



ISSN: 2316-9281

**ANAIS DA
SEMANA DA BIOLOGIA
DE TANGARÁ DA SERRA
2021/1**

SEBIOTAS



2021/1

ANO INTERNACIONAL DAS FRUTAS E VEGETAIS

ÁREA TEMÁTICA CIÊNCIAS AGRÁRIAS – PARTE 3
Scientific Electronic Archives, vol. 14, p. 84-118, 2021.
(Special Edition)

UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso
Campus Universitário Professor Eugênio Stielor
Tangará da Serra



ANAIS DA
SEMANA DA BIOLOGIA DE TANGARÁ DA SERRA
2021/1

SEBI  TAS



2021/1

ANO INTERNACIONAL DAS FRUTAS E VEGETAIS

3ª Edição

Tangará da Serra - Mato Grosso - Brasil
2021

APOIO:



UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso
Campus Universitário Professor Eugênio Stieler
Tangará da Serra

© 2021 SEBIOTAS

ISSN 2316-9281 (Scientific Electronic Archives)

ISSN 2675-2042 (Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra – SEBIOTAS)

Direitos desta edição reservados à Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS)
É proibida a reprodução desta obra, de toda ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios, sem a devida citação e referência ao evento.

Coordenação: Prof. Dr. Diones Krinski
Projeto gráfico e capa: Prof. Dr. Diones Krinski
Diagramação: Prof. Dr. Diones Krinski



(Ciências Agrárias)
Parte 3

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Regional de Cáceres.

	KRINSKI, Diones.
K89a	Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS 2021/1) / Diones Krinski – Tangará da Serra, 2021. 461 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim). Artigo Científico – Curso de Graduação Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas, Engenharia e da Saúde, Câmpus de Tangara da Serra, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2021. Coordenador: Diones Krinski 1. Ciências Biológicas. 2. Ciências Agrárias. 3. Ciências da Saúde. 4. Evento Científico. I. Diones Krinski. II. Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS 2021/1):. CDU 57(05) - ISSN 2675-2042

Bibliotecário: Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

SUMÁRIO

Apresentação.....	v
Áreas Temáticas.....	v
Comissão Organizadora.....	vi
Comissão Científica.....	vii
Empresas Parceiras.....	vii
Palestrantes.....	viii
Momento Cultural.....	viii
Normas Gerais Para Trabalhos Científicos.....	ix
Normas Gerais Para O Concurso Fotográfico.....	x
Expediente.....	xii
RESUMOS APROVADOS: ÁREA TEMÁTICA – CIÊNCIAS AGRÁRIAS.....	xvi
Feromônio sexual como ferramenta biotecnológica para o manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i> (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja.....	84
Insetos não-alvo capturados em armadilhas com feromônio de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) instaladas em campo.....	90
Captura de insetos não-alvo em resposta aos feromônios sexuais da <i>Chloridea virescens</i> (Lepidoptera: Noctuidae).....	96
Resistência de capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>) a glyphosate na cultura da soja no estado de Mato Grosso.....	101
Dispersão de pesticidas e suas interações com fatores ambientais.....	108
Que fatores podem atuar na diversificação feromonal de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)?.....	114
ÍNDICE REMESSIVO.....	120

APRESENTAÇÃO

A terceira edição da Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS 2021/1) será realizada no formato remoto (online) no primeiro semestre de 2021, pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra. Trata-se de um evento realizado pelo curso de Ciências Biológicas com o objetivo de promover um ambiente frutífero de intercâmbio de experiências e de conhecimento entre acadêmicos de graduação, pós-graduação, técnicos, professores e pesquisadores, sendo capaz de congrega o ensino, a pesquisa e a extensão. Através deste evento, os estudos na área de Ciências Biológicas e áreas afins, podem ser divulgados, proporcionando um rico momento de interação científica entre estudantes, pesquisadores, professores da educação superior e educação básica, visando o crescimento acadêmico e intelectual dos estudantes de Biologia e demais profissionais.



v

ÁREAS TEMÁTICAS

Ciências Agrárias
Ciências Biológicas
Ciências da Saúde

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente:

Prof. Dr. Diones Krinski – UNEMAT/Tangará da Serra

Membros:

Acadêmica Alana Jeniffer Alves dos Santos - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmica Ana Marcela do Nascimento - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmica Bruna Ferreira Lima - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmica Fabiana Lopes Rodrigues - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmica Gabrielle Simon Gosmann - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmica Joyce Milene Arruda De Figueiredo - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmica Taynara de Souza - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmica Vanessa Cardoso Nunes - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmico Aluizian Fernandes Lopes da Silva - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmico Fumio Matoba Júnior - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmico Jefferson Marcelo Arantes da Silva - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmico José Gustavo Ramalho Casagrande - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmico Rhaul Nery Campos - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmico Victor Hugo Magalhães de Amorim - UNEMAT/Tangará da Serra

Acadêmico William Cardoso Nunes - UNEMAT/Tangará da Serra

Dra. Bruna Magda Favetti

Dra. Elizângela Silva de Brito - UFMT/Cuiabá

Prof. Dr. Rogério Benedito da Silva Añez – UNEMAT/Tangará da Serra

Prof. Dr. Waldo Pinheiro Troy – UNEMAT/Tangará da Serra

Profa. Dra. Divina Sueide de Godoi – UNEMAT/Tangará da Serra

Apoio Institucional:

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

Fundação de Apoio ao Ensino Superior Público Estadual – FAESPE

COMISSÃO CIENTÍFICA

Coordenador:

Prof. Dr. Diones Krinski – UNEMAT/Tangará da Serra

Membros:

Dnd. Bruno Felipe Camera - Museu Paraense Emílio Goeldi
Dnd. Erik Nunes Gomes - (Rutgers University/ Nova Jersey, EUA)
Dra. Alessandra Benatto - UFPR/Curitiba
Dra. Bruna Magda Favetti
Dra. Michele Trombin de Souza (UFPel/Brasil)
Dra. Mireli Trombin de Souza (UFPR/Brasil)
Me. Ana Flávia de Godoy
Prof. Dr. André Franco Cardoso - UNEMAT/Tangará da Serra
Prof. Dr. Diones Krinski – UNEMAT/Tangará da Serra
Prof. Dr. José Roberto Rambo - UNEMAT/Tangará da Serra
Prof. Dr. Leandro Roberto da Cruz - IFSC/São Lourenço do Oeste
Profa. Dra. Alessandra Regina Butnariu - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Angélica Massarolli - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Ceres Maciel de Miranda - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Cristiane Regina do Amaral Duarte - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Karine da Silva Peixoto - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Ludymilla Barboza da Silva - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Me. Luana Vieira Coelho Ferreira - UNEMAT/Tangará da Serra

vii

EMPRESAS PARCEIRAS

Express Hambúrgueria
Haline Scorpioni Photography
Kalango Tattoo Studio
Premium Burgers
Rubia Piercer
Scientific Eletronic Archives
SD Prime Licores & Mimos
Sombra Tattoo Studio

PALESTRANTES

Ana Paula Welter - UNEMAT/Tangará da Serra
Dnd. Erik Nunes Gomes - (Rutgers University/ Nova Jersey, EUA)
Dra. Bruna Magda Favetti
Dra. Elizângela Silva de Brito - UFMT/Cuiabá
Dra. Michele Trombin de Souza (UFPeL/Brasil)
Dra. Mireli Trombin de Souza (UFPR/Brasil)
Jorge Aparecido Salomão Junior (Ampara Animal)
Me. Décio Eloi Siebert
Me. Sebastian Ramos - Câmara Municipal de Tangará da Serra
Prof. Dr. José Roberto Rambo - UNEMAT/Tangará da Serra
Prof. Dr. Paulo Takeo Sano - USP/São Paulo
Prof. Dr. Waldo Pinheiro Troy - UNEMAT/Tangará da Serra
Prof. Me. Luiz Antonio Solino Carvalho - SEDUC/MT
Profa. Dra. Ana Lúcia Andruchak - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Alessandra Regina Butnariu - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Angélica Massarolli - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Carolina Joana da Silva - UNEMAT/Cáceres
Profa. Dra. Ceres Maciel de Miranda - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Dra. Cristiane Regina do Amaral Duarte - UNEMAT/Tangará da Serra
Profa. Me. Thiziane Helen Lorenzon - UNEMAT/Tangará da Serra

viii

MOMENTO CULTURAL

Coral Infantojuvenil da UFMT

Apresentação: Música "Filhote do filhotes" de Jean e Paulo Garfunke.
Regência: Adonys Aguiar

Coral Infantojuvenil da UFMT

Apresentações:
Música "Pra Terra" de Maurício Detoni.
Música "Coração Civil" de Milton Nascimento e Fernando Brant.
Regência: Maestrina Dorit Kolling

Bruna Ene

Apresentação: Música Somos um Só

NORMAS GERAIS PARA TRABALHOS CIENTÍFICOS

Serão aceitos para submissão trabalhos no formato de RESUMOS EXPANDIDOS, com resultados originais ou revisões de literatura dentro das áreas para submissão de trabalhos a seguir: Ciências Agrárias, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde

Regras gerais:

- 1) A submissão do trabalho no evento não garante a aprovação do trabalho submetido.
- 2) Os trabalhos serão avaliados pela Comissão Científica do evento e apenas os trabalhos aprovados serão publicados no Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra 2021/1 (ISSN 2675-2042).
- 3) Só serão aceitos trabalhos cujo todos os autores estejam inscritos no evento.
- 4) Será permitida a submissão de até 02 (dois) trabalhos por inscrição por autor, para coautores a participação é ilimitada.
- 5) Resumo Expandido deverá conter no mínimo 4 e no máximo 6 páginas, e seguir todas as especificações de formatação do modelo disponibilizado para ser baixado na aba de SUBMISSÕES.
- 6) Os trabalhos devem ser submetidos no mesmo formato do modelo de arquivo disponibilizado (Arquivo do Word).
- 7) Os trabalhos aprovados pela Comissão Científica serão inseridos no Anais da Semana da Biologia de Tangará da Serra 2021/1 (SEBIOTAS 2021/1) e receberão certificado de publicação.
- 8) Anais do evento será publicado na revista Scientific Electronic Archives (<https://sea.ufr.edu.br/SEA>) em uma das próximas edições de 2021.
- 9) Serão selecionados pela Comissão Científica de 15 a 20 dos trabalhos aprovados, para apresentação oral on-line que serão realizadas em sessões diárias durante a semana do evento.
- 10) Os autores dos trabalhos selecionados para apresentação oral, terão no máximo 10 minutos para apresentar o seu trabalho em arquivo eletrônico.
- 11) O modelo para apresentação oral será enviado via e-mail para os autores dos trabalhos selecionados.
- 12) Será fornecido certificado de apresentação de trabalho para os autores que realizarem a apresentação oral na data e horários selecionados.
- 13) Os autores aceitam que o SEBIOTAS 2021/1 tenha plenos direitos sobre os trabalhos submetidos e aprovados, podendo incluí-los nos Anais, imprimi-los e divulgá-los, sem o pagamento de qualquer remuneração.

NORMAS GERAIS PARA O CONCURSO FOTOGRÁFICO

O “Concurso Fotográfico Biota em Foco 2021/1” é promovido pela Semana da Biologia de Tangará da Serra (SEBIOTAS), vinculado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra.

