uma tendência de crescimento a partir das 10h (Figura 3 c). Na quarta semana de amostragem, ocorreu um decréscimo na curva de regressão a partir das 08h, mantendo-se praticamente constante ao longo do dia (Figura 3 d).

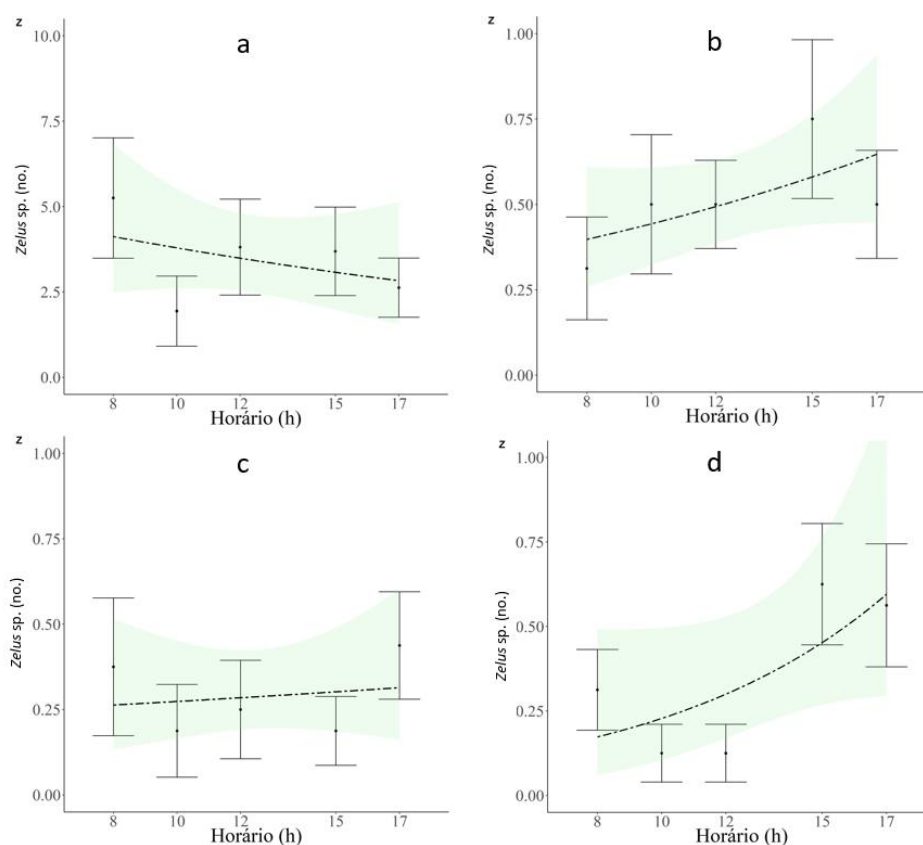


Figura 1: Análise de regressão sobre a abundância (n^o de insetos) de *Zelus* sp. na cultura da soja. a = primeira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.1). b = segunda semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.2). c = terceira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.3). d = quarta semana de avaliação (soja no estágio fenológico R8). no = número de insetos. Ano agrícola 2018/2019, Dourados, MS.

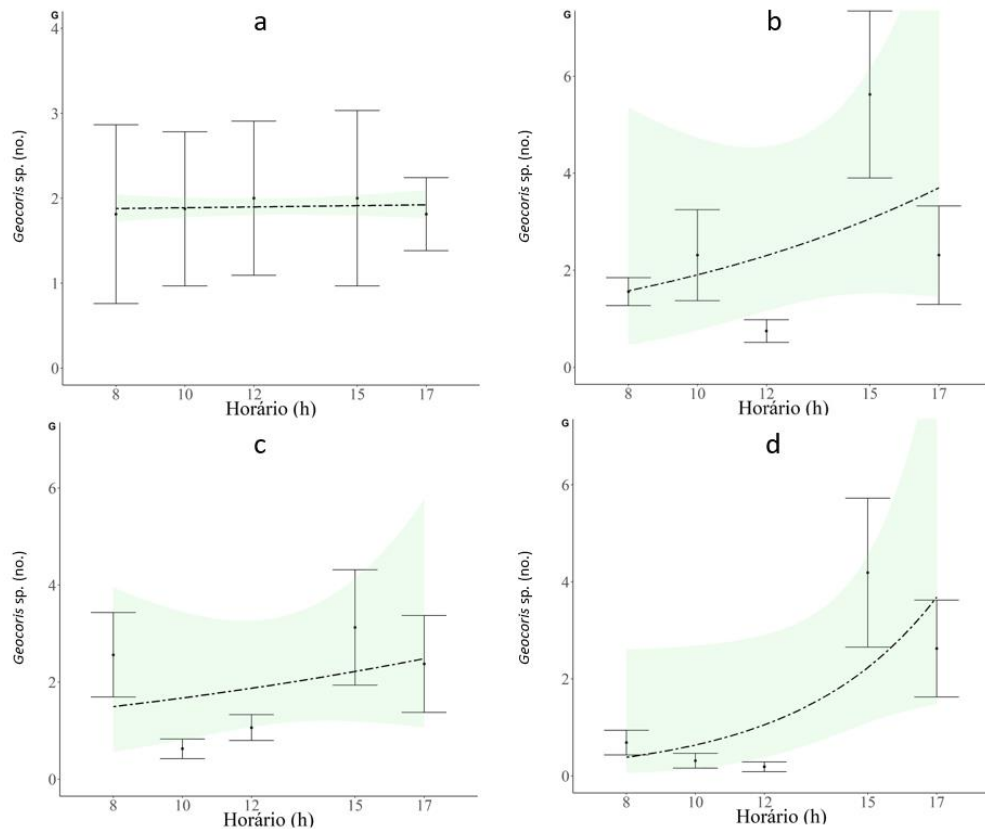


Figura 2: Análise de regressão sobre a abundância (n° de insetos) de *Geocoris* sp. na cultura da soja. a = primeira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.1). b = segunda semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.2). c = terceira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.3). d = quarta semana de avaliação (soja no estágio fenológico R8). no = número de insetos. Ano agrícola 2018/2019, Dourados, MS.

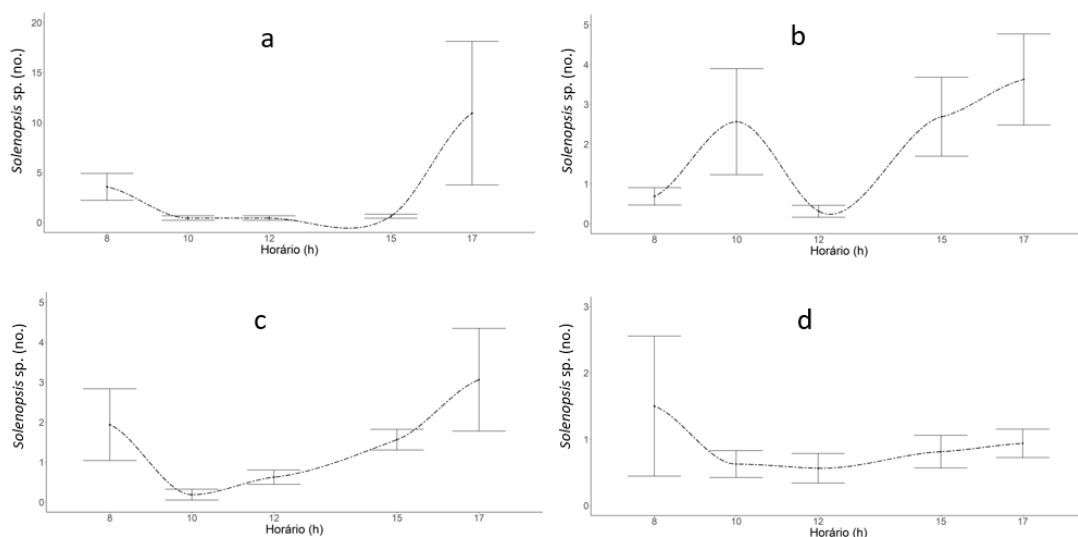


Figura 3: Análise de regressão sobre a abundância (n° de insetos) de *Solenopsis* sp. na cultura da soja. a = primeira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.1). b = segunda semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.2). c = terceira semana de avaliação (soja no estágio fenológico R7.3). d = quarta semana de avaliação (soja no estágio fenológico R8). no = número de insetos. Ano agrícola 2018/2019, Dourados, MS.

Percebe-se que enquanto a população de *Zelus* sp. diminuiu ao longo do tempo, a população de *Geocoris* sp. permaneceu praticamente constante ao longo das quatro semanas de monitoramento. Isso pode ser explicado devido ao maior sucesso no forrageamento de *Geocoris* sp. em plantas em senescência, visto que, muitos artrópodes herbívoros podem estar migrando das plantas em senescência para outras que ainda possuem folhagem e/ou pode ser que as plantas em senescência possam providenciar melhor suplementação nutricional à dieta de *Geocoris* sp., visto que na ausência de presas, este gênero de percevejo predador pode apresentar onivoria facultativa, e plantas em senescência conseguem mobilizar nutrientes, incluindo aminoácidos, para seus tecidos (Schuman et al., 2013).

Todavia, existem diversos relatos que indicam que a pressão de turgor em plantas em senescência é menor em comparação às plantas ainda em desenvolvimento, dificultando assim a alimentação dos insetos que se alimentam via floema, impedindo dessa forma o acesso a estes recursos nutricionais. Porém, se *Geocoris* spp. se alimentar diretamente no tecido celular, ou do espaço apoplástico, pode ter sucesso na obtenção destes recursos nutricionais resultantes da degradação celular das plantas em senescência (Huberty & Denno, 2004; Schuman et al., 2013).