Regras gerais:

- Regulamento completo do Concurso Fotográfico Biota em Foco 2021/1 deve ser baixado no Google Drive Semana da Biologia de Tangará da Serra 2021/1 (SEBIOTAS 2021/1), disponível no link: https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1VLQIAsLxd3MHjtsWyAXE_PQ5XFmSod_E
- É obrigatório preencher o Termo de cessão de direitos para uso de imagem. O modelo do termo está disponível para ser baixado no Google Drive juntamente com o Regulamento completo desse concurso.
- As fotografias devem abordar o tema: A biota brasileira e suas interações com o ambiente.
- objetivo deste concurso é conscientizar a população em geral sobre a importância da biota do Brasil para o meio ambiente e a agricultura, além de incentivar momentos de contemplação da natureza por meio da observação da fauna e flora em seus diferentes habitats, bem como contar uma história através de uma imagem.
- Concurso Fotográfico Biota em Foco 2021/1 é aberto para todas as pessoas inscritas na Semana da Biologia de Tangará da Serra 2021/1 (SEBIOTAS 2021/1).
- concurso é individual, sendo vetadas fotos apresentadas com dupla autoria.
- A inscrição no concurso é gratuita e cada participante poderá enviar APENAS 1 (uma) fotografia de sua autoria.
- A inscrição da foto no Concurso Fotográfico Biota em Foco 2021/1 deverá ser feita pelo participante inscrito já no evento SEBIOTAS por meio do formulário eletrônico: <https://forms.gle/ULU2pZzyHukggAbh7>
- No momento da submissão da fotografia será solicitado o número de inscrição no evento SEBIOTAS 2021/1.
- Todos os participantes desse concurso serão considerados conhecedores das normas para participação neste concurso e quaisquer descumprimentos das disposições do regulamento implicará na desclassificação do participante.

Premiação:

Será premiada a melhor fotografia em cada uma das categorias a seguir:

- Voto Popular
- Voto dos Inscritos
- Voto do Júri

A melhor fotografia escolhida em cada uma das categorias receberá certificado de premiação, além de brindes fornecidos pelas Empresas Parceiras do evento.

Observação: Os brindes somente serão entregues para os autores das fotografias premiadas residentes no município de Tangará da Serra, ou que possam se deslocar até o município para retirada do brinde nas empresas parceiras.

EXPEDIENTE

Publicação eletrônica: <https://sea.ufr.edu.br/SEA>

Site do Evento: <https://eva.faespe.org.br/sebiotas2021/>

Contato: sebiotas@unemat.br

Edição: 3ª Edição

Periodicidade: Anual

Idiomas: Português/Inglês

xii

Autor/Realização:

Prof. Dr. Diones Krinski, Universidade do Estado de Mato Grosso/Tangará da Serra.

Endereço: Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler de Tangará da Serra

Rodovia MT – 358 (Avenida Inácio Bittencourt Cardoso), Km 07 (s/n)

Jardim Aeroporto

Tangará da Serra – MT – CEP: 78300-000

Caixa Postal 287.

RESUMOS APROVADOS: ÁREA TEMÁTICA – CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Parte 3

xvi



FEROMÔNIO SEXUAL COMO FERRAMENTA BIOTECNOLÓGICA PARA O MANEJO DE *Spodoptera frugiperda* (JE SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DA SOJA

SEXUAL PHEROMONES AS A BIOTECHNOLOGICAL TOOL FOR THE MANAGEMENT OF *Spodoptera frugiperda* (JE SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN SOYBEAN CULTURE

**Eliza Vitória Viana^{1*}, Marcos Godoy², Fabiane Betoni², Jefferson Marcelo da Silva³,
Antônio Euzébio Santana⁴ e Mônica Josene Barbosa Pereira^{1,2}**

¹ UNEMAT, Pós-Graduação em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Tangará da Serra/MT

² Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT

³ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra/MT

⁴ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Curso de Química, Maceió/AL

*E-mail para contato: elizamarinhoviana@gmail.com

RESUMO –*Spodoptera frugiperda* caracteriza-se como uma das pragas mais danosas da soja devido ao potencial de consumir diferentes partes da planta. O principal controle dessa praga é à base de inseticidas, que gera problemas como seleção de insetos resistentes e redução dos inimigos naturais. Para minimizar esses impactos, compostos feromonais podem ser uma alternativa sustentável para o manejo desta praga. Nesse sentido, este trabalho avaliou a eficiência do feromônio sexual de *S. frugiperda* na cultura da soja. O delineamento foi em quadrado latino, com 5 tratamentos e 5 repetições, testando 2 formulações de feromônio, 1 formulação comercial, 1 controle negativo (hexano) e 1 controle positivo (fêmeas virgens), na safra 2020/21, em Tangará da Serra-MT. Foram coletadas 1804 mariposas, destas a formulação comercial, 1 e 2 alcançaram média de 41,66, 26,86 e 19,14, respectivamente. As formulações variaram em desempenho com o tempo e percebeu-se que a formulação 1 foi a mais eficiente, mas com média inferior à formulação comercial. Nesse sentido, são necessárias novas pesquisas que incrementem a eficiência de captura da formulação 1 em campo.

Palavras-chave: Formulações Sintéticas, MIP, Semioquímicos, Sojicultura.

ABSTRACT -*Spodoptera frugiperda* is characterized as one of the most harmful pests in soybeans due to the potential to consume different parts of the plant. The main control this pest is based on insecticides, which generate problems such as selection of resistant insects and reduction of natural enemies. To minimize these impacts pheromone compounds can be a sustainable alternative for the management of this pest. In this sense, this work evaluated the efficiency of the sexual pheromone of *S. frugiperda* in soybean culture. The design was in a Latin square, with 5 treatments and 5 repetitions, 2 pheromone formulations, 1 commercial formulation, 1 negative control (hexane) and 1 positive control (virgin females) were tested in the 2020/21 harvest in Tangará da Serra -MT. 1804 moths were collected, of which the commercial formulation, 1 and 2 reached an average of 41.66, 26.86 and 19.14, respectively. The formulations varied in performance with time and it was noticed that formulation 1 was the most efficient, but with a lower average than the commercial formulation. In this sense, further research is needed to increase the capture efficiency of formulation 1 in the field.

Keywords: Synthetic Formulations, IPM, Semochemicals, Soy Farming.

1. INTRODUÇÃO

O complexo de insetos-praga são os principais competidores por recursos gerados pela agricultura e entre as pragas mais danosas está a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (MONTEZANO et al., 2018). Seus maiores danos ocorrem em culturas como soja, milho e algodão (HARDKE et al., 2015). Isso acontece devido à sua grande plasticidade, que inclui polifagia, uso de diferentes tecidos e estruturas vegetais, alta adaptabilidade ambiental, ampla abrangência geográfica e vitalidade, proporcionando alta sobrevivência (MONTEZANO et al., 2018).

Para controlar essa praga são realizadas sucessivas aplicações de produtos fitossanitários. Só no estado de Mato Grosso a quantidade aplicada por área passou de 3,3L/ha em 2001 para 6,8L/ha em 2016, aumento de 208%, considerando a média móvel de três anos (IPEA, 2019). Embora a aplicação possa aumentar a produtividade, o uso intensivo gera um conjunto de externalidades negativas, como aparecimento/expansão de problemas de resistência de pragas, além de intoxicação ambiental e humana (PEDIGO; RICE, 2014).

Uma das estratégias alternativas para o controle de pragas é a utilização de feromônios sexuais, que são moléculas relacionadas à comunicação sexual entre as espécies, com função de atração de parceiros (SHANI, 2000). O uso de feromônio como estratégia de manejo, pode ser empregado no monitoramento, visando identificar tanto a presença quanto a densidade da praga, assim como, podem ser usados para coleta massal e confusão sexual (ZARBIN et al., 2009).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar em campo a eficiência de três formulações de feromônio sexual de *S. frugiperda* na cultura da soja, entendendo a viabilidade dessas formulações para monitoramento da praga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Colorado, em Tangará da Serra - MT (Latitude 14° 40' 44.11" S, Longitude 57° 37' 42.90" W). A coleta ocorreu na safra 2020/21, no estádio reprodutivo da soja, em talhão com área útil de 50 ha, com a cultivar convencional Biogene 4668, ocupando maior parte da área e cultivar Bt ADV 4317 IPRO, semeada em faixas de 15m na borda do talhão, considerado área de refúgio pelo produtor.

O delineamento utilizado foi em quadrado latino, com 5 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos foram: Formulação 1, com três componentes [Z9(14)-AC + Z11(16)-AC + Z7(12)-AC], Formulação 2, com cinco componentes [Z9(14)-AC + Z11(16)-AC + Z7(12)-AC + Z11(16)-AL + Z9(16)-AL] e Formulação 3 (mistura comercial da Isca Tecnologias Ltda). Já os controles foram: Positivo (Fêmeas virgens da criação de Insetos do Laboratório de Entomologia - UNEMAT) e Negativo (Hexano). Foram utilizadas armadilhas tipo Delta (cor branca), com inserção de tapetes adesivos e dos septos impregnados com os diferentes tratamentos.

O experimento foi instalado em 30 de dezembro de 2020, com distância de 100 m entre as armadilhas e 200 m entre as linhas (Figura 1), montadas na altura do dossel das plantas. As avaliações foram semanais, bem como a troca dos tapetes e a aleatorização dos tratamentos. As mariposas coletadas foram identificadas com a utilização de chaves

ilustradas (MONSANTO BRASIL, 2015). Ao final da safra foi realizado o registro dos inseticidas aplicados na área durante as avaliações.

Figura 1 – Mapa com a distribuição das armadilhas na área.



Fonte: Imagem (Google Earth). Editado pelos autores, 2021.

Para as análises primeiramente foram realizados testes de normalidade e homocedasticidade. As médias foram submetidas à Análises de Desvio e Modelo Linear Generalizado (GLM) com distribuição gaussiana, considerando semanas, tratamentos e interações, como fatores. Os tratamentos foram comparados por contrastes ($p < 0,05$), e as análises foram realizadas no programa R v.3.5.1 (R CORE TEAM, 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

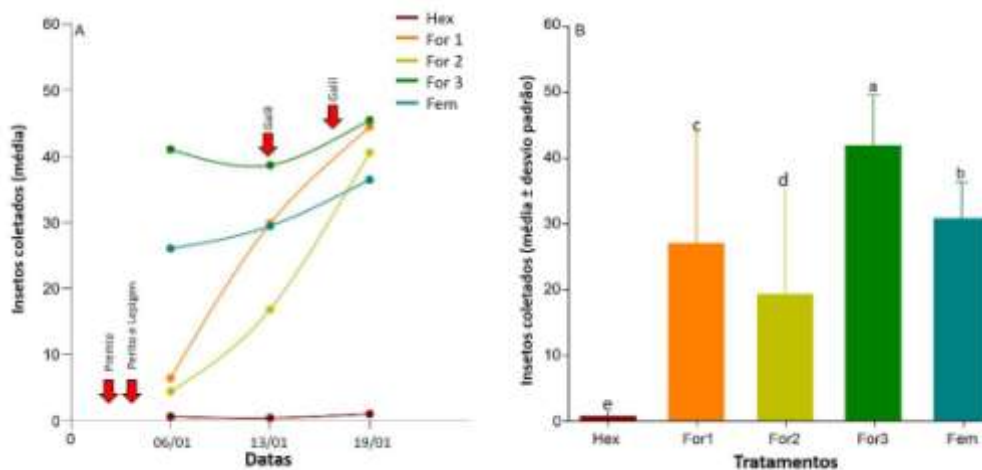
Foram realizadas três avaliações, que coletaram 1.804 mariposas de *S. frugiperda*, destas, 99,22% machos e 0,77% fêmeas. As formulações diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,5$), com a formulação comercial (For 3) alcançando média 41,66, seguida pelas formulações 1 (For 1) e 2 (For 2) com médias de 26,86 e 19,14, respectivamente. O controle positivo (Fêmeas virgens) e negativo (Hexano) coletaram uma média de 30,6 e 0,66, nesta ordem (Figura 2B).