É necessário ressaltar que em nosso estudo, a abundância e dominância de *Solenopsis* sp. pode ter sido subestimada, visto que a amostragem só foi realizada na parte aérea das plantas de soja. Baldwin et al., (2020) relataram que *S. invicta* tem preferência em realizar o forrageamento no solo em relação às partes aéreas de plantas de algodoeiro e amendoim.

Outra suspeita, que pode explicar essa menor quantidade de formigas observadas na última semana de avaliação, é que pode ter ocorrido uma diminuição dos recursos alimentares (e.g. presas e/ou *honeydew*), uma vez que as plantas de soja estavam em

processo de senescência, e por isso apresentavam uma desfolha considerável, promovendo uma diminuição da oferta de *honeydew* excretado por *Bemisia tabaci* MEAN1 (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), visto que, as plantas de soja não tinham recebido nenhuma aplicação de inseticidas, o que favoreceu a infestação de *B. tabaci* MEAN1 na área experimental.

O teste de médias demonstrou que existem diferenças estatísticas significativas para a distribuição temporal apenas entre *Geocoris* sp. e *Solenopsis* sp. Os resultados demonstram que os horários com maiores densidades destes predadores situam-se entre 15h e 17h para *Geocoris* sp., e após as 17h para *Solenopsis* sp. Por outro lado, em relação a *Zelus* sp., não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os diferentes horários amostrados (Tabela 2).

Tabela 2: Número médio de insetos-predadores dominantes \pm desvio padrão, amostrados durante o experimento de distribuição temporal dos insetos-predadores na cultura da soja. Safra 2018/2019, Dourados, MS.

| Horários das amostragens | <i>Zelus</i> sp. | <i>Geocoris</i> sp. | <i>Solenopsis</i> sp. |
|--------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| 08h | 1,043 \pm 0,47 a | 1,24 \pm 0,50 ab | 1.19 \pm 0,56 bc |
| 10h | 0,93 \pm 0,36 a | 1,11 \pm 0,45 b | 0.96 \pm 0,41 cd |
| 12h | 0,99 \pm 0,40 a | 1,07 \pm 0,42 b | 0.93 \pm 0,33 d |
| 15h | 1,10 \pm 0,49 a | 1,41 \pm 0,55 a | 1.23 \pm 0,46 ab |
| 17h | 1,09 \pm 0,41 a | 1,41 \pm 0,48 a | 1.46 \pm 0,59 a |
| CV% | 42,1 | 38,9 | 41,9 |

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Médias transformadas em raiz de $x + 0.5$.

Podemos observar uma certa oscilação na abundância dos insetos-predadores amostrados em diferentes horários durante as quatro semanas deste estudo (Figuras 2, 3,

4, 5, 6, 7, 8 e 9). Mudanças na frequência de observações destes predadores provavelmente refletem mudanças comportamentais na atividade de forrageamento (e.g. busca por presas ou outros recursos alimentares) (Pfannenstiel & Yeorgan, 2002).

Considerando a média dos indivíduos de *Zelus* sp. contabilizados no conjunto de amostragens em nosso estudo de distribuição temporal, podemos observar que não existem diferenças estatísticas significativas em relação aos diferentes horários de amostragem. Membros do gênero *Zelus* preferem forragear durante o dia (Hart, 1986).

Constatou-se a maior frequência de *Geocoris* sp. a partir das 15h. Em um estudo a campo, conduzido por Pfannenstiel & Yeorgan (2002), em plantas de soja e milho, *G. punctipes* foi observado em maiores quantidades entre 12h, 15h e as 18h. Este hemíptera predador demonstra ser mais ativo nas plantas durante o período vespertino; por outro lado, durante os outros horários, tem preferência pelo terço inferior das plantas ou mesmo o solo. Hutchison & Pitre (1983) coletaram uma quantidade significativamente maior de *G. punctipes* no período vespertino, com o auxílio de redes entomológicas.

Em nosso estudo, em relação a *Solenopsis* sp., foram observadas maiores atividades de forrageamento às 17h, neste horário a abundância dessas formigas foi significativamente maior em relação aos outros horários de amostragem. Enquanto às 12h foi observado a menor atividade de forrageamento, demonstrado pela abundância significativamente menor em relação aos outros horários.

Hooper & Rust (1997) verificaram um aumento significativo na atividade de forrageamento de *Solenopsis xyloni* McCook (Hymenoptera: Formicidae) ao anoitecer, sendo que essa atividade foi máxima entre 2 e 7 horas após o pôr-do-sol; neste mesmo estudo, o forrageamento destas formigas consistentemente começou 4 horas antes do crepúsculo e terminou 1 hora antes do amanhecer.

Porter & Tschinkel (1987) relataram a correlação que existe entre a temperatura no solo (a 2 cm de altura) e atividade de forrageamento. Concluíram que essa variável é o melhor preditor da atividade de forrageamento de *S. invicta*. Isto é devido ao fato que estas formigas, nas horas mais quentes do dia, se movimentam dentro dos túneis da colônia.

É importante que novos estudos de distribuição temporal do forrageamento de artrópodes predadores sejam realizados, utilizando-se de outros métodos de amostragem, como por exemplo: o uso de armadilhas *pit-fall* para captura e observação dos artrópodes predadores que têm preferência por forragear o solo; distinguindo os estágios de desenvolvimento do inseto (ex. larvas, ninfas e adultos). Também pode-se utilizar cartelas com ovos de lepidópteros e/ou percevejos fitófagos, a fim de se verificar a taxa de predação desses ovos pelos artrópodes predadores ao longo do dia.

Nossos resultados contribuem para o entendimento do comportamento desses insetos para os estudos de conservação.

Conclusões

Os táxons mais abundantes no presente estudo foram: *Zelus* sp. (37%); *Geocoris* sp. (27%) e *Solenopsis* sp. (27%); foram denominados como “outros” (9%) somente os predadores encontrados em menor quantidade, resultantes do somatório de *Delphastus* sp., *Orius* sp., *Podisus* sp., *Doru* sp., *Chrysoperla* sp., Coccinelidae, Nabidae e Aranae.

Os predadores mais dominantes foram: *Geocoris* sp., seguidos por *Zelus* sp. e *Solenopsis* sp.

Não foram constatadas diferenças significativas quanto à distribuição temporal diurna para o forrageamento de *Zelus* sp. *Geocoris* sp. tem preferência para o forrageamento a partir das 15h. A taxa de forrageamento de *Solenopsis* sp. aumenta a partir das 17h.

Referências

- BALDWIN, J.; PAULA-MORAES, S. V.; PEREIRA, R. The good side of the bad guys: predation of lepidopteran pests by *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) in the Florida Panhandle. **Florida Entomologist**, 103, n. 1, p. 68-71, 2020.
- BARTLETT, Maurice Stevenson. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London. Series A-Mathematical and Physical Sciences**, v. 160, n. 901, p. 268-282, 1937.
- DE ANDRADE MORAL, R.; HINDE, J.; GARCIA BORGES DEMÉTRIO, C. Half-normal plots and over dispersed models in R: The hnp package. **Journal of Statistical Software**, 81, n. 10, 2017.
- DEGRANDE, P.E. et al. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.3, p.291-294, 2003.
- FIETZ, C. R. et al. **O clima na região de Dourados, MS**. 3. ed. rev. e atual. – Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. 1977.
- HART, E. Genus *Zelus* Fabricius in the United States, Canada, and Northern Mexico (Hemiptera: Reduviidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 79, n. 3, p. 535-548, 1986.
- HOOPER, L. M.; RUST, M. K. Food preference and patterns of foraging activity of the southern fire ant (Hymenoptera: Formicidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 90, n. 2, p. 246-253, 1997.

HUBERTY, A. F.; DENNO, R. F. Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. **Ecology**, 85, n. 5, p. 1383-1398, 2004.

HUTCHISON, W. D.; PITRE, H. N. Predation of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs by *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae) adults on cotton. **Environmental Entomology**, 12, n. 6, p. 1652-1656, 1983.

IBM Corp. Released 2016. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.

MESSELINK, G. J.; VAN MAANEN, R.; VAN HOLSTEIN-SAJ, R.; SABELIS, M. W. *et al.* Pest species diversity enhances control of spider mites and whiteflies by a generalist phytoseiid predator. **BioControl**, 55, n. 3, p. 387-398, 2010.

PARSHAD, Rana D. *et al.* Predator interference effects on biological control: the “paradox” of the generalist predator revisited. **Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation**, v. 39, p. 169-184, 2016.

PFANNENSTIEL, R.; YEARGAN, K. Identification and diel activity patterns of predators attacking *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in soybean and sweet corn. **Environmental Entomology**, 31, n. 2, p. 232-241, 2002.

PORTER, Sanford D.; TSCHINKEL, Walter R. Foraging in *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae): effects of weather and season. **Environmental Entomology**, v. 16, n. 3, p. 802-808, 1987.

R CORE TEAM, **R: A Language and Environment for Statistical Computing**,

Vienna, Austria. 2020. Available at: <https://www.R-project.org/>.

SHAPIRO, Samuel Sanford; WILK, Martin B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SCHUMAN, M. C.; KESSLER, D.; BALDWIN, I. T. Ecological observations of native *Geocoris pallens* and *G. punctipes* populations in the Great Basin Desert of Southwestern Utah. **Psyche: A Journal of Entomology**, 2013.

SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. **Nature**, 163, n. 4148, p. 688-688, 1949.

SYMONDSON, W. O. C.; SUNDERLAND, K. D.; GREENSTONE, M. H. Can generalist predators be effective biocontrol agents?. **Annual Review of Entomology**, v. 47, n. 1, p. 561-594, 2002.

Capítulo 2: Seletividade de inseticidas aos artrópodes predadores de insetos pragas da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]

Mateus Fuchs Leal¹; Paulo Eduardo Degrande¹; Filipe Lemos Jacques¹; Evandro Gauer¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, Caixa Postal 533, CEP 79804-970 Dourados, MS, Brasil. E-mail: mateusfuchs92@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br; fljacques@gmail.com; evandro_gauer@hotmail.com.

Resumo

Os inseticidas são defensivos fitossanitários que desempenham um importante papel na proteção de plantas do ataque de pragas. De outro lado, problemas podem advir do uso de inseticidas não seletivos aos inimigos naturais, como a ressurgência de pragas primárias, aumento de pragas secundárias e contribuição ao problema da resistência de pragas. Todavia, mesmo que a inocuidade de um produto possa ser definida em laboratório, é em condições de campo que a toxicidade pode ser observada, onde as espécies de inimigos naturais encontram as condições naturais de abrigo, proteção, alternativas de escape, alimentação e sobrevivência. O objetivo deste trabalho foi aprimorar e aplicar a metodologia experimental proposta pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Soja e avaliar os inseticidas mais utilizados regionalmente, quanto a sua seletividade sobre inimigos naturais de insetos-pragas ocorrentes na Cultura da Soja. Nos estudos, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC) com 5 tratamentos e 5 repetições. Foi utilizada a classificação de seletividade da IOBC para testes de seletividade a campo, considerando os efeitos na redução populacional do complexo de predadores e sobre os gêneros de predadores mais abundantes nos ensaios. Os táxons de artrópodes predadores mais abundantes no primeiro experimento foram: *Solenopsis* sp. (47%), *Geocoris* sp. (16%) e *Zelus* sp. (9%). No segundo experimento, os artrópodes predadores mais abundantes foram: *Zelus* sp. (79%), *Geocoris* sp. (6%) e *Solenopsis* sp. (4%). Proclaim[®] 50 WG e Premio[®] 200 SC foram os inseticidas mais seletivos ao complexo de predadores. Conclui-se que a metodologia é válida para discriminar o impacto dos inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes a campo, no curto prazo, o que contribui para a implementação no Manejo Integrado do Pragas.

Palavras-chave: *Glycine max* ; predadores; inseticidas; efeito colateral

Abstract

Insecticides are pesticides that play an important role in protecting plants from attack by pests. On the other hand, problems may arise from the use of non-selective insecticides to natural enemies, such as the resurgence of primary pests, an increase in secondary pests, and a contribution to the problem of pest resistance. However, even if the innocuousness of a product can be defined in the laboratory, it is under field conditions that toxicity can be observed, where species of natural enemies find natural conditions of shelter, protection, alternatives for escape, food, and survival. The objective of this work was to improve and apply the experimental methodology proposed by the Brazilian Soybean Research Commission and to evaluate the most widely used insecticides regionally, regarding their selectivity over natural enemies of insect pests occurring in the soybean culture. In the studies, the experimental design was randomized blocks with 5 treatments and 5 repetitions. The IOBC selectivity classification was used for field selectivity tests, considering the effects on the population reduction of the predator complex and the most abundant predators genera in the tests. It is concluded that the methodology is valid to discriminate the impact of insecticides on natural enemies occurring in the field, in the short term, which contributes to the implementation in Integrated Pest Management.

Keywords: *Glycine max*; predators; insecticides; collateral effect

Introdução

O controle biológico natural minimiza a necessidade da intervenção do homem no controle de pragas, porém, somente em algumas poucas situações, as pragas são mantidas abaixo do nível de controle sem o uso complementar de inseticidas e mesmo o setor agrícola realizando ajustes, no sentido de buscar uma agricultura mais sustentável e ao mesmo tempo competitiva, continuará produzindo em larga escala, sem dispensar o uso dos pesticidas (Degrande et al., 2002).

A manutenção das populações de predadores, parasitoides e patógenos é fundamental para manter o equilíbrio das populações de artrópodes pragas ocorrentes no agroecossistema.

O uso inadequado de inseticidas não seletivos, como aqueles de ação neurotóxica (carbamatos, organofosforados, piretroides e neonicotinoides) causam diversos efeitos adversos sobre as populações de artrópodes benéficos, levando a um desequilíbrio do agroecossistema (Silva & Bueno, 2015).

Outros problemas podem advir do uso de inseticidas não seletivos, como a ressurgência de pragas primárias, aumento de pragas secundárias e aumento do problema da resistência de pragas aos inseticidas (Stecca et al., 2017; Bueno et al., 2017).

A utilização de pesticidas dentro do conceito de Manejo Integrado de Pragas só é possível se os produtos utilizados na proteção dos cultivos apresentarem algum tipo de seletividade, pois os inimigos naturais (I.N.) das pragas agrícolas são considerados mais suscetíveis às aplicações de pesticidas, em relação aos insetos-pragas, visto que os I.N., devido a seu comportamento e biologia, podem sofrer menores pressões de seleção por inseticidas (Croft, 1990).

Mesmo que a toxicidade possa ser avaliada em laboratório, só é possível medir o real efeito dos inseticidas em condições de campo, onde as espécies de inimigos naturais

encontram as condições normais de abrigo, proteção, alternativas de escape, alimentação e sobrevivência (Thomson & Hoffmann, 2006).

Desta maneira, se faz necessário a utilização de métodos experimentais padronizados para avaliar o risco de pesticidas sobre inimigos naturais de pragas agrícolas (Degrande et al., 2003; Roubos et al., 2014). Deste modo, o pesquisador deve dar preferência para um método de avaliação que identifique a abundância e diversidade de inimigos naturais com clareza e precisão. (Degrande et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi aplicar e validar a metodologia experimental proposta pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Soja e avaliar os inseticidas mais utilizados regionalmente, quanto a sua seletividade sobre inimigos naturais de insetos-pragas ocorrentes na Cultura da Soja. Por sua vez, os objetivos específicos foram: avaliar a diversidade e a abundância dos artrópodes predadores e avaliar a seletividade dos inseticidas mais utilizados regionalmente.

Material e métodos

Dois experimentos distintos foram conduzidos durante a safra 2018/2019 na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) (latitude 22°14'07.4" S; longitude 54°59'17.9" W; altitude de 452 m) em cultivo de soja com uma área total de 4,5 ha

Cultivo de soja na área experimental

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico. O tipo de classificação climática de Köppen característico é Cwa - clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos (Fietz et al., 2017). A semeadura da soja foi realizada no mês de novembro (experimento 1) e dezembro (experimento 2), com sementes do cultivar BMX Potência RR (grupo de maturação 6.7), no espaçamento de 0,45 m entre linhas, utilizando-se das boas práticas agrônômicas, com exceção da

aplicação de inseticidas, que foi evitada, de modo a favorecer a colonização da área experimental pelos inimigos naturais dos insetos-pragas.

Foi definida, a priori, a escolha de uma cultivar não *Bt* para favorecer o aumento dos inimigos naturais, decorrentes de eventual surto de lagartas. Caso ocorresse infestação destes lepidópteros que colocassem em risco a qualidade da área experimental estava prevista a pulverização de *Bacillus thuringiensis* Berliner, tratamento sabidamente inofensivo aos organismos benéficos (Zantedeschi et al., 2018).

Inseticidas utilizados nos tratamentos

Os inseticidas testados neste estudo foram selecionados conforme as respostas dos profissionais que prestam assistência técnica às áreas de cultivo de soja da região centro-sul de Mato Grosso do Sul (Maracaju, Itaporã e Dourados). Foram obtidas respostas a partir do questionamento sobre as principais práticas de manejo fitossanitário realizadas por estes profissionais nas lavouras de soja, como: dosagem dos produtos, volume de calda e os inseticidas mais utilizados para o controle de lagartas e percevejos.

A dosagem dos inseticidas aplicada foi a maior dose agronômica registrada para a cultura da soja (Agrofit, 2018).

Nos experimentos 1 e 2 foram utilizados 8 inseticidas (Tabela 1). A testemunha negativa foi sem aplicação de inseticidas. A testemunha positiva foi com a aplicação de inseticida reconhecidamente não seletivo - Malathion 1000 EC (no experimento 1) (Harbi et al., 2017) e Acefato Nortox[®] (no experimento 2) (Zantedeschi et al., 2018) com 5 repetições, totalizando-se 25 parcelas com 30 fileiras de soja (13,5 m de largura) por 20 metros de comprimento cada, deixando-se uma área de bordadura de 10 fileiras de soja de cada lado das parcelas experimentais em cada experimento.

Tabela 1 - Tratamentos dos experimentos 1 e 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS.

| Tratamentos | For. | Conc. g i.a./ ou kg | Ingredientes ativos | Grupo químico | Doses | |
|--------------------------------|------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------|
| | | | | | g i.a./ ha | ml ou g p.c./ha |
| Experimento 1 | | | | | | |
| 1. Sem aplicação | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 2. Pirate [®] | SC | 240 | chlorfenapyr | Pyroles | 288 | 1200 |
| 3. Premio [®] | SC | 200 | chlorantraniliprole | Diamides | 30 | 150 |
| 4. Proclaim [®] | WG | 50 | emamectin benzoate | Avermectins | 12,50 | 250 |
| 5. Malathion * | EC | 1000 | malathion | Organophosphates | 1000 | 1000 |
| Experimento 2 | | | | | | |
| 1. Sem aplicação | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 2. Engeo [®] Pleno S | SC | 141 + 106 | thiamethoxam + lambda-cyhalothrin | Neonicotinoids + Pyrethroids | 28,2 + 21,2 | 200 |
| 3. Galil [®] | SC | 250 + 50 | imidacloprid + bifenthrin | Neonicotinoids + Pyrethroids | 100 + 20 | 400 |
| 4. Connect [®] | SC | 100 + 12,5 | imidacloprid + beta- cyfluthrin | Neonicotinoids + Pyrethroids | 100 + 12,5 | 1000 |
| 5. Acefato Nortox [®] | SP | 750 | acephate | Organophosphates | 750 | 1000 |

For. = tipo de formulação; Conc. = concentração; g = gramas; i.a. = ingrediente ativo; ml = mililitro; p.c. = produto comercial; ha = hectare; SC = suspensão concentrada; SP = pó solúvel. WG = granulado dispersível; EC = concentrado emulsionável.