For 1 e For 2 tiveram menor média de captura na primeira avaliação, diferindo da formulação comercial e das fêmeas. Na segunda semana, For 1 e 2 apresentaram um incremento na quantidade de mariposas coletadas. E a terceira semana marca o momento em que as formulações ultrapassam as fêmeas em captura (Figura 2A).

No geral, a For 3 foi mais eficiente na coleta de *S. frugiperda*, e será usada como comparativo de desempenho das demais formulações. Entre os outros dois compostos, a For 1 foi a que mais se aproximou do controle positivo e da For3, mesmo não apresentando os compostos *cis-9-hexadecenal* [Z11(16)-AL] e *cis-11-hexadecenal* [Z9(16)-AL] que estavam presentes na For 2. O Z11(16)-AL, foi encontrado por Tumlinson et al. (1986), em populações de *S. frugiperda* na Flórida (EUA), sendo considerado como um dos componentes secundários produzidos pelas fêmeas em quantidades variáveis. Este composto é um dos mais comuns, sendo empregado em 119 espécies diferentes de mariposas (BYER, 2006). Zhang et al. (2012), verificaram que para a *Helicoperva armigera*

(Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), Z11(16)-AL e Z9(16)-AL são os principais compostos na comunicação sexual. Porém, tanto o Z11(16)-AL, quanto o Z9(16)-AL, presentes na For 2, não tiveram efeito significativo na coleta de *S. frugiperda* para este trabalho, ficando abaixo da média de captura das outras formulações, ultrapassando levemente as fêmeas somente na última avaliação, mas sem efeito prático (Figura 2A).

Figura 2 – (A) Flutuação populacional de *S. frugiperda* nos diferentes tratamentos, as setas representam as aplicações de inseticidas; (B) Médias \pm erro padrão de insetos coletados em cada tratamento, letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).



Fonte: os autores.

O resultado promissor encontrado na For 1, reforça a importância do componente majoritário Z9(14)-AC e do minoritário Z7(12)-AC, relatado como cruciais para atração de machos de *S. frugiperda* por Tumlinson et al. (1986); Andrade et al. (2000); Batista-Pereira et al. (2006); Lima e McNeil, (2009); Cruz-Esteban et al. (2020). Pode-se inferir que nenhum dos componentes adicionais da Formulação 2 são necessários para a atração dos machos de *S. frugiperda* nessa região geográfica, exceto Z9(14)-AC, Z11(16)-AC e Z7(12)-AC.

Antes e após o período de avaliação foram realizadas pulverizações com inseticidas, sendo as aplicações antes da instalação das armadilhas de Premio (Clorantraniliprole) em 07/12/20 e de Perito (Organofosforado) + Lepigen (Biológico) no dia 16/12/20. Após a instalação das armadilhas as aplicações ocorreram nos dias 13 e 16/01/21 com produto Galil (Imidacloprido) (Figura 2A).

As aplicações não tiveram efeito sobre a população de *S. frugiperda*, uma vez que a média de captura cresceu entre e após os intervalos de aplicação. Rosa e Barcelos (2012) indicam que a aplicação de inseticidas sem eficácia pode ser resultado de um manejo inadequado dos produtos fitossanitários aplicados e que pode causar grandes prejuízos financeiros ao agricultor. Outro fator que pode ter influenciado no aumento de captura deve-se ao fato do inseticida ser recomendado para o controle principalmente de percevejos, não sendo indicado para *S. frugiperda*.

Nesse sentido, as formulações experimentais apresentaram bom resultado, mesmo quando comparados às fêmeas virgens e formulação comercial, logo, pode-se inferir que são eficientes para o monitoramento de *S. frugiperda* em campos de soja em Mato Grosso.

Mas para serem mais eficientes, necessitam de mais experimentos para refinar as composições, garantindo maior eficiência de recursos utilizados.

4. CONCLUSÃO

Entre os compostos experimentais a formulação 1 foi a mais promissora, uma vez que mais se aproximou do controle positivo (fêmeas virgens), mas com média inferior à formulação comercial. Nesse sentido, são necessárias novas pesquisas que incrementem a eficiência de captura da formulação 1 em campo.

5. AGRADECIMENTOS

A toda a equipe da Fazenda Colorado (Agropecuária Crestani) por disponibilizarem a área para montagem do experimento, bem como pelo suporte durante a condução do mesmo. Aos bolsistas, estagiários e voluntários do Laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). E ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), Projeto Semioquímicos na Agricultura (FAESP e CNPq, processos 2014/5087-0 e 465511/2014-7, respectivamente), por financiarem esta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. *et al.* Optimization of a pheromone lure for *Spodoptera frugiperda* (Smith) in Central America. **Journal of Brazilian Chemical Ecology**, 11, 609-613, 2000. Doi: 10.1590/S0103-50532000000600009
- BATISTA-PEREIRA, L. G. *et al.* Isolation, identification, synthesis, and field evaluation of the sex pheromone of the Brazilian population of *Spodoptera frugiperda*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 32, p. 1085-1099, 2006. Doi: 10.1007/s10886-006-9048-5
- BYER, J. A. Pheromone component patterns of moth evolution revealed by computer analysis of the Pherolist. Western Cotton Research Laboratory, Phoenix, Arizona. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, p. 399-407, 2006. Doi: 10.1111/j.1365-2656.2006.01060.x
- CRUZ-ESTEBAN, S. *et al.* A Pheromone lure for catching fall armyworm males (Lepidoptera: Noctuidae) in Mexico. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 36, p. 1-11, 2020. Doi: 10.21829/azm.2020.3612271
- HARDKE, J. T. *et al.* Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Ecology in Southeastern Cotton. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2015. Doi: 10.1093/jipm/pmv009
- IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Agrotóxicos no Brasil**: padrões de uso, política de regularização e prevenção da captura regulatória. Brasília: IPEA, 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2506.pdf . Acesso em: 07 abr. 2021.
- LIMA, E. R.; McNEIL, J. N. Female sex pheromones in the host races and hybrids of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Chemoecology**, v. 19, p. 29-36, 2009. Doi: 10.1007/s00049-009-0005-y

MONSANTO BRASIL. **Manual de Pragas 2015**. São Paulo: Monsanto, 2015.

MONTEZANO, D. G., *et al.* Plantas hospedeiras de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) nas Américas. **Entomologia africana**, v. 26, n. 2, p. 286-301, 2018. Doi: 10.4001/003.026.0286

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and Pest Management**. Ed. 6. Illinois: Long Grove, 2014.

R CORE TEAM. **The R project for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 30 de jan. de 2020.

ROSA, A. P. S. A.; BARCELOS, H. T. **Bioecologia e controle de Spodoptera frugiperda em milho**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012.

SHANI, A. Chemical Communication Agents (Pheromones) in Integrated Pest Management. **Drug Development Research**, v. 50, n. 3-4, p. 400-405, 2000. Doi: 10.1002/1098-2299(200007/08)50:3/4<400::AID-DDR22>3.0.CO;2-V

TUMLINSON J. H. *et al.* Sex pheromone of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith): identificação de componentes críticos para atração no campo. **Journal of Chemical Ecology**, v. 12, p. 1909-1926, 1986. Doi: 10.1007/BF01041855

ZARBIN, P. H. G. *et al.* Feromônio de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, pg. 722-731, 2009. Doi: 10.1590/S0100-40422009000300016

ZHANG, J. P. *et al.* An overlooked component: (Z)-9-tetradecenal as a sex pheromone in *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Physiology**, v. 58, p. 1209-1216, 2012. Doi: 10.1016/j.jinsyphys.2012.05.018

INSETOS NÃO-ALVO CAPTURADOS EM ARMADILHAS COM FEROMÔNIO DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) INSTALADAS EM CAMPO

NON-TARGET INSECTS CAPTURED IN TRAPS WITH *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) PHEROMONES INSTALLED IN FIELDS

Eveline Dezengrini^{1*}, Guilherme Luduwig¹, Eliza Marinho²,
Angélica Massaroli³, Adeildo Oliveira⁴ e Mônica Josene Barbosa Pereira^{1,2}

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT

² UNEMAT, Pós-Graduação em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Tangará da Serra/MT

³ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra/MT

⁴ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Doutorado em Química e Biotecnologia, Maceió/AL

*E-mail para contato: evelinemariabd@gmail.com

RESUMO – A soja se destaca pela sua grande importância na economia brasileira e mundial, no entanto, insetos como a *Spodoptera frugiperda* limitam a produção da cultura. Para contornar este problema, além dos métodos químicos de controle, pode-se utilizar armadilhas com feromônio sexual para um controle sustentável. Todavia, insetos não-alvo também podem ser coletados nessas armadilhas. Portanto, esta pesquisa avaliou a atratividade de insetos não-alvo capturados em armadilhas com feromônio de *S. frugiperda* na cultura da soja. O delineamento foi em quadrado latino, com cinco repetições e cinco tratamentos, constituídos de três formulações de feromônio sexual de *S. frugiperda*, um controle positivo (fêmeas virgens) e um controle negativo (hexano). Os resultados não mostraram diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$). Foram capturados 876 insetos não-alvo, das ordens Hymenoptera, Hemiptera, Thysanoptera e Dermaptera, sendo a maioria insetos-pragas. Desse modo, é promissora a utilização de armadilhas com feromônio de *S. frugiperda* para o controle sustentável da mesma, sem interferir na dinâmica dos inimigos naturais, contribuindo com o agroecossistema.

Palavras-chave: *Glycine max*, Lagarta militar, controle alternativo, manejo sustentável.

ABSTRACT - Soy stands out for its great importance in the Brazilian and world economy, however, insects such as *Spodoptera frugiperda* limit the production of the crop. To overcome this problem, in addition to chemical control, the use of sexual pheromone traps for sustainable control can be performed. However, non-target insects are also collected on these carpets. Therefore, this research evaluated the attractiveness of non-target insects captured in traps with *S. frugiperda* pheromone in soybean culture. The design was in a Latin square, with five replications and five treatments, consisting of three formulations of *S. frugiperda* sexual pheromone, a positive control (virgin females) and a negative control (hexane). The results not showed significant difference between treatments ($p < 0.05$). 876 non-target insects, of the orders Hymenoptera, Hemiptera, Thysanoptera and Dermaptera, were captured, the majority of which were insect pests. Thus, the use of traps with *S. frugiperda* pheromone is promising for the sustainable control of the same, without interfering in the dynamics of natural enemies, contributing to the agro-ecosystem.

Keywords: *Glycine max*, military caterpillar, alternative control, sustainable management.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] evidencia o Brasil como o maior produtor mundial, contendo nesta safra de 2020/21 uma área plantada de 38.461,5 milhões de hectares e uma produção de 135.131,16 milhões de toneladas. O centro-oeste caracteriza-se como a principal região produtora do país, sendo que o Estado de Mato Grosso apresentou uma produtividade estimada de 3.473 Kg.ha⁻¹ (CONAB, 2021). Apesar do alto potencial produtivo, o ataque de insetos ocasiona danos que podem limitar a produtividade e elevar os custos de produção da cultura. Entre os insetos-pragas, a lagarta *Spodoptera frugiperda* (J.E SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae), destaca-se pela sua alimentação inicialmente em folhas, que em seguida, danificam as vagens em formação (BARROS et al., 2010; PERUCA et al., 2017).