Amostragem prévia

Em cada experimento, antes da aplicação dos inseticidas, foi realizada uma amostragem prévia dos artrópodes predadores ocorrentes nas parcelas experimentais, pelo método de pano-de-batida com 5 amostragens nas 10 linhas centrais de cada parcela. Esse método consiste em estender um pano branco de um metro de comprimento por noventa centímetros de largura, nas entrelinhas das fileiras de soja, agitando vigorosamente as duas fileiras de plantas, de modo a permitir a identificação e a contagem dos artrópodes

caídos no pano (Degrande et al., 2003). Nos dois experimentos, a amostragem prévia dos predadores ocorreu quando as plantas se encontravam no estágio fenológico R4 (Fehr, 1977), e a razão da escolha deste momento para a aplicação foi a constatação de uma densidade populacional dos artrópodes predadores na área experimental suficiente para as análises estatísticas, mínimo de 3 espécimes por batida de pano (Embrapa, 2009).

Aplicação dos inseticidas

Nos dois experimentos, no dia posterior a amostragem prévia dos artrópodes ocorrentes na área experimental, foi realizada a calibragem do volume de calda a ser aplicado pelo pulverizador costal motorizado (*Toyama*[®], modelo Ts26B-N, tanque com capacidade de 25 litros), ajustando-o para a aplicação de um volume de calda de 100 litros/ha, com pressão constante de 3 bars. Procedendo-se a preparação das caldas inseticidas e a aplicação dos tratamentos com o auxílio de uma barra fixa acoplada ao pulverizador. A barra de pulverização possuía 6 pontas de pulverização (*Teejet*[®] TX-VK10 - jato cônico vazio) espaçadas à 50 cm entre elas, com manômetro incluso.

Foram levadas em consideração condições ideais para a aplicação dos produtos, como preconiza as boas práticas da tecnologia de aplicação (Umidade relativa do ar: mínima de 55%; velocidade do vento: 3 a 10 km/h e temperatura abaixo de 30° C). Para o preparo das caldas inseticidas e aplicação das mesmas, foram utilizados os seguintes equipamentos de proteção individual (EPIs): luvas de nitrila, touca-árabe, jaleco, calça e avental impermeável, máscara de proteção respiratória, óculos e viseira de proteção. Os resíduos provenientes da lavagem do tanque do pulverizador e as embalagens vazias dos agrotóxicos foram descartados em local apropriado para de evitar contaminação ambiental.

Avaliações da redução populacional de artrópodes predadores

Em cada experimento, aos dois dias após a aplicação dos inseticidas (2 DAA) foram realizadas novas amostragem para determinação do percentual de redução da população de artrópodes predadores. Utilizando-se do mesmo método da amostragem previa (pano-de-batida). As amostragens foram repetidas aos 4, 6, e 8 DAA no experimento 1 e 4, 6, 8, 13 e 18 DAA no experimento 2.

Delineamento experimental e análise dos dados

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 5 repetições.

Os dados das médias dos artrópodes predadores foram submetidos ao teste de homocedasticidade (Bartlett, 1937) e normalidade dos dados (Shapiro & Wilk, 1965) a 5% de significância; no caso de rejeição da hipótese nula os dados foram transformados em raiz quadrada de $x + 0,5$, atendendo as pressuposições da análise de variância. Após transformação, os dados foram submetidos à análise de variância e o teste F de significância ($\alpha < 0,05$), quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$), discriminando diferenças significativas entre os tratamentos com auxílio do programa estatístico IBM SPSS® versão 24.0 (2016).

Classificação da seletividade

A interpretação da seletividade dos inseticidas foi com base na redução populacional dos artrópodes predadores. Os inseticidas testados foram categorizados em três classes de impacto para o complexo (somatório de todos artrópodes predadores) e para as espécies mais abundantes de artrópodes predadores amostrados nas parcelas

experimentais, seguindo a classificação da IOBC-WPRS (*International Organization for Biological Control – West Palaearctic Regional Section*) (Boller et al., 2005) onde:

Classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%;

Classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%;

Classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%.

Para categorização final da seletividade dos inseticidas, foi calculada a média da porcentagem de redução populacional dos artrópodes predadores somando-se a porcentagem de redução em cada avaliação (diferentes DAA) e dividindo-se pela quantidade de avaliações realizadas.

Para determinar a porcentagem de redução populacional, foi utilizada a fórmula de HENDERSON & TILTON (1955):

$$\%E = \left[1 - \left(\frac{Id * Ta}{Ia * Td} \right) \right] * 100$$

Onde:

Id = n° de insetos no tratamento com inseticida depois da aplicação;

Ia = n° de insetos no tratamento antes da aplicação;

Td = n° de insetos na testemunha após a aplicação do inseticida;

Ta = n° de insetos na testemunha antes da aplicação.

Resultados e Discussão

Diversidade e abundância da artropodofauna

De acordo com a análise da composição da artropodofauna, os artrópodes predadores mais abundantes no experimento 1 e 2 respectivamente expressos em porcentagem de indivíduos por táxon em relação ao total de indivíduos amostrados na avaliação prévia foram: *Solenopsis* sp. (Hymenoptera: Formicidae) (47% e 4%), *Geocoris* sp. (Hemiptera: Geocoridae) (16% e 6%), *Zelus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) (9% e 79%).

Foram denominados como “outros” (28% e 11%) somente os artrópodes predadores encontrados em menores quantidades, resultantes do somatório de *Delphastus* sp., *Orius* sp., *Podisus* sp. *Chrysoperla* sp. *Doru* sp., Coccinellidae, Nabidae e Aranae.

Seletividade dos inseticidas para Solenopsis sp.

Ficou evidenciado a infestação de *Solenopsis* sp. na avaliação prévia à aplicação dos inseticidas, variando de 6 a 11,8 indivíduos em média por tratamento. A análise de variância e o teste F de significância ($\alpha = 0,05$) indicou uma uniformidade da população na área experimental antes da aplicação dos inseticidas (Tabela 2).

A avaliação realizada aos 2 dias após a aplicação (2 DAA) possibilitou classificar o Malathion 1000 EC como prejudicial à população de *Solenopsis* sp. (classe T), causando malefícios na população desse predador em função do seu efeito de choque (*knock-down*). Os inseticidas Pirate[®] 240 SC e Premio[®] 200 SC foram enquadrados na classe M. O inseticida Proclaim[®] 50 WG revelou-se pouco prejudicial, apresentando uma mortalidade de apenas 27 %, portanto sendo categorizado na classe N.

Aos 4 DAA, Pirate[®] 240 SC e Malathion foram enquadrados na classe T (79,63 e 88,30% de mortalidade, respectivamente), enquanto Proclaim[®] 50 WG e Premio[®] 200 SC apresentaram uma mortalidade de 68,75 e 74,58 %, deste modo, foram categorizados na classe M em relação a seletividade sobre *Solenopsis* sp.

Na avaliação aos 6 DAA, novamente Pirate[®] 240 SC e Malathion foram classificados na classe T, apresentando mortalidade de 78,67 e 89,47 %, respectivamente. Premio[®] 200 SC foi considerado como moderadamente prejudicial, por ter causado uma mortalidade de 53,22%, tendo sido categorizado na classe M. Entretanto Proclaim[®] 50 WG foi pouco prejudicial à população de *Solenopsis* sp. (4% de mortalidade), logo sendo categorizado na classe N.

Aos 8 DAA, somente Malathion foi categorizado como toxico/prejudicial, pois apresentou mortalidade de 77,12%, logo enquadrando-se na classe T. Os demais inseticidas testados foram classificados como levemente prejudiciais, com mortalidades menores que 50% (classe N).

Tabela 2: Número médio e porcentagem de redução (%) de *Solenopsis* sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 1. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS.

| Inseticidas | Prévia | 02 DAA | | 04 DAA | | 06 DAA | | 08 DAA | |
|-------------------------------|--------|--------|----------|---------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | Média | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % |
| 1-Testemunha | 6,0 a | 7,4 a | - | 14,40 a | - | 10,0 a | - | 9,2 a | - |
| 2-Pirate [®] 240 SC | 9,0 a | 4,6 a | 58,5 (M) | 4,4 b | 79,6 (T) | 3,2 a | 78,6 (T) | 8,4 a | 39,1 (N) |
| 3-Premio [®] 200 SC | 11,8 a | 4,0 a | 72,5 (M) | 7,2 ab | 74,5 (M) | 9,2 a | 53,2 (M) | 11,4 a | 36,9 (N) |
| 4-Proclaim [®] 50 WG | 8,0 a | 7,2 a | 27,0 (N) | 6,0 b | 68,7 (M) | 12,8 a | 4,0 (N) | 10,4 a | 15,2 (N) |
| 5-Malathion 1000 EC | 11,4 a | 1,2 a | 91,4 (T) | 3,2 b | 88,3 (T) | 2,0 a | 89,4 (T) | 4,0 a | 77,1 (T) |
| CV% | 28,3 | 45,7 | | 23,9 | | 49,1 | | 52,4 | |

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Porcentagem de redução calculada pela fórmula de Henderson & Tilton (1955). Entre parênteses encontram-se a classificação de seletividade da IOBC-WPRS (classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%; classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%; classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%) (Boller et al., 2005). Médias originais (sem transformação).

Ficou evidenciado a infestação de *Solenopsis* sp. na avaliação prévia a aplicação dos inseticidas, variando de 0,4 a 3,2 indivíduos em média por tratamento. A análise de variância e o teste F de significância ($\alpha = 0,05$) indicaram uma uniformidade da população na área experimental antes da aplicação dos inseticidas (Tabela 3).

Aos 2 DAA, os inseticidas Engeo Pleno[®] S e Galil[®] SC foram categorizados como tóxicos/prejudiciais, ambos apresentaram mortalidade de 100% de *Solenopsis* sp.

Na avaliação aos 04 DAA, Engeo Pleno[®] S e Galil[®] SC foram enquadrados na classe M, pois provocaram mortalidade de 68,59 e 56,25 %, respectivamente. Connect[®] e Acefato Nortox[®] mantiveram-se na classe N, não afetando a sobrevivência de *Solenopsis* sp.

Aos 06 DAA, Engeo Pleno[®] S se manteve na classe M, afetando 73,75 % da população, enquanto Galil[®] SC apresentou maior efeito sobre a mortalidade destes insetos, com redução de 93,44 % destes indivíduos, portanto sendo categorizado na classe T. Mais uma vez os inseticidas Connect[®] e Acefato Nortox[®] não afetaram a população de *Solenopsis* sp., desta forma, foram categorizados na classe N.

Na avaliação aos 08 DAA, Engeo Pleno[®] S e Galil[®] SC reduziram 78,12 e 100%, respectivamente a população destas formigas, ao mesmo tempo que Connect[®] e Acefato Nortox[®] não tiveram efeito sobre a mortalidade destes insetos, mantendo-se novamente na classe N.

Aos 13 DAA, Galil[®] SC foi o que mais reduziu a população de *Solenopsis* sp. (88,33%), sendo categorizado na classe T. Engeo Pleno[®] S reduziu 68,89 % da população deste inseto, desta maneira, sendo categorizado na classe M. Simultaneamente, os inseticidas Connect[®] e Acefato Nortox[®] tiveram efeito quase nulo (0 e 6,67%) sobre a população de *Solenopsis* sp.

Enquanto isso, aos 18 DAA, Engeo Pleno[®] S foi o que mais afetou a sobrevivência destas formigas predadoras (82,99%), se enquadrando na classe T. Galil[®] SC comprometeu a sobrevivência de 63,5 % da população, portanto sendo categorizado na classe M. Os inseticidas Connect[®] e Acefato Nortox[®] não afetaram a sobrevivência de *Solenopsis* sp. sendo classificados como inofensivos (classe N).

Tabela 3: Número médio e porcentagem de redução (%) de *Solenopsis* sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS.

| Inseticidas | Prévia | 02 DAA | | 04 DAA | | 06 DAA | | 08 DAA | | 13 DAA | | 18 DAA | |
|---------------------------------|--------|--------|---------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | Média | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % |
| 1 - Água | 1,4 a | 0,4 a | - | 2,6 a | - | 4,0 a | - | 1,6 a | - | 3,0 a | - | 4,8 a | - |
| 2 - Engeo Pleno [®] S | 2,4 a | 0 a | 100 (T) | 1,4 a | 68,5 (M) | 1,8 ab | 73,7 (M) | 0,6 a | 78,1 (M) | 1,6 a | 68,8 (M) | 1,4 a | 82,9 (T) |
| 3 - Galil [®] SC | 3,2 a | 0 a | 100 (T) | 2,6 a | 56,2 (M) | 0,6 ab | 93,4 (T) | 0 a | 100 (T) | 0,8 a | 88,3 (T) | 4,0 a | 63,5 (M) |
| 4 - Connect [®] | 0,4 a | 0,4 a | 0 (N) | 2,2 a | 0 (N) | 1,2 ab | 0 (N) | 1,6 a | 0 (N) | 2,4 a | 0 (N) | 4,0 a | 0 (N) |
| 5 - Acefato Nortox [®] | 0,8 a | 0,4 a | 0 (N) | 1,4 a | 5,7 (N) | 0 b | 100 (M) | 1,4 a | 0 (N) | 1,6 a | 6,6 (N) | 4,0 a | 0 (N) |
| CV% | 46,7 | 33,9 | | 30,9 | | 48,2 | | 49,2 | | 50,5 | | 52,4 | |

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Porcentagem de redução calculada pela fórmula de Henderson & Tilton (1955). Entre parênteses encontram-se a classificação de seletividade da IOBC-WPRS (classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%; classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%; classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%) (Boller et al., 2005). Médias originais (sem transformação).

Seletividade dos inseticidas para Geocoris sp.

Ficou evidenciado a infestação de *Geocoris* sp. na avaliação prévia a aplicação dos inseticidas, variando de 2,6 a 4 indivíduos em média por tratamento. A análise de variância e o teste F de significância ($\alpha = 0,05$) indicaram uma uniformidade da população na área experimental antes da aplicação dos inseticidas (Tabela 4).

Na avaliação realizada aos 2 dias após a aplicação (2 DAA) Premio[®] 200 SC afetou a sobrevivência de 66,09 % destes insetos, sendo categorizado na classe M. Os demais inseticidas (Proclaim[®] 50 WG, Malathion e Pirate[®] 240 SC) afetaram a sobrevivência de *Geocoris* sp. em 30,18; 30,18 e 28,41% respectivamente, portanto sendo classificados como levemente prejudiciais (classe N).

Aos 4 DAA, todos os inseticidas testados foram categorizados na classe M. Pirate[®] 240 SC, Premio[®] 200 SC, Malathion e Proclaim[®] 50 WG afetaram 72,63; 65,79; 65,79 e 51,70% da população de *Geocoris* sp. respectivamente.

Na avaliação realizada aos 6 DAA, o inseticida Proclaim[®] 50 WG prejudicou 79,14 % da população deste percevejo predador, portanto sendo categorizado na classe T. Os demais inseticidas (Premio[®] 200 SC, Pirate[®] 240 SC e Malathion) permaneceram na classe M, afetando 73,41; 68,48 e 66,23% da população deste inseto.

Aos 8 DAA, Pirate[®] 240 SC, Malathion e Premio[®] 200 SC foram os que mais impactaram na população de *Geocoris* sp. (69,86; 59,63 e 51,96% de mortalidade respectivamente) desta maneira, permanecendo esses inseticidas na classe M.

Tabela 4: Número médio e porcentagem de redução (%) de *Geocoris* sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 1. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS.

| Inseticidas | Prévia | 02 DAA | | 04 DAA | | 06 DAA | | 08 DAA | |
|-------------------------------|--------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | Média | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % |
| 1-Testemunha | 2,6 a | 4,6 a | - | 3,8 a | - | 4,4 a | - | 4,6 a | - |
| 2-Pirate [®] 240 SC | 3,0 a | 3,8 a | 28,4 (N) | 1,2 a | 72,6 (M) | 1,6 a | 68,4 (M) | 1,6 a | 69,8 (M) |
| 3-Premio [®] 200 SC | 4,0 a | 2,4 a | 66,0 (M) | 2,0 a | 65,7 (M) | 1,8 a | 73,4 (M) | 3,4 a | 51,9 (M) |
| 4-Proclaim [®] 50 WG | 3,4 a | 4,2 a | 30,1 (N) | 2,4 a | 51,7 (M) | 1,2 a | 79,1 (T) | 3,8 a | 36,8 (N) |
| 5-Malathion 1000 EC | 2,8 a | 2,8 a | 30,1 (N) | 1,4 a | 65,7 (M) | 1,6 a | 66,2 (M) | 2,0 a | 59,6 (M) |
| CV% | 39,8 | 31,2 | | 33,5 | | 34,3 | | 33,4 | |

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Porcentagem de redução calculada pela fórmula de Henderson & Tilton (1955). Entre parênteses encontram-se a classificação de seletividade da IOBC-WPRS (classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%; classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%; classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%) (Boller et al., 2005). Médias originais (sem transformação).

Ficou evidenciado a infestação de *Geocoris* sp. na avaliação prévia a aplicação dos inseticidas, variando de 1,2 a 3,2 indivíduos em média por tratamento. A análise de variância e o teste F de significância ($\alpha = 0,05$) indicou uma uniformidade da população na área experimental antes da aplicação dos inseticidas (Tabela 5).

Na avaliação aos 2 DAA, Connect[®] apresentou a maior mortalidade dentro os tratamentos (79,17%) sendo categorizado na classe T. Por outro lado, Engeo Pleno S[®], Acefato Nortox[®] e Galil[®] SC apresentaram as seguintes mortalidades (44,44; 44,44 e 25,93 % respectivamente).

Aos 4 DAA, os inseticidas Engeo Pleno S[®] e Connect[®] apresentaram os maiores impactos na população destes percevejos predadores, (mortalidade de 100% em ambos tratamentos), portanto sendo categorizados na classe T. Galil[®] SC e Acefato Nortox[®] não afetaram as populações de *Geocoris* sp. sendo categorizados na classe N.