Spodoptera frugiperda tem como principal forma de controle a aplicação de inseticidas, no entanto, o uso frequente e indiscriminado destas moléculas em campo, além de selecionar insetos resistentes aos produtos químicos, podem reduzir os polinizadores e os inimigos naturais (BARBOSA, 2019). Uma vez, desencadeada o aumento da resistência dos insetos, há a redução da eficiência deste manejo, ocasionando um desequilíbrio no sistema de produção. Para contornar este problema, torna-se necessário integrar ao manejo desta praga o uso de alternativas sustentáveis, como o feromônio sexual de *S. frugiperda* utilizado para monitoramento e controle, impedindo a reprodução da praga (ZARBIN, 2009). Estudos realizados por Cruz-Esteban et al. (2018) comprovam a eficiência de captura de *S. frugiperda* em armadilhas iscadas com seu feromônio sexual.

Apesar da importância deste método para o controle da referida praga, existem pesquisas que relatam a captura de insetos não-alvo nas armadilhas de feromônio, mas as informações são escassas em relação ao efeito desta captura sobre a entomofauna no sistema agrícola. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é identificar os insetos não-alvo capturados em armadilhas com feromônio de *S. frugiperda* na cultura da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar os insetos não-alvo coletados em armadilhas contendo o feromônio de *S. frugiperda*, foi implantado o experimento na safra de 2020/21, com o plantio no dia 30 de setembro de 2020 da cultivar de soja Biogene 4668, na Fazenda Colorado (Figura 1A), localizada na cidade de Tangará da Serra-MT (Latitude 14°40'44.11" S, Longitude 57°37'42.90" W). O delineamento experimental foi em quadrado latino, com cinco repetições e cinco tratamentos, apresentando aleatoriedade e distância de 100 m entre as armadilhas e 200 m entre as linhas (Figura 1B).

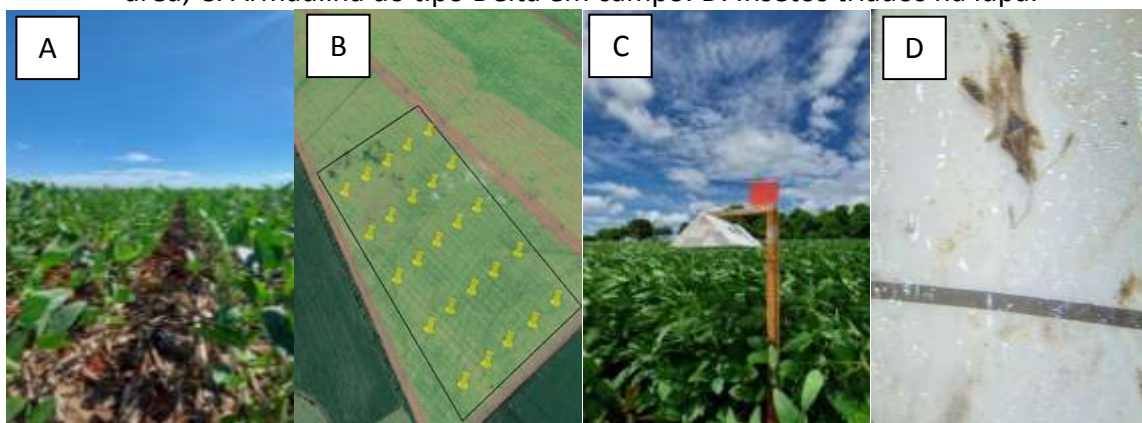
As armadilhas foram instaladas acima do dossel das plantas de soja, no dia 30 de dezembro de 2020, estas apresentam um formato triangular, do tipo delta, coloração branca, com medidas de 15x10x28 cm, contendo um piso adesivo branco em seu interior para a coleta dos insetos e um septo impregnado com as formulações (Figura 1C). As avaliações iniciaram 74 dias após a emergência da soja, apresentando-se em fase de formação das vagens. Dessa forma, realizou-se 3 avaliações, trocando semanalmente os

pisos adesivos e distribuindo aleatoriamente os septos.

Foram avaliados 5 tratamentos, sendo três formulações sintéticas de feromônio, um controle positivo e um controle negativo. As formulações de feromônio eram impregnadas em septos, sendo utilizada [FOR 1: Z9(14)-AC + Z11(16)-AC + Z7(12)-AC; e FOR 2: Z9(14)-AC + Z11(16)-AC + Z7(12)-AC + Z11(16)-AL + Z9(16)-AL] foram obtidas do Laboratório de Química de Produtos Naturais – LPqRN da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e uma formulação de feromônio comercial (FOR 3) da ISCA Tecnologia Ltda (em fase de teste). Como tratamento controle utilizou-se o hexano (negativo) e fêmeas virgens de *S. frugiperda* (positivo), que foram criadas no Centro de Pesquisa, Ensino e Desenvolvimento Agroambiental (CPEDA) no Laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), em Tangará da Serra – MT.

Semanalmente os pisos adesivos eram recolhidos do campo e encaminhados ao Laboratório de Entomologia. Em seguida, realizava-se a triagem, identificação e quantificação das ordens coletadas com o auxílio de uma lupa (Figura 1D) e a identificação das ordens foi de acordo com Fujihara et al. (2011). Totalizando 75 pisos avaliados, sendo 25 por semana.

Figura 1 – A. Área de cultivo de soja; B. Mapa com a distribuição das armadilhas na área; C. Armadilha do tipo Delta em campo. D. Insetos triados na lupa.



Fonte: Imagem 1.B obtida no Google Earth. Editado pelos autores, 2021.

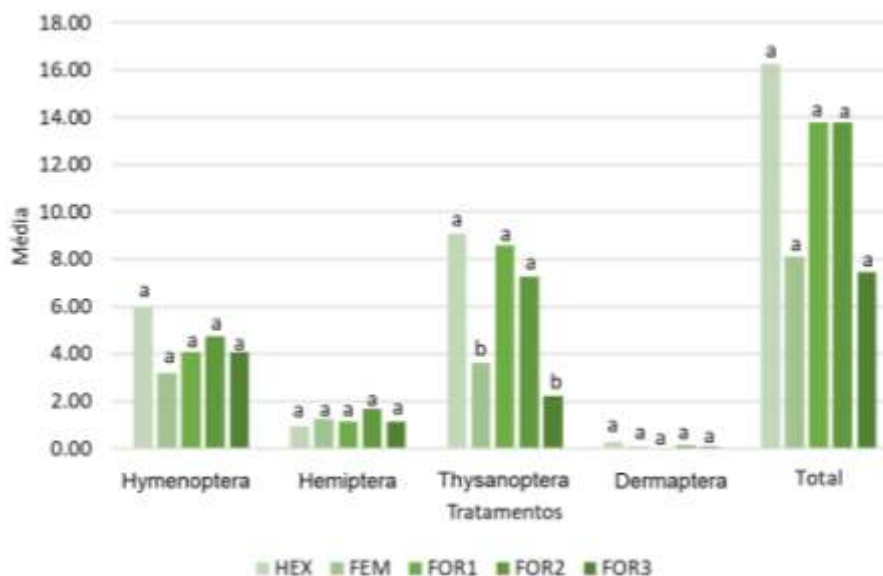
Após o teste de Shapiro-Wilk (5%), os dados obtidos de ambos os experimentos foram submetidos à teste de Kruskal-Wallis (5%) e os valores comparados pelo teste de Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974). Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R Studio (R CORE TEAM, 2020), e utilizado o pacote ScottKnott (JELIHOVSCHI et al., 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar o total de insetos não-alvo capturados, observa-se que os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), visto que as diferentes ordens capturadas nas

armadilhas foram atraídas independente do tratamento. Este resultado corrobora com o encontrado por Jakubikova et al. (2016) e Malo et al. (2004), que também relatam a presença de insetos não-alvo em armadilhas iscadas com feromônio.

Figura 2 – Média das ordens capturadas em relação aos tratamentos avaliados.



Fonte: os autores.

Na avaliação total, considerando todas as armadilhas e ordens, foram coletados 876 insetos não-alvo de importância agrícola. Se avaliar individualmente as ordens Hymenoptera, Hemiptera e Dermaptera, observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, na ordem Thysanoptera os tratamentos Hex, For1 e For2 diferiram estatisticamente de Fem e For3, pois capturaram um maior número de insetos não-alvo.

Na ordem Hymenoptera a maioria dos insetos capturados pertenciam a família Formicidae, no entanto, foram capturadas ocasionalmente vespas e abelhas. Segundo Spears et al. (2016) a atratividade de abelhas pode estar relacionada com a coloração branca das armadilhas, que ocasionalmente pode ser confundida com a cor branca das flores. Na ordem Thysanoptera o inseto predominante nas armadilhas foi o tripses, considerado praga de importância agrícola em várias culturas (MONTEIRO, 1999). Ao analisar a alta captura de tripses nas armadilhas adesivas com feromônio, pode-se dizer que essa estratégia impactou positivamente na redução de outros insetos-pragas no campo, contribuindo com um controle alternativo e um manejo mais sustentável. Os Hemiptera coletados nas armadilhas foram percevejos, cigarrinhas e pulgões, que são considerados insetos-pragas.

As tesourinhas são insetos da ordem Dermaptera e caracterizam-se como importante predadores de ovos de *S. frugiperda*. Por isso, a captura de Dermaptera foi considerada ocasional e muito baixa quando comparada com as de outras ordens. Alguns estudos realizados por Malo et al. (2004) e Clare et al. (2000) comprovam que a captura de insetos

não-alvo está relacionada com a cor branca das armadilhas. A coloração branca reflete uma gama de comprimentos de onda de luz, que são recebidos pelos fotorreceptores dos insetos, ocasionando uma alta atração e captura dos insetos devido a sua coloração. Dessa forma, o uso de armadilhas com as formulações de feromônios para atração de *S. frugiperda* são promissores, uma vez que a captura de inimigos naturais e insetos benéficos foram ocasionais e além de contribuir no controle de outros insetos-pragas.

4. CONCLUSÃO

As formulações de feromônio de *S. frugiperda* não influenciaram na atratividade e na captura total das ordens Hymenoptera, Hemiptera, Thysanoptera e Dermaptera. A captura e atratividade dos insetos não-alvo pode estar relacionada com a coloração branca das armadilhas. Desse modo, é promissora a utilização de armadilhas impregnadas com feromônio de *S. frugiperda* para o controle sustentável da mesma, sem ocasionar perdas de inimigos naturais, contribuindo com o equilíbrio do agroecossistema.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda equipe de campo da Fazenda Colorado (Agropecuária Crestani) por disponibilizarem a área para montagem do experimento, bem como pelo suporte durante a condução do mesmo. Aos bolsistas, estagiários e voluntários que atuaram nas atividades no Laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). E ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), Projeto Semioquímicos na Agricultura (FAESP e CNPq, processos 2014/5087-0 e 465511/2014-7, respectivamente), por financiarem esta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. G. **Estratégias no manejo de resistência de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) e de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2019. 108 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- BARROS, E. M. *et al.* Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010. Doi: 10.1590/S1519-566X2010000600023
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: CONAB, 2021.
- CLARE, G. *et al.* Pheromone trap colour determines catch of non-target insects. **New Zealand Plant Prot.**, v. 53, p. 216-220, 2000. Doi: 10.30843/nzpp.2000.53.3638.
- CRUZ-ESTEBAN, S. *et al.* Geographic variation in pheromone component ratio and antennal responses, but not in attraction, to sex pheromones among fall armyworm populations infesting corn in Mexico. **Journal of Pest Science**, v. 91, p. 973-983, 2018. Doi: 10.1007/s10340-018-0967-z.