Aos 6 DAA, os inseticidas Engeo Pleno S[®] e Galil[®] SC foram os que mais impactaram na sobrevivência destes insetos (100 e 81,48%, respectivamente – classe T), seguidos por Connect[®] (mortalidade de 73,96% - classe M). Entretanto Acefato Nortox[®] permaneceu na classe N, apresentando mortalidade de 44,44 %.

Aos 8 DAA, Connect[®], Galil[®] SC e Engeo Pleno S[®] foram categorizados na classe M pois apresentaram mortalidade de 95,19; 91,45 e 87,18% respectivamente. Acefato Nortox[®] apresentou mortalidade de 61,54 %, portanto sendo categorizado na classe M.

Aos 13 DAA, os inseticidas Galil[®] SC e Connect[®] foram os que mais afetaram a população de *Geocoris* sp. (Mortalidade de 100 e 79,17% - classe T). Entretanto Engeo Pleno S[®] apresentou mortalidade de 72,22 %, desse modo, sendo categorizado na classe M. Acefato Nortox[®] foi o que menos afetou a sobrevivência destes percevejos predadores (mortalidade de 33,33% - classe N).

Aos 18 DAA, Connect[®] afetou 81,48% da população de *Geocoris* sp. sendo categorizado na classe T. Os demais inseticidas (Galil[®] SC, Engeo Pleno S[®] e Acefato Nortox[®]) foram categorizados na classe M (mortalidade de 71,19; 69,14 e 50,62%, respectivamente).

Tabela 5: Número médio e porcentagem de redução (%) de *Geocoris* sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS.

| Inseticidas | Prévia | 02 DAA | | 04 DAA | | 06 DAA | | 08 DAA | | 13 DAA | | 18 DAA | |
|---------------------------------|--------|--------|----------|--------|---------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | Média | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % |
| 1 - Água | 2,0 a | 0,6 a | - | 0,6 a | - | 2,4 a | - | 2,6 a | - | 3,0 a | - | 5,4 a | - |
| 2 - Engeo Pleno S [®] | 2,4 a | 0,4 a | 44,4 (N) | 0 a | 100 (T) | 0 b | 100 (T) | 0,4 a | 87,1 (T) | 1,0 a | 72,2 (M) | 2,0 ab | 69,1 (M) |
| 3 - Galil [®] SC | 1,8 a | 0,4 a | 25,9 (N) | 0,6 a | 0 (N) | 0,4 b | 81,4 (T) | 0,2 a | 91,4 (T) | 0 a | 100 (T) | 1,4 b | 71,1 (M) |
| 4 - Connect [®] | 3,2 a | 0,2 a | 79,1 (T) | 0 a | 100 (T) | 1,0 ab | 73,9 (M) | 0,2 a | 95,1 (T) | 1,0 a | 79,1 (T) | 1,6 ab | 81,4 (T) |
| 5 - Acefato Nortox [®] | 1,2 a | 0,2 a | 44,4 (N) | 0,4 a | 0 (N) | 0,8 ab | 44,4 (N) | 0,6 a | 61,5 (M) | 1,2 a | 33,3 (N) | 1,6 b | 50,6 (M) |
| CV% | 50,9 | 35,9 | | 37,6 | | 32,9 | | 41,8 | | 56,0 | | 32,0 | |

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Porcentagem de redução calculada pela fórmula de Henderson & Tilton (1955). Entre parênteses encontram-se a classificação de seletividade da IOBC-WPRS (classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%; classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%; classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%) (Boller et al., 2005). Médias originais (sem transformação).

Seletividade dos inseticidas para *Zelus* sp.

Ficou evidenciado a infestação de *Zelus* sp. na avaliação prévia a aplicação dos inseticidas, variando de 0,4 a 2,6 indivíduos em média por tratamento. A análise de variância e o teste F de significância ($\alpha = 0,05$) indicou uma uniformidade da população na área experimental antes da aplicação dos inseticidas (Tabela 6).

Aos 2 DAA, Malathion foi o que mais afetou a sobrevivência de *Zelus* sp. (mortalidade de 81,12% - classe T). Seguido por Premio[®] 200 SC (mortalidade de 59,09% - classe M). Os inseticidas Pirate[®] 240 SC e Proclaim[®] 50 WG foram categorizados na classe N (mortalidade de 33,06 e 0%, respectivamente).

Aos 4 DAA, Malathion continuou sendo o mais prejudicial, afetando 92,71 % da população deste percevejo predador. Seguido por Pirate[®] 240 SC (mortalidade 74,16% - classe M). Os demais inseticidas (Premio[®] 200 SC e Proclaim[®] 50 WG) apresentaram mortalidades de 43,16 e 0%, respectivamente.

Aos 6 DAA, o inseticida que mais afetou a população de *Zelus* sp. foi o Proclaim[®] 50 WG (mortalidade de 100% - classe T). Malathion reduziu 65,38% da população destes insetos, portanto sendo categorizado na classe M. Pirate[®] 240 SC e Premio[®] 200 SC não afetaram a população de *Zelus* sp. e foram categorizados na classe N.

Aos 08 DAA, Malathion provocou a mortalidade de 65,38% da população de *Zelus* sp. sendo assim categorizado na classe M. Os demais inseticidas Pirate[®] 240 SC, Premio[®] 200 SC e Proclaim[®] 50 WG não afetaram a população destes insetos-predadores.

Tabela 6: Número médio e porcentagem de redução (%) de *Zelus* sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 1. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS.

| Inseticidas | Prévia | 02 DAA | | 04 DAA | | 06 DAA | | 08 DAA | |
|-------------------------------|--------|--------|----------|--------|----------|--------|-----------|--------|----------|
| | Média | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % |
| 1-Testemunha | 1,8 a | 2,2 a | - | 3,8 a | - | 0,4 a | - | 2,0 a | - |
| 2-Pirate [®] 240 SC | 2,2 a | 1,8 a | 33,0 (N) | 1,2 ab | 74,1 (M) | 0,6 a | 0 (N) | 2,5 a | 0 (N) |
| 3-Premio [®] 200 SC | 2,0 a | 1,0 a | 59,0 (M) | 2,4 ab | 43,1 (N) | 1,2 a | 0 (N) | 4,5 a | 0 (N) |
| 4-Proclaim [®] 50 WG | 0,4 a | 1,2 a | 0 (N) | 1,0 ab | 0 (N) | 0 a | 100 (T) | 4,5 a | 0 (N) |
| 5-Malathion 1000 EC | 2,6 a | 0,6 a | 81,1 (T) | 0,4 b | 92,7 (T) | 0,2 a | 65,38 (M) | 1,0 a | 65,3 (M) |
| CV% | 36,0 | 38,4 | | 34,7 | | 33,3 | | 47,1 | |

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Porcentagem de redução calculada pela fórmula de Henderson & Tilton (1955). Entre parênteses encontram-se a classificação de seletividade da IOBC-WPRS (classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%; classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%; classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%) (Boller et al., 2005). Médias originais (sem transformação).

Ficou evidenciado a infestação de *Zelus* sp. na avaliação prévia a aplicação dos inseticidas, variando de 24 a 32,8 indivíduos em média por tratamento. A análise de variância e o teste F de significância ($\alpha = 0,05$) indicou uma uniformidade da população na área experimental antes da aplicação dos inseticidas (Tabela 7).

Aos 2 DAA e 4 DAA, todos os inseticidas testados reduziram severamente a população de *Zelus* sp., deste modo sendo categorizados na classe T.

Aos 6 DAA, novamente Galil[®] SC, Connect[®] e Engeo Pleno S[®] foram os que mais afetaram a sobrevivência de *Zelus* sp. (mortalidades de 98,73; 96,75 e 87,5 % respectivamente) portanto sendo categorizados na classe T. Acefato Nortox[®] reduziu 71,61 % da população destes predadores, portanto sendo categorizado na classe M.

Aos 8 DAA, todos inseticidas testados reduziram em mais de 75% da população de *Zelus* sp., desta forma todos os inseticidas testados foram categorizados na classe T.

Aos 13 DAA, Galil[®] SC foi o que mais impactou na sobrevivência destes insetos (mortalidade 75,78% - classe T). Seguidos por Connect[®], Engeo Pleno S[®] e Acefato Nortox[®] (mortalidades de 68,22; 59,73 e 52,82%, respectivamente), desta maneira sendo categorizados na classe M.

Aos 18 DAA, novamente Galil[®] SC foi o produto testado que mais afetou na sobrevivência de *Zelus* sp. (mortalidade de 87,47% - classe T). Os demais produtos testados foram agrupados na classe N.

Tabela 7: Número médio e porcentagem de redução (%) de *Zelus* sp. em parcelas de plantas de soja no experimento 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS.

| Inseticidas | Prévia | 02 DAA | | 04 DAA | | 06 DAA | | 08 DAA | | 13 DAA | | 18 DAA | |
|---------------------------------|--------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | Média | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % |
| 1 - Água | 24,0 a | 22,8 a | - | 1,8 a | - | 23,2 a | - | 20,8 a | - | 15,2 a | - | 9,4 a | - |
| 2 - Engeo Pleno S [®] | 29,8 a | 3,4 b | 87,9 (T) | 0 b | 100 (T) | 3,6 b | 87,5 (T) | 1,4 b | 94,5 (T) | 7,6 a | 59,7 (M) | 8,4 ab | 28,0 (N) |
| 3 - Galil [®] SC | 32,6 a | 2,2 b | 92,9 (T) | 0,4 ab | 83,6 (T) | 0,4 b | 98,7 (T) | 0,8 b | 97,1 (T) | 5,0 a | 75,7 (T) | 1,6 b | 87,4 (T) |
| 4 - Connect [®] | 31,8 a | 2,2 b | 92,7 (T) | 0,2 b | 91,6 (T) | 1,0 b | 96,7 (T) | 6,8 ab | 75,3 (T) | 6,4 a | 68,2 (M) | 6,6 ab | 47,0 (N) |
| 5 - Acefato Nortox [®] | 32,8 a | 1,8 b | 94,2 (T) | 0 b | 100 (T) | 9 ab | 71,6 (M) | 4,0 ab | 85,9 (T) | 9,8 a | 52,8 (M) | 7,6 ab | 40,8 (N) |
| CV% | 20,5 | 50,9 | | 32,9 | | 58,0 | | 66,7 | | 52,6 | | 39,2 | |

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Porcentagem de redução calculada pela fórmula de Henderson & Tilton (1955). Entre parênteses encontram-se a classificação de seletividade da IOBC-WPRS (classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%; classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%; classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%) (Boller et al., 2005). Médias originais (sem transformação).

Seletividade ao complexo de predadores

Ficou evidenciado a infestação pelo complexo de predadores (*Geocoris* sp., *Zelus* sp., *Solenopsis* sp., *Delphastus* sp., *Orius* sp., *Podisus* sp., *Chrysoperla* sp., *Doru* sp., Coccinellidae, Nabidae e Aranae) na avaliação prévia a aplicação dos inseticidas, variando de 16,6 a 22,8 indivíduos em média por tratamento. A análise de variância e o teste F de significância ($\alpha = 0,05$) indicaram uma uniformidade da população na área experimental antes da aplicação dos inseticidas (Tabela 8).

Aos 2 DAA, o Malathion foi o inseticida mais prejudicial, afetando 69,33 % da população, sendo categorizado na classe M. Seguido por Premio[®] 200 SC (mortalidade de 53,46 % - classe M). Logo em seguida, Pirate[®] 240 SC (42,96 % - classe N). Proclaim[®] 50 WG foi o produto mais seletivo nesta avaliação (16,42 % de mortalidade – classe N).

Aos 4 DAA, novamente o Malathion foi o inseticida mais tóxico ao complexo de predadores (80,86 % de mortalidade – classe T). Pirate[®] 240 SC causou mortalidade de 75,29 % da população destes artrópodes predadores (classe T). Premio[®] 200 SC se manteve na classe M (mortalidade de 62,25 %). Entretanto, Proclaim[®] 50 WG afetou 61,40 % da população do complexo de artrópodes predadores (classe M).

Aos 6 DAA, apenas o Pirate[®] 240 SC foi o mais prejudicial dentre os outros produtos testados, afetando 66,03 % da população desses indivíduos (classe M). Os demais produtos foram categorizados como levemente prejudiciais, por terem reduzido menos de 50 % da população desses artrópodes predadores.

Aos 8 DAA, somente o Malathion foi considerado de classe M (mortalidade de 60,44%). Os demais produtos foram categorizados na classe N (< 50% de mortalidade).

Tabela 8: Número médio e porcentagem de redução (%) do complexo de predadores* em parcelas de plantas de soja no experimento 1. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS.

| Inseticidas | Prévia | 02 DAA | | 04 DAA | | 06 DAA | | 08 DAA | |
|-------------------------------|--------|---------|----------|--------|----------|---------|----------|--------|----------|
| | Média | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % |
| 1-Testemunha | 16,6 a | 19,4 a | - | 27,0 a | - | 20,6 a | - | 19,0 a | - |
| 2-Pirate [®] 240 SC | 20,4 a | 13,6 ab | 42,9 (N) | 8,2 b | 75,2 (T) | 8,6 ab | 66,0 (M) | 13,0 a | 44,3 (N) |
| 3-Premio [®] 200 SC | 22,8 a | 12,4 ab | 53,4 (M) | 14,0 b | 62,2 (M) | 15,8 ab | 44,1 (N) | 20,4 a | 21,8 (N) |
| 4-Proclaim [®] 50 WG | 17,2 a | 16,8 ab | 16,4 (N) | 10,8 b | 61,4 (M) | 17,2 ab | 19,4 (N) | 20,6 a | 0 (N) |
| 5-Malathion 1000 EC | 21,2 a | 7,6 b | 69,3 (M) | 6,6 b | 80,8 (T) | 8,2 b | 68,8 (M) | 99,6 a | 60,4 (M) |
| CV% | 19,8 | 21,2 | | 17,8 | | 23,2 | | 29,3 | |

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Porcentagem de redução calculada pela fórmula de Henderson & Tilton (1955). Entre parênteses encontram-se a classificação de seletividade da IOBC-WPRS (classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%; classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%; classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%) (Boller et al., 2005). Médias originais (sem transformação). *= *Solenopsis* sp., *Geocoris* sp., *Zelus* sp., *Delphastus* sp., *Orius* sp., *Podisus* sp., *Chrysoperla* sp., *Doru* sp., Coccinellidae, Nabidae e Aranae.

Ficou evidenciado a infestação pelo complexo de predadores (*Geocoris* sp., *Zelus* sp., *Solenopsis* sp., *Delphastus* sp., *Orius* sp., *Podisus* sp., *Chrysoperla* sp., *Doru* sp., Coccinellidae, Nabidae e Aranae) na avaliação prévia a aplicação dos inseticidas, variando de 33,2 a 43 indivíduos em média por tratamento. A análise de variância e o teste F de significância ($\alpha = 0,05$) indicou uma uniformidade da população na área experimental antes da aplicação dos inseticidas (Tabela 9).

Aos 2 DAA, todos os produtos testados foram considerados como tóxicos (classe T) por apresentarem mortalidade $> 75\%$.

Aos 4 DAA, o Engeo Pleno[®] S foi considerado o mais tóxico entre os produtos testados (mortalidade de 78,72% - classe T). Seguido por Connect[®] (mortalidade de 60,48% - classe M). Logo em seguida, Acefato Nortox[®] (mortalidade de 53,44% - classe M). Galil[®] SC impactou apenas 39,34% da população do complexo de predadores (classe N).

Aos 6 DAA, Galil[®] SC, Connect[®] e Engeo Pleno[®] S reduziram 91,69; 82,76 e 81,68% da população do complexo de predadores, respectivamente. Acefato Nortox[®] foi classificado como moderadamente tóxico (mortalidade 67% - classe M).

Aos 8 DAA, Galil[®] SC, Engeo Pleno[®] S e Acefato Nortox[®] foram os produtos mais prejudiciais ao complexo, (mortalidade de 92,57; 91,80 e 75,54%, respectivamente – classe T). Connect[®] foi considerado como moderadamente prejudicial (mortalidade de 65,32% - classe M).

Aos 13 DAA, todos os produtos testados foram categorizados na classe M (mortalidade $< 75\%$).

Aos 18 DAA, Galil[®] SC permaneceu na classe M (mortalidade de 69,27%), os demais produtos foram classificados como levemente prejudiciais (mortalidade $< 50\%$).

Tabela 9: Número médio e porcentagem de redução (%) do complexo de predadores* em parcelas de plantas de soja no experimento 2. Ano agrícola 2018/2019. Dourados, MS.

| Inseticidas | Prévia | 02 DAA | | 04 DAA | | 06 DAA | | 08 DAA | | 13 DAA | | 18 DAA | |
|---------------------------------|--------|--------|----------|--------|----------|---------|----------|---------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | Média | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % | Média | % |
| 1 – Água | 33,2 a | 26,0 a | - | 5,6 a | - | 31,6 a | - | 27,0 a | - | 22,6 a | - | 20,6 a | - |
| 2 - Engeo Pleno S [®] | 39,0 a | 4,0 b | 86,9 (T) | 1,4 a | 78,7 (T) | 6,8 b | 81,6 (T) | 2,6 b | 91,8 (T) | 11,4 a | 57,0 (M) | 12,4 a | 48,7 (N) |
| 3 - Galil [®] SC | 43,0 a | 4,2 b | 87,5 (T) | 4,4 a | 39,3 (N) | 3,4 b | 91,6 (T) | 2,6 b | 92,5 (T) | 7,2 a | 75,4 (T) | 8,2 a | 69,2 (M) |
| 4 - Connect [®] | 39,0 a | 4,4 b | 85,5 (T) | 2,6 a | 60,4 (M) | 6,4 b | 82,7 (T) | 11,0 ab | 65,3 (M) | 11,4 a | 57,0 (M) | 12,6 a | 47,9 (N) |
| 5 - Acefato Nortox [®] | 38,2 a | 4,2 b | 85,9 (T) | 3,0 a | 53,4 (M) | 12,0 ab | 67,0 (M) | 7,6 ab | 75,5 (T) | 13,6 a | 47,7 (M) | 14,0 a | 40,9 (N) |
| CV% | 17,4 | 44,9 | | 30,8 | | 43,5 | | 49,6 | | 40,8 | | 25,0 | |

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância. Porcentagem de redução calculada pela fórmula de Henderson & Tilton (1955). Entre parênteses encontram-se a classificação de seletividade da IOBC-WPRS (classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%; classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%; classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%) (Boller et al., 2005). Médias originais (sem transformação). *= *Solenopsis* sp., *Geocoris* sp., *Zelus* sp., *Delphastus* sp., *Orius* sp., *Podisus* sp. *Chrysoperla* sp. *Doru* sp., Coccinellidae, Nabidae e Aranae.

Classificação da seletividade – Classes da IOBC

Com a presente metodologia, considerando-se todo o complexo de predadores e até 4 avaliações após a aplicação dos tratamentos, foi possível discriminar as diferenças de seletividade entre os produtos testados (Tabela 10), sem que houvesse recolonização das parcelas tratadas pelos predadores.