FUJIHARA, R. T. *et al.* Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de Famílias. Botucatu: FEPAF. 2011.

JAKUBIKOVA, K. *et al.* Target and non-target moth species captured by pheromone traps for some fruit tortricid moths (Lepidoptera). **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliane Brunensis**, v. 64, n. 5, p. 1561-1568, 2016. Doi: 10.11118/actaun201664051561.

JELIHOVSCHI, E. G. *et al.* ScottKnott: A Package for Performing the Scott-Knott Clustering Algorithm in R. **Trends in Applied and Computational Mathematics**, Santa Cruz, v. 15, n. 1, p. 3-17, 2014. Doi: 10.5540/tema.2014.015.01.0003.

MALO, E. A. *et al.* Factors affecting the trapping of males *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) with pheromones in Mexico. **Florida Entomologist**, México, v. 87, n. 3, p. 288-293, 2004. Doi: 10.1653/0015-4040(2004)087[0288:FATTOM]2.0.CO;2

MONTEIRO, R. C. **Estudos taxonômicos de tripes (Thysanoptera) constatados no Brasil, com ênfase no gênero *Frankliniella***. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

PERUCA, R. D. *et al.* Impacts of soybean-induced defenses on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) development. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 12, n. 3, p. 1-10, 2017. Doi: 10.1007/s11829-017-9565-x.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **International Biometrics Society**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974. Doi: 10.2307/2529204.

SPEARS, L. R. *et al.* Pheromone lure and trap color affects bycatch in agricultural landscapes of Utah. **Environmental Entomology**, v. 85, n. 4, p. 1-8, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1093/ee/nvw085>.

ZARBIN, P. H. G. *et al.* Feromônio de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 722-731, 2009. Doi: 10.1590/S0100-40422009000300016.

CAPTURA DE INSETOS NÃO-ALVO EM RESPOSTA AOS FEROMÔNIOS SEXUAIS DA *Chloridea virescens* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

CAPTURE OF NON-TARGET INSECTS IN RESPONSE TO SEXUAL PHEROMONES OF *Chloridea virescens* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Andressa Aparecida Rodrigues Campos^{1*}, Eveline Dezengrini¹, Eliza Vitória Marinho Viana²,
Jefferson Marcelo Arantes da Silva³, Guilherme Luduwig¹ e Mônica Josene Barbosa Pereira^{1,2}

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT

² UNEMAT, Pós-Graduação em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Tangará da Serra/MT

³ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra/MT

*E-mail para contato: andressa.campos@unemat.br

RESUMO – O Brasil é o maior produtor mundial de soja e o Mato Grosso é o maior produtor brasileiro. Apesar da alta produção, ataques de lepidópteros como *Chloridea virescens*, causam danos e dificultam a produtividade da cultura. Para mitigar esse problema são realizadas pulverizações sucessivas de inseticidas. Logo, é necessário buscar ferramentas de manejo menos nocivas, como o feromônio sexual, que monitora a praga e não afeta o meio ambiente. Nestas armadilhas são capturados além de lepidópteros e as informações sobre esse impacto são escassas. Portanto, este estudo avaliou a captura dos insetos não-alvo em armadilhas de feromônio sexual de *Chloridea virescens*, na cultura da soja. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 5 repetições, foram testadas 2 formulações de feromônio e como controle hexano. Foram coletados 4321 insetos não-alvo, destes 36,29% na Formulação 1, 25,04% na Formulação 2 e 38,67% no tratamento do hexano. Desse modo, o feromônio não interferiu na atratividade dos insetos não-alvo, provavelmente a captura ocorreu devido a cor branca, com predominância de indivíduos das ordens Thysanoptera e Hymenoptera. Esse estudo reforça ainda mais a ideia de seletividade dos feromônios.

Palavras-chave: Formulação, Manejo Integrado de Pragas, Sojicultura, Armadilha.

ABSTRACT - Brazil is the world's largest producer of soybeans and Mato Grosso is the largest Brazilian producer. Despite the high production, attacks by lepidopterans such as *Chloridea virescens*, cause damage and hinder the productivity of the crop. To mitigate this problem, successive spraying of insecticides is carried out. Therefore, it is necessary to seek less harmful management tools, such as sexual pheromone, which monitors the pest and does not affect the environment. In pheromone traps they are captured in addition to lepidoptera and information about this impact is scarce. Therefore, this study evaluated the capture of non-target insects in sexual pheromone traps of *Chloridea virescens*, in soybean culture. The design was completely randomized, with 3 treatments and 5 repetitions, 2 pheromone formulations were tested and as hexane control. 4321 non-target insects were collected, of which 36.29% in Formulation 1, 25.04% in Formulation 2 and 38.67% in the treatment of hexane. Thus, the pheromone did not interfere in the attractiveness of non-target insects, probably the capture occurred due to the white color, with predominance of individuals of the orders Thysanoptera and Hymenoptera. This study further reinforces the idea of selectivity of pheromones.

Keywords: Formulation, Integrated Pest Management, Soy Farming, Trap.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), a produção da safra 2019/20 alcançou a somatória de 124.844,8 milhões de hectares, com produtividade de 3.379 kg/ha. No qual o estado de Mato Grosso destaca-se como o maior produtor brasileiro, com 74.898,9 milhões de toneladas, sendo em média 4.351 kg/ha de produtividade (CONAB, 2021).

A soja arca com alto custo de produção, devido ao elevado gasto com inseticidas químicos com o objetivo controlar inúmeras pragas que atacam (IMEA, 2021). A espécie *Chloridea* (= *Heliothis*) *virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida popularmente como lagarta da maçã, vem causando danos relevantes nas folhas, flores e vagens de soja, o qual acarreta decréscimo na produção e qualidade final desse grão, gerando altos prejuízos econômicos (CZEPAK et al., 2013).

Para o controle desta praga são efetuadas pulverizações sistemáticas de inseticidas, que visam reduzir drasticamente a população de lagartas no campo. Por isso, o uso de feromônio sexual é uma alternativa promissora, pois são altamente específicos e menos agressivos ao meio ambiente e aos seres vivos (ZARBIN et al., 2009).

Apesar da importância dos feromônios no monitoramento de pragas na agricultura, são escassos os estudos sobre os impactos destas substâncias sobre os insetos não-alvo, presentes no agroecossistema. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atratividade de formulações do feromônio de *C. virescens* sobre os insetos não-alvos na cultura da soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

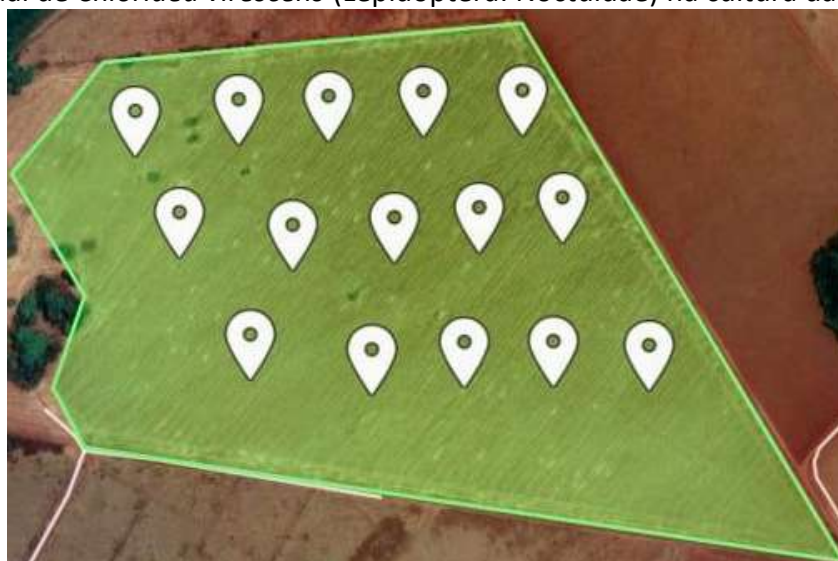
O experimento foi realizado em uma propriedade rural no município de Tangará da Serra - MT (Latitude 14° 38 '38.43 "S, Longitude 57° 25' 44.18"W). Sendo instalado em talhão de 33ha, no início da fase reprodutiva da soja na safra 2020/2021 (Figura 1).

Foram utilizadas armadilhas do tipo delta, de cor branca, com tapetes adesivos. As armadilhas foram instaladas acima do dossel da planta. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 5 repetições, sendo: formulação 1 (Z9(14)-AL; Z9(16)-AL; Z11(16)-AL); formulação 2 (Z9(14)-AL; Z9(16)-AL; Z11(16)-AL), como controle foi utilizado o solvente hexano. O experimento foi instalado no campo dia 30 de dezembro de 2020. Sendo dispostas a 70m da bordadura, distanciadas uma da outra a 90 m (Figura 1). Semanalmente foram realizadas avaliações, com troca dos tapetes e a aleatorização dos tratamentos na área, totalizando 6 semanas de experimento no campo.

Os insetos dos tapetes foram levados para o laboratório de Entomologia – (CPEDA/UNEMAT), para triagem, identificação e quantificação dos indivíduos coletados. Para identificação a nível de ordem foi utilizada a chave ilustrada de Fujihara et al. (2011), com auxílio de microscópio estereoscópico.

Foi feito o teste de normalidade Shapiro-wil (5%), posteriormente, os dados dos insetos não-alvo coletados foram submetidos à teste de Kruskal-Wallis (5%) e os valores comparados pelo teste de Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974). Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R Studio (R CORE TEAM, 2020), e o pacote Scott Knott (JELIHOVSCHI et al., 2014).

Figura 1 - Croqui da área demonstrando a disposição das armadilhas iscadas com feromônio sexual de *Chloridea virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja.

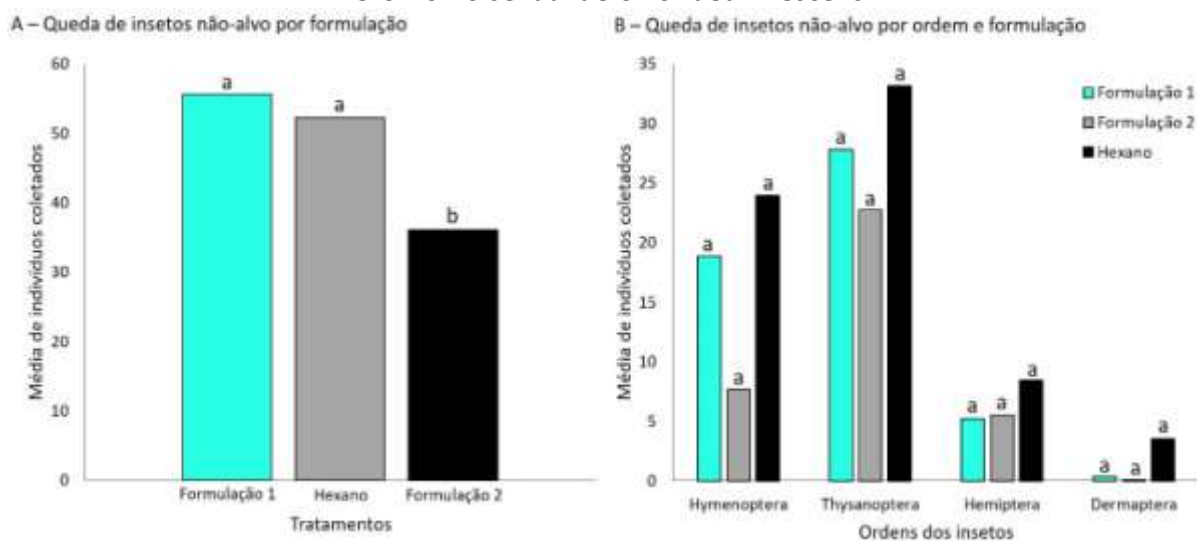


Fonte: Imagem do aplicativo Fields Area Measure PRO.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao total foram coletados 4321 insetos não-alvo, destes 1568 (36,29%) foram coletados na formulação 1, 1082 (25,04%) na formulação 2 e 1671 (38,67%) no controle hexano. Ao avaliar o total de insetos não-alvo coletados por armadilha, verificou-se que a formulação 1 e o controle, diferiram estatisticamente da formulação 2, coletando mais indivíduos ($p < 0,05$) (Figura 2). As ordens Hymenoptera, Thysanoptera, Hemiptera e Dermaptera observa-se que não houve resultados significativos entre os tratamentos (Figura 2).

Figura 2 - Médias das ordens de insetos não alvo coletadas nas armadilhas iscadas com feromônio sexual de *Chloridea virescens*.



Fonte: os autores.

De acordo com Spears et al. (2016) e Malo et al. (2004) a captura de insetos não-alvo pode estar relacionada com a atratividade pela cor branca da armadilha. Quanto à menor captura de insetos na formulação 1, pode estar associada a algum componente da formulação do feromônio que atuou como repelente. Foram coletados em todo o período avaliado 2411 Thysanopteras, indicando que provavelmente a cor branca da armadilha foi atrativa para esses insetos, sendo uma forma alternativa de controle, pois de acordo com Degrande e Vivan (2017) os tripes se destacam como importantes pragas agrícola de várias culturas, inclusive a soja.

A segunda ordem predominante na coleta foi Hymenoptera, com uma coleta de 1415 insetos, com destaque para as formigas aladas. Em relação à ordem Hemiptera observa-se uma coleta de 476 insetos, em sua grande maioria percevejos, pulgões e cigarrinhas. Esses insetos juntamente com as tripes, são considerados insetos-pragas nas lavouras, que provavelmente foram atraídos pela cor branca das armadilhas, juntamente com as formigas. Vale ressaltar que a presença de Hymenoptera e Dermaptera ocorreu de maneira esporádica. Portanto, os resultados desta pesquisa corroboram com os de Malo et al. (2004) e Clare et al. (2000), que também observaram a captura de insetos não-alvo em armadilhas de coloração branca iscadas com feromônio.

Dessa forma, as armadilhas de cor branca, além de capturar a praga alvo (*C. virescens*), contribui para a redução de pragas não alvo, como tripes, pulgões, percevejos fitófagos e cigarrinhas, sem interferir nos insetos benéficos e nos inimigos naturais presentes no sistema agrícola, contribuindo para o manejo sustentável da cultura.

4. CONCLUSÃO

O feromônio de *C. virescens* não interferiu na atratividade dos insetos não-alvo coletados, provavelmente a captura foi devido a cor branca das armadilhas, com predominância de indivíduos das ordens Thysanoptera e Hymenoptera. Isso indica que a presença das armadilhas não promoverá mais danos à biodiversidade benéfica dos agroecossistemas.

5. AGRADECIMENTOS

A Fazenda Pscheidt por disponibilizar a área para montagem do experimento, aos bolsistas, estagiários e voluntários que atuaram nas atividades no Laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). E ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), Projeto Semioquímicos na Agricultura (FAESP e CNPq, processos 2014/5087-0 e 465511/2014-7, respectivamente), por financiarem esta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: CONAB, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de>

graos/item/download/36566_871e4d2210be5fcac5a6c7bfd2b400a5. Acesso em: 23 abr. 2021.

CZEPAK, C. *et al.* Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013. Doi: 10.1590/S1983-40632013000100015

CLARE, G. *et al.* Pheromone trap colour determines catch of non-target insects. **New Zealand Plant Protection**, v. 53, p. 216-220, 2000. Doi: 10.30843/nzpp.2000.53.3638

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. Tecnologia & Produção - Soja e Milho 2011/2012. In: Fundação MS. **Pragas da soja**. Fundação MS: Maracaju. p. 155 -206, 2017.

FUJIHARA, R. T. *et al.* Insetos de Importância Econômica: Guia Ilustrado para Identificação de Famílias. Botucatu: FEPAF, 2011.

IMEA - INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Custo de produção da soja transgênica**. Cuiabá: IMEA, 2021.

JELIHOVSCHI, E. G. *et al.* ScottKnott: A Package for Performing the Scott-Knott Clustering Algorithm in R. **Trends in Applied and Computational Mathematics**, Santa Cruz, v. 15, n. 1, p. 3-17, 2014. Doi: 10.5540/tema.2014.015.01.0003

MALO, E. A. *et al.* Factors affecting the trapping of males *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) with pheromones in Mexico. **Florida Entomologist**, México, v. 87, n. 3, p. 288-293, 2004. Doi: 10.1653/0015-4040(2004)087[0288:FATTOM]2.0.CO;2

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 18 abr. 2021.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **International Biometrics Society**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974. Doi: 10.2307/2529204

SPEARS, L. R. *et al.* Pheromone lure and trap color affects bycatch in agricultural landscapes of Utah. **Environmental Entomology**, v. 85, n. 4, p. 1-8, 2016. Doi: 10.1093/ee/nvw085

ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M.; LIMA, E. R. Feromônio de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 722-731, 2009. Doi: 10.1590/S0100-40422009000300016.

RESISTÊNCIA DE CAPIM-AMARGOSO (*DIGITARIA INSULARIS*) A GLYPHOSATE NA CULTURA DA SOJA NO ESTADO DE MATO GROSSO

RESISTANCE OF AMAZING CAPIM (*DIGITARIA INSULARIS*) TO GLYPHOSATE IN SOYBEAN CULTURE IN THE STATE OF MATO GROSSO

Anderson Aparecido Rodrigues Campos¹, Andressa Aparecida Rodrigues Campos¹,
Miriam Hiroko Inoue¹ e Edyane Luzia Pires Franco²

¹Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT

²Faculdade da Amazônia (FAMA), Curso de Engenharia Agrônômica, Vilhena/RO

*E-mail para contato: andersontga80@gmail.com

RESUMO – Atualmente, no Brasil há registro de grandes infestações de plantas daninhas nas lavouras de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), dentre as principais plantas infestantes tem o capim amargoso (*Digitaria insularis*), o qual apresenta resistência ao herbicida glyphosate. Esse processo ocorreu principalmente pelo aumento nas utilizações da tecnologia Roundup Ready nas áreas agrícolas brasileiras. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar se os biotipos coletados em três diferentes áreas produtoras de soja no Estado de Mato Grosso, com histórico de utilização do herbicida glyphosate, são resistentes ou suscetíveis. As sementes foram coletadas em Tangará da Serra (Latitude 14°34'33,95" S, Longitude 57°27'43,85" O), Primavera do Leste (Latitude 15°28'38,875" S, Longitude 54°15'55,258" O) e Canarana (Latitude 13°35'39,429" S, Longitude 52°4'10,203" O). Para a realização do experimento, as sementes foram cultivadas em vasos e quando as plantas atingiram 3 perfilhos, receberam 5 diferentes doses do glyphosate (180, 720, 1440, 2880, 5760 g ha⁻¹), além da testemunha que não recebeu nenhuma aplicação, após a aplicação dos tratamentos, as plantas foram avaliadas semanalmente até aos 28 dias, posteriormente foram coletadas a parte aérea das plantas mensurando sua massa seca. Sendo possível observar que os biótipos das três localidades apresentaram o mesmo comportamento para variáveis massa seca e fitotoxicidade.

Palavras-chave: Herbicida, Plantas Daninhas, Roundup Ready, Controle, Produtividade.

ABSTRACT - Currently, in Brazil, large weed infestations have been recorded in soybean fields (*Glycine max* (L.) Merrill), and among the main weeds is bitter grass (*Digitaria insularis*), which is resistant to the herbicide glyphosate. This process occurred mainly due to the increase in the use of Roundup Ready technology in Brazilian agricultural areas. Thus, this study aimed to evaluate whether biotypes collected in three different soybean-producing areas in the state of Mato Grosso, with a history of glyphosate herbicide use, are resistant or susceptible. The seeds were collected in Tangará da Serra (Latitude 14°34'33.95" S, Longitude 57°27'43.85"W), Primavera do Leste (Latitude 15°28'38.875" S, Longitude 54°15'55.258"W) and Canarana (Latitude 13°35'39.429"S, Longitude 52°4'10.203"W). For the experiment, the seeds were grown in pots and when the plants reached 3 tillers, they received 5 different doses of glyphosate (180, 720, 1440, 2880, 5760 g ha⁻¹), as well as the control that did not receive any application. After the treatments were applied, the plants were evaluated weekly until they were 28 days old. It was possible to observe that the biotypes of the three locations showed the same behavior for the variables dry mass and phytotoxicity.

Keywords: Herbicide, Weeds, Roundup Ready, Control, Productivity.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de grãos mundial, tendo como principal produto a soja. O crescimento anual da produção é aproximadamente de 13% (EMBRAPA, 2016). O estado de Mato Grosso no ano de 2018 teve como área ocupada para o cultivo da soja cerca de 9,7 milhões de hectares, tendo resultados produtivos totais de 32,306 mil toneladas de soja, com a produtividade média de 55 sacas por hectare (CONAB, 2019). Mesmo apresentando alto potencial produtivo, a cultura da soja é altamente suscetível a interferências, tais como ataque de pragas, ocorrências de doenças e incidência de plantas daninhas. Estudos apontam que cerca de 30% dos custos totais de produção são gastos para promover o controle de plantas daninhas na lavoura (IMEA, 2017).

Uma das principais infestantes dessa categoria é o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), que vem causando sérios prejuízos, Gazziero et al. (2012) citam que devido à interferência, sua presença na cultura da soja pode ocasionar uma redução de 44% em sua produtividade. Para o controle de população infestante de plantas daninhas, um herbicida de grande destaque é o glyphosate, esse possui uma grande utilização nas lavouras brasileiras, visto que possui um considerável acervo de registros para uso, tendo mais de 100 culturas registradas, além de apresentar várias características razoáveis com relação à eficiência de controle, facilidades de aplicação e manuseio e uma baixa toxicidade (MORAES; ROSSI, 2010).

2. METODOLOGIA

2.1 Coletas das sementes

Para a realização desse experimento as sementes de capim-amargoso foram coletadas em três diferentes áreas agrícolas, onde predomina a sucessão de cultivo soja-milho, no período do cultivo da soja no mês de janeiro de 2018 e tendo como critério seletivo o uso do glyphosate, como herbicida padrão no controle de plantas daninhas no período de mais de cinco anos consecutivos. As coletas foram feitas, respectivamente, em lavouras nos municípios de Tangará da Serra (Latitude 14°34'33,95" S, Longitude 57°27'43,85" O), Primavera do Leste (Latitude 15°28'38,875" S, Longitude 54°15'55,258" O) e Canarana (Latitude 13°35'39,429" S, Longitude 52°4'10,203" O), localizadas no estado de Mato Grosso.

2.2 Delineamento e doses

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial 3 x 6, sendo 3 locais diferentes de coleta de sementes com 6 doses diferentes de glyphosate WG 720, composto por sal de Amônio, sendo 6 repetições para cada tratamento. Portanto, as doses definidas foram, respectivamente, 0 onde não houve aplicação de glyphosate, 180 g.ia correspondentes a $\frac{1}{4}$ da dose recomendada, 720 g.ia correspondendo a dose recomendada, 1.440 g.ia correspondendo o dobro da dose recomendada, 2.880 g.ia correspondendo a 4 vezes a dose recomendada e 5.760 g.ia, correspondendo a 8 vezes a dose recomendada. As unidades experimentais (Parcelas) foram

representadas por vasos plásticos de 500 mL do material polipropileno. Como meio de sustentação, os vasos foram preenchidos com substrato para hortaliças e areia em uma proporção.

A aplicação foi realizada quarenta dias após a semeadura (17 de março de 2018), para qual utilizou-se um pulverizador com um cilindro de CO₂, disposto de uma barra com dois bicos do tipo leque XR 110.02 espaçados 0,5 m e calibrado a uma vazão de 200 L. ha⁻¹, a aplicação foi realizada a uma distância de 50 cm do alvo.

As avaliações iniciaram com as análises visuais de controle que ocorreram semanalmente aos 7, 14, 21 e as 28 dias após a aplicação (DAA), no qual os resultados obtidos foram taxados em uma escala de controle e fitotoxicidade, variando de 0 a 100, onde 0 % é ausência total dos sintomas e 100 % é a morte das plantas, foram coletadas a parte aérea das plantas e determinada a sua massa seca por meio da secagem em estufa com temperatura controlada até as amostra atingirem peso constante (SBCPD, 1995). Os dados obtidos para variável massa seca foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade, e quando verificado efeito significativo, realizou-se à análise de regressão polinomial, levando em consideração a equação $Y = a + bx + cx^2$, de forma ao avaliar, os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos, escolheu-se o modelo que apresentou um maior R².

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1, o comportamento da matéria seca em função das doses do herbicida, onde para as doses de 180 g i.a e 720 g i.a, nota-se um acréscimo de 8 e 12% respectivamente, em sua massa seca, quando comparada a massa seca da testemunha. Este resultado foi constatado por Cavalieri (2017), onde tratamentos com 180 g i.a. e 720 g i.a. de glyphosate, obtiveram massa seca superior à testemunha.

Cavalieri (2017), atribui este resultado, ao uso de subdoses do herbicida em plantas com características resistentes, onde a molécula ao entrar em contato com a planta, esta é estimulada a acelerar seu desenvolvimento, induzindo brotação e perfilhamento, ocorrendo assim um aumento de sua parte aérea.

Belz (2014), descreve essa característica como sendo um fator denominado hormesis, que pode vim a ser utilizado pela planta de duas maneiras, uma pela aplicação direta de herbicida sobre a planta ou de maneira indireta através da deriva, porém para que essa reação comece é necessário que ocorra a inibição parcial da (EPSPs), desta forma a planta de maneira estratégica inicia o processo.

O tratamento que apresentou a melhor resposta com relação a redução da massa seca, foi a dose de 5.760 g i.a, tendo como resultados o peso de 1,03 gramas e uma redução de 55%, quando comparada com a testemunha. Contudo não foi observado em nenhuma das parcelas com este tratamento, a eliminação total da biomassa da planta daninha, destacando assim que para essa condição de estágio fenológico o tratamento não foi eficiente.

Nas doses de 180, 720, 1.440 e 2.880 g i.a., não diferiram aos 7 DAA, tendo como classificação de controle, ruim (praticamente sem controle) e aos 14 DAA, fraco (controle insatisfatório). Reinert et al. (2013), ao trabalhar com as doses 180, 720 e 1.440 g i.a., aos 14 DAA, verificou a proporção de controle 10, 20 e 40% na população de capim-amargoso respectivamente, respaldando as médias obtidas. A dose 5.760 g i.a, se mostrou mais eficiente, diferindo sua média das demais, porém na classificação aos 7 DAA quanto a escala, sua categorização ficaram entre ruim e fraco (30 a 40%). Desta maneira as análises visuais de controle para 7 DAA, para todas as doses apresentou um controle ineficaz, pois não apresenta um intervalo ideal para a ação do herbicida.

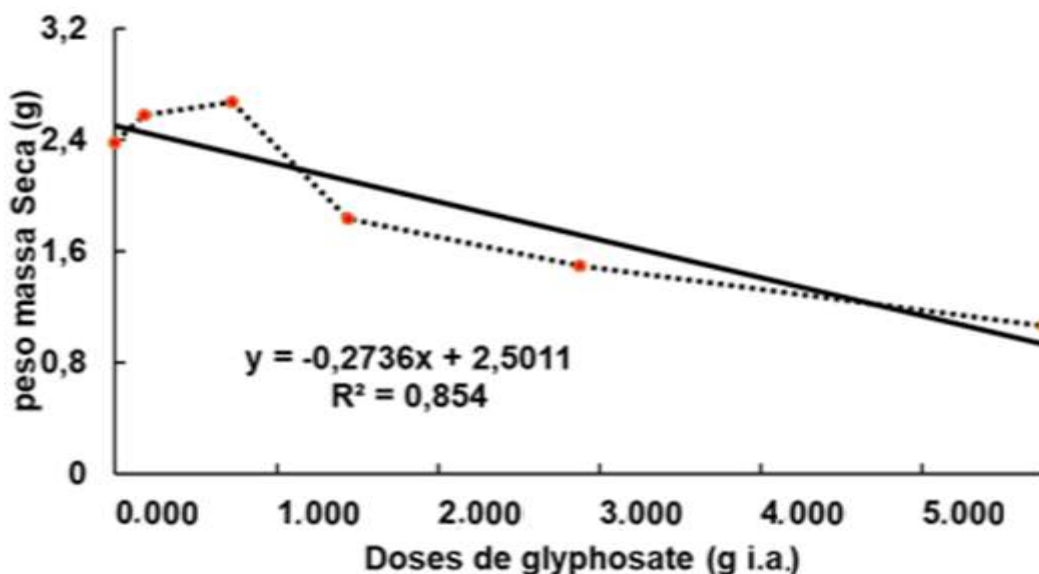


Figura 1 - Massa seca em função das doses de Glyphosate

Tabela 1 Médias das porcentagens de controle para *Digitaria insularis*.

Tratamento	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	Controle (%)			
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
1- Glyphosate	0	0,9 c	0,9 c	0,94 c	0,94c
2- Glyphosate	180	30 b	50 b	30 c	1,0 c
3- Glyphosate	720	30 b	50 b	30 c	1,0 c
4- Glyphosate	1.440	30 b	50 b	30 c	28,4b
5- Glyphosate	2.880	30 b	50 b	50 b	30 b
6- Glyphosate	5.760	38 a	70 a	60 a	50 a
DMS (5%)		0,0314	0,0314	0,0314	0,0314

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados da testemunha e de tratamentos que igualaram a 0 ou seja, não foi observada características de controle, foi atribuído a nota 1, afim de reduzir a nulidade dos dados

Esses dados corroboram com as informações levantadas por Amarante Jr. et al. (2002), em que afirma que a ação do herbicida se dá de maneira lenta e para que o controle

seja eficiente, são necessárias de duas a três semanas. Aos 14 DAA a dose de 5.760 g i.a, apresentou a maior média de controle 70%. Essa média de controle, também foi obtida por Reinert et al. (2013) que ao trabalhar sob mesmas condições, obteve o valor de 79% de controle. Nota-se nas avaliações gerais, que o tratamento que apresentou melhor resultado, foi o de maior dose, 5.760 g i.a. em que aos 7 DAA, apresentou-se 20% de sintomas, sendo as características: amarelecimento, clorose leve, má formação foliares, aos 14 DAA apresentou 30%, 60% aos 21 DAA e aos 28 DAA decresceu a 40%.

Tabela 2. Médias das análises visuais de Fitotoxidez.

Tratamento	Dose (g i.a ha ⁻¹)	Fitoxicação (%)			
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
1- Glyphosate	0	0,90 e	0,90 e	0,94 e	0,94 e
2- Glyphosate	180	3,00 d	3,00 d	1,00 e	1,00 e
3- Glyphosate	720	5,00 c	5,00 c	3,00 d	3,00 d
4- Glyphosate	1440	5,00 c	5,00 c	5,00 c	5,00 c
5- Glyphosate	2880	10,0 b	10,0 b	20,0 b	10,0 b
6- Glyphosate	5760	20,0 a	30,0 a	60,0 a	40,0 a
DMS (5%)		0,0314	0,0314	0,0314	0,0314

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados da testemunha e de tratamentos que igualaram a 0, ou seja, não foram observadas características de fitotoxicidade, foi atribuída a nota 1, a fim de reduzir a nulidade dos dados.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, atestou-se que os biótipos de capim-amargoso são resistentes, os tratamentos foram caracterizados como ineficientes, independente das três regiões produtivas do estado de Mato Grosso. Contudo áreas que não sofreram pressão de seleção, o herbicida pode apresentar resultados satisfatórios, porém áreas que têm históricos de uso do glyphosate é necessário fazer uso de herbicidas de princípios ativos diferentes de maneira rotacionada, pois o aumento na dose de glyphosate além de não controlar de maneira eficiente, elevará custos e atuará como um instrumento de seleção de plantas daninhas resistentes ao herbicida, tendo em vista que a pressão do herbicida não altera um gene suscetível para um gene resistente contudo, seleciona o genótipo resistente ou indivíduo que expresse uma frequência de mutações ou genes, que possibilitará uma possível resistência a molécula do herbicida.

5. REFERÊNCIAS

AMARANTE Jr. et al. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

BELZ, R. G. Is hormesis an underestimated factor in the development of herbicide resistance? **Julius-Kühn-Archiv**, v. 444, n. 443, p.81-91, 2014.

CAVALIERI, J. D. **Resistência de populações de *Digitaria insularis* (L). Fedde a herbicidas: frequência de ocorrência e interações entre formulações de glyphosate e adjuvantes.** 2017. 101 f. Tese (Doutor em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017.pdf> acesso em: 10 abr. 2019.

EMBRAPA. **Produção de soja no Brasil cresce mais de 13% ao ano.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/25242861/producao-de-soja-no-brasil-cresce-mais-de-13-ao-ano>>. Acesso em: 10 julho. 2018.

GAZZIERO, D. L. P. *et al.* Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, Campo Grande, 28. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2012, p. 345-350.

IMEA - Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária. **Custo de produção de soja - safra 2018/2019.** Disponível em: <www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/21112016171539.pdf> acesso em: 10 setembro de 2019

MORAES, P. V. D.; ROSSI, P. Comportamento ambiental do glifosato. **Scientia Agraria Paranaensis**, Lexington, v. 9, n. 3, p. 22-35, 2010.

REINERT, S. C. **Aspectos da biologia da *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate.** 2013. 53f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2013

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.** Londrina: SBCPD, 1995.

DISPERSÃO DE PESTICIDAS E SUAS INTERAÇÕES COM FATORES AMBIENTAIS

DISPERSION OF PESTICIDES AND THEIR INTERACTIONS WITH ENVIRONMENTAL FACTORS

Eliza Vitória Viana^{1*}, Jefferson Marcelo da Silva²,
Mônica Josene Barbosa Pereira^{1;3} e Miriam Hiroko Inoue^{1;3}

¹ UNEMAT, Pós-Graduação em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Tangará da Serra/MT

² Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra/MT

³ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT

*E-mail para contato: elizamarinhoviana@gmail.com

108

RESUMO – *O uso de pesticidas se enquadra como uma revolução para a produção de alimentos no mundo. Sua presença possibilitou mais do que duplicar a produção por área em menos de um século. Contudo, o uso desses pesticidas pode contribuir para uma série de problemas graves ao ambiente. Portanto, o objetivo dessa revisão bibliográfica é elencar alguns dos impactos que o uso de pesticidas pode causar ao ambiente. Dentre as principais interações encontradas, destacam-se: retenção, lixiviação, volatilização, fotodegradação, decomposição química e microbiológica, escoamento superficial e absorção pelas plantas. Inseticidas, herbicidas e fungicidas podem influenciar os organismos vivos e contaminar águas superficiais e subsuperficiais. Estas interações podem causar graves impactos ao ambiente, evidenciando a necessidade de se estudar essas dinâmicas dentro do ambiente.*

Palavras-chave: Manejo Racional de Recursos; Manejo Integrado de Pragas; Agrotóxicos; Sustentabilidade.

ABSTRACT - *The use of pesticides is framed as a revolution for food production in the world. Its presence made it possible to more than double production per area in less than a century. However, the use of these pesticides can contribute to a number of serious environmental problems. Therefore, the purpose of this literature review is to list some of the impacts that the use of pesticides can cause to the environment. Among the main interactions found, the following stand out: retention, leaching, volatilization, photodegradation, chemical and microbiological decomposition, surface runoff and absorption by plants. Insecticides, herbicides and fungicides can influence living organisms and contaminate surface and subsurface waters. These interactions can cause serious impacts to the environment, highlighting the need to study these dynamics within the environment.*

Keywords: Rational Resource Management; Integrated Pest Management; Pesticides; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A definição de pesticida foi estabelecida pela Lei Federal N° 7.802, art. 2º, como os “produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos [...] cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos” (BRASIL, 1989).

O seu uso associado às atividades agrícolas permitiu mais do que duplicar a produção durante o século XX, diante da necessidade crescente de aumentar a produção de alimentos (RIBEIRO et al., 2008; CARVALHO, 2017). Só no Brasil, foram comercializadas mais de

620.000 toneladas de agrotóxicos em 2019, destes os mais vendidos foram os herbicidas, seguidos por fungicidas e inseticidas (IBAMA, 2021). O destino desses pesticidas no ambiente depende da sua própria dinâmica, influenciada por características físico-químicas, assim como suas interações com os fatores ambientais que interferem no funcionamento e deposição desses agentes no ambiente (YANG, 2016). O uso impróprio e/ou inadequado tem levado a incidentes de envenenamento em pequena e grande escala de humanos, animais domésticos e da vida selvagem. Resultaram também em efeitos ecotóxicos, causando impactos significativos ao ambiente (MARRS; BALLANTYNE, 2004).

Sendo assim, é importante conhecer e estudar continuamente os fatores que afetam a dinâmica dessas moléculas no ambiente, a fim de reduzir seus impactos dentro dos ecossistemas. Desse modo, este trabalho pretende fazer uma revisão bibliográfica acerca da dispersão dos pesticidas, levando em consideração a interação entre os fatores ambientais.

2. METODOLOGIA

As pesquisas foram realizadas entre os meses de novembro e dezembro de 2020 em plataformas de repositórios de arquivos como *Scielo*, *Web of Science*, *Scopus* e *Google Acadêmico*. Foram realizadas pesquisas em torno dos termos “Agrotóxicos + Meio Ambiente” e “Pesticidas + Fatores ambientais”. A análise de conteúdo percorreu algumas etapas descritas por Bardin (2010), especialmente a organização da análise, que se subdivide em: pré-análise, exploração do material, tratamento e análise dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Dispersão dos pesticidas interação com o ambiente

Durante o processo de pulverização, os pesticidas são aplicados diretamente no solo ou sobre as plantas, e grande parte destas moléculas atingem o solo de forma direta ou indireta (SCORZA-JÚNIOR, 2006) (Figura 1). Uma parte da dose aplicada no alvo pode ser depositada nas áreas adjacentes e outra fração pode ser perdida na atmosfera, pela volatilização (COSCOLLA et al., 2010). Uma vez presente no ambiente, as moléculas podem se distribuir, degradar ou acumular nos compartimentos do ambiente, atmosfera, água e solo (NASCIMENTO; MELNYK, 2016).

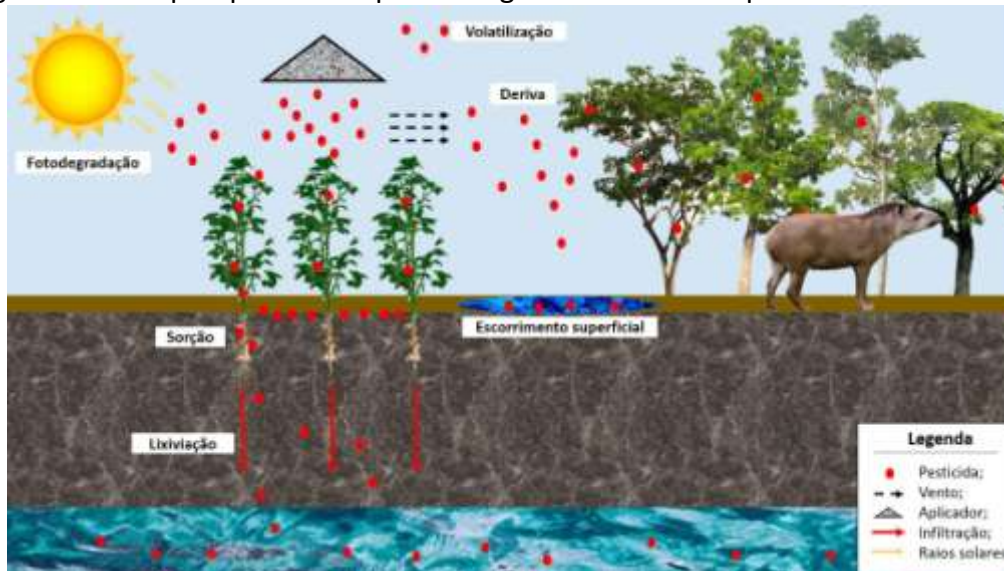
Os pesticidas estão sujeitos a processos físico-químicos que irão regular seu destino no ambiente. Entre esses processos estão retenção, lixiviação, volatilização, fotodegradação, decomposição química e microbiológica, escoamento superficial e absorção pelas plantas (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011) (Figura 1).

Os pesticidas quando aplicados, se depositam principalmente no solo e podem ser retidos pelos colóides, permanecendo na solução do solo, sendo infiltrados ou ainda sofrendo escoamento superficial, podendo contaminar rios e lagos (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). Segundo Rousis et al. (2017), o escoamento superficial (*runoff*) é a principal fonte de pesticidas no ambiente aquático.

Os pesticidas também podem estar associados à atmosfera, por meio da volatilização. Contudo, a capacidade destas moléculas de viajar a curtas ou longas distâncias depende, essencialmente, da quantidade de tempo que elas permanecem na atmosfera, que por sua

vez estão relacionadas às propriedades físico-químicas do pesticida, bem como a fatores ambientais, tais como temperatura, precipitação, tipo de solo, declive do terreno e ocorrência de ventos (ADDO et al., 1999).

Figura 1 - Principais processos que interagem o destino dos pesticidas no ambiente.



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2. Pesticidas e a microbiota do solo

No solo, a degradação dos pesticidas pode ocorrer por microrganismos, como bactérias e fungos, sendo que a atividade destes é influenciada por fatores ambientais, como teor de matéria orgânica, pH, nível de fertilidade, temperatura e umidade (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). Rodrigues (2014) verificou que o consórcio microbiano (*Lecanicillium saksenae*, *Trichoderma viride* e *Fusarium sp.*) teve percentagens de biodegradação de cerca de 74% para o herbicida difenoconazol. A atividade microbiana é reconhecida como um dos fatores mais importantes na eliminação de produtos químicos no ambiente (MORETO, 2015). Porém, a degradação microbiológica pode ser dificultada em função de diversas características químicas da molécula (PRATA, et al., 2000; PEIXOTO, et al., 2010).

Neste sentido, Fernandez et al. (2009) relataram que a intensificação do uso de herbicidas nas lavouras pode alterar significativamente a funcionalidade da microbiota do solo. Uma vez que, ao atingir o solo, o herbicida pode favorecer determinadas populações microbianas (CARRILLO; HONRUBIA, 2003). Aguiar (2019) analisou a atividade microbiana na rizosfera após a aplicação de herbicidas e verificou que o clomazone reduziu a diversidade bacteriana da rizosfera de *Protium heptaphyllum* (Sapindales: Burseraceae) e aumentou a diversidade fúngica na rizosfera.

Análises de Demanou et al. (2006) indicaram que a aplicação de fungicidas mefenoxam e associações de mefenoxam+cobre podem afetar diretamente a composição de bactérias nitrificadoras, reduzindo o potencial de nitrificação do solo. Ainda ressaltam que seus resultados embasam possibilidades de estudo para os efeitos sinérgicos de produtos fitossanitários sobre as comunidades microbiológicas.

3.3. Aspectos da contaminação por herbicidas

Ferri e Vidal (2003) demonstraram que sistemas de manejo do solo influenciam na persistência dos herbicidas, por alterar fatores físico-químico-biológicos do solo, modificando as taxas de adsorção e degradação biológica. Os autores concluíram que a presença da palha na superfície do solo aumenta a persistência do herbicida acetochlor no solo. Isso se justifica porque a intensidade de degradação deste herbicida depende, primariamente, do seu contato com o solo. Guimarães et al. (2017) estudaram o potencial de lixiviação dos principais herbicidas utilizados na cana-de-açúcar, coletando o lixiviado em diferentes solos e profundidades. O hexazinone foi o herbicida encontrado em maior concentração nos lixiviados, apresentando capacidade de percolar a coluna de solo, com potencial para contaminar águas subterrâneas.

Na busca por reduzir a persistência dos herbicidas e dos metabólitos micropoluentes, tem sido estudado materiais e/ou plantas capazes de mitigar os prejuízos desses defensivos. Silva et al. (2020) avaliaram o potencial de sorção do *biochar* produzido do resíduo do beneficiamento do fruto do cafeeiro para atrazina. Demonstraram que o *biochar* tem capacidade de sorver atrazina, sendo que a máxima sorção foi obtida para 1,8% de *biochar*, indicando existir potencial para ser utilizado em áreas previamente contaminadas por atrazina.

Dessa forma, o correto uso dos herbicidas e a eficácia dele no sistema agrícola são maneiras de diminuir questões de impacto ambiental e de ajudar a manter a segurança alimentar (ZHANG et al., 2010).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante conhecer e estudar o comportamento dos pesticidas e os fatores envolvidos na sua interação com o ambiente, a fim