Tabela 10: Classificação da seletividade a campo de inseticidas aos artrópodes predadores da cultura da soja durante o ano agrícola de 2018/2019. Dourados, MS.

| Inseticida Comercial | Ingrediente ativo | Form. | Dose/ha | Complexo | <i>Zelus</i> sp. | <i>Geocoris</i> sp. | <i>Solenopsis</i> sp. |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-------|---------|----------|------------------|---------------------|-----------------------|
| Classificação da seletividade (IOBC) | | | | | | | |
| Pirate® | chlorfenapyr | SC | 1200 ml | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Premio® | chlorantraniliprole | SC | 150 ml | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Proclaim® | emamectin benzoate | WG | 250 g | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Malathion Cheminova | malathion | EC | 1000 ml | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Engeo Pleno® S | thiamethoxam + lambda-cyhalothrin | SC | 200 ml | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Galil® | imidacloprid + bifenthrin | SC | 400 ml | 3 | 3 | 2 | 3 |
| Connect® | imidacloprid + beta-cyfluthrin | SC | 400 ml | 2 | 3 | 3 | 1 |
| Acefato Nortox® | acephate | SP | 1000 g | 2 | 2 | 1 | 1 |

Classe N: Inofensivo ou levemente prejudicial, mortalidade menor que 50%; classe M: Moderadamente tóxico/prejudicial, mortalidade entre 51-75%; classe T: Tóxico/prejudicial, mortalidade maior que 75%. Form. = tipo de formulação. SC = suspensão concentrada; WG = granulado dispersível; EC = concentrado emulsionável; SP = pó solúvel.

É de fundamental importância avaliar os efeitos dos inseticidas ao longo do tempo, pois os resultados podem auxiliar na determinação do efeito de atividade tóxica

aos inimigos naturais ocorrentes no agroecossistema. Essa informação também é útil na tomada de decisão sobre a liberação de inimigos naturais em programas de controle biológico aplicado.

Na análise estatística deste estudo, foi levado em consideração o complexo de artrópodes predadores, avaliado de maneira conjunta, somando-se todos os indivíduos ocorrentes. Posteriormente, devido a sumarização dos dados ao nível de complexo (o que pode levar a uma interpretação muitas vezes equivocada, negligenciando os reais efeitos sobre os diferentes gêneros de predadores) foram realizadas análises específicas para o grupo de artrópodes predominantes: *Solenopsis* sp., *Geocoris* sp. e *Zelus* sp.

A aplicação foliar dos produtos formulados à base de piretróides e neonicotinóides (Engeo Pleno® S, Galil® SC e Connect®), pyrroles (Pirate® 240 SC) e os organofosforados (malathion e acephate) reduziram substancialmente a população do complexo de predadores, com duração de efeito tóxicos variando dos 8 aos 18 DAA. Isto pode ter ocorrido tanto pela toxicidade direta sobre estes indivíduos, pois estes inseticidas têm ação neurotóxica e possuem um amplo espectro de controle sobre diversos insetos, apresentando efeitos sobre a maioria dos artrópodes, bem como a possibilidade de intoxicação pela alimentação de presas contaminadas por estes inseticidas (Agrofit, 2018; Gaber et al., 2015).

Os inseticidas Proclaim® 50 WG e Premio® 200 SC foram os produtos que apresentaram os menores impactos sobre o complexo de predadores neste estudo, isto pode estar relacionado com o modo de ação destes inseticidas.

O emamectin benzoate foi desenvolvido para o controle de lepidópteros pragas, age por ingestão, e por menor extensão, via contato (Amor et al., 2012) atuando como ativador dos canais de cloro mediados pelo ácido gama-aminobutírico, causando interrupção dos impulsos nervosos, onde o inseto, logo após a exposição a este composto,

para de se alimentar, tornando-se irreversivelmente paralisado, morrendo em aproximadamente 3-4 dias (Grafton-Cardwell et al., 2005).

Além do mais, o emamectin benzoate apresenta baixa toxicidade para os mamíferos (Wang et al., 2017). Podendo ser degradado rapidamente no meio-ambiente, devido a foto-oxidação via luz UV (Ishaaya et al., 2002; Zhu et al., 2011). A fotodegradação via luz UV e a translocação translaminar pode favorecer a seletividade do emamectin benzoate aos inimigos naturais (Zhu et al., 2011).

O chlorantraniliprole tem sido citado na literatura como um inseticida de baixo impacto sobre predadores e parasitoides (Barros et al., 2018). Todavia esse inseticida foi classificado como seletivo (classe N) e levemente prejudicial (classe M) a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) quando testado na menor dose (10 g i.a/ha) e na maior dose agronômica (30 g i.a/ha), respectivamente (Bueno et al., 2017).

A baixa toxicidade do chlorantraniliprole para os predadores poder advir da alta afinidade das moléculas deste inseticida com os receptores de rianodina dos lepidópteros (Nauen, 2006; Temple et al., 2009; Bird, 2015).

Conclui-se que a metodologia é válida para discriminar o impacto dos inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes a campo, no curto prazo, o que contribui para a implementação no Manejo Integrado do Pragas.

Conclusões

Os táxons de artrópodes predadores mais abundantes no primeiro experimento foram: *Solenopsis* sp. (47%), *Geocoris* sp. (16%) e *Zelus* sp. (9%)

No segundo experimento os artrópodes predadores mais abundantes foram: *Zelus* sp. (79%), *Geocoris* sp. (6%) e *Solenopsis* sp. (4%).

Proclaim® 50 WG e Premio® 200 SC foram os inseticidas mais seletivos ao complexo de predadores.

Referências

AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 15 maio. 2018.

AMOR, F. et al. Effect of emamectin benzoate under semi-field and field conditions on key predatory biological control agents used in vegetable greenhouses. **Biocontrol Science and Technology**, v. 22, n. 2, p.219-232, 2012.

BARROS, E.M. et al. Short-term toxicity of insecticides residues to key predators and parasitoids for pest management in cotton. **Phytoparasitica**, v. 46, p.391–404, 2018.

BARTLETT, Maurice Stevenson. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London. Series A-Mathematical and Physical Sciences**, v. 160, n. 901, p. 268-282, 1937.

BIRD, L. J. Baseline Susceptibility of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to Indoxacarb, Emamectin Benzoate, and Chlorantraniliprole in Australia. **Journal of Economic Entomology**, v.108 v.1, p.294–300, 2015.

BOLLER, E. F.; VOGT, H.; TERNES, P.; MALAVOLTA, C. **Working Document on Selectivity of Pesticides. IOBC-WPRS**. 2005. Online. Available from: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.691.671&rep=rep1&type=pdf>> Accessed: Feb. 19, 2020.

BUENO, A. F. et al. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 6, e20160829, 2017.

CROFT, B. A. **Arthropod biological control agents and pesticides**. New York: Wiley. 1990.

DEGRANDE, P.E. et al. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.3, p.291-294, 2003.

DEGRANDE, P.E. et al. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais, p.71-93. In J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento, **Controle biológico no Brasil**. São Paulo, Manole. 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Ata da XXX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 350p. 2009.

FIETZ, C. R. et al. **O clima na região de Dourados, MS**. 3. ed. rev. e atual. – Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. 1977.

GABER, A. et al. Field efficiency and selectivity effects of selected insecticides on cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) and its predators. **Journal of Phytopathology and Pest Management**, v. 2, n. 1, p.22-35, 2015.

GRAFTON-CARDWELL, E. et al. Various novel insecticides are less toxic to humans, more specific to key pests. **California Agriculture**, v. 59, n. 1, p. 29-34, 2005.

HENDERSON, C.F. & TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brow wheat mite, **Journal of Economic Entomology** v. 48, p.157-161, 1955.

HARBI, Ahlem et al. Residual toxicity of insecticides used in Tunisian citrus orchards on the imported parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae):

Implications for IPM program of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 15, n. 3, 2017.

IBM Corp. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp. Released 2016.

ISHAAYA et al. Emamectin, a novel insecticide for controlling field crop pests. **Pest Management Science**. v.58, p.1091-5, 2002.

NAUEN, Ralf. Insecticide mode of action: return of the ryanodine receptor. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 62, n. 8, p. 690-692, 2006.

ROUBOS, C. R. et al. Mitigating the effects of insecticides on arthropod biological control at field and landscape scales. **Biological Control**. v. 75, p.28–38, 2014.

SHAPIRO, Samuel Sanford; WILK, Martin B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SILVA, D. M. da; BUENO, A. de F. Organic products selectivity for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Agricultural Entomology**, v. 20, n. 1, p.1-8, 2015.

STECCA, C. S. et al. Impact of insecticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 3, p.1-11, 2017.

TEMPLE J. H. et al. Susceptibility of selected Lepidopteran pests to Rynaxypyr[®], a novel insecticide. **Journal of Cotton Science** v.13, p.23–31, 2009.

THOMSON, L. J.; HOFFMANN, A. A. Field validation of laboratory-derived IOBC toxicity ratings for natural enemies in commercial vineyards. **Biological Control**, v. 39, p.507–515, 2006.

WANG, Y. et al. Synthesis and characterization of emamectin-benzoate slow-release microspheres with different surfactants. **Scientific Reports**, v.7, article number 12761, 2017.

ZANTEDESCHI, R.; GRÜTZMACHER, A. D.; PAZINI, J. DE B; BUENO, F. A.; MACHADO, L. L. Selectivity of pesticides registered for soybean crop on *Telenomus podisi* and *Trissolcus basalus*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 48, n. 1, p. 52-58, 2018.

ZHU, J. et al. Photodegradation of emamectin benzoate and its influence on efficacy against the rice stem borer, *Chilo suppressalis*. **Crop Protection**, v.30, p.1356 1362, 2011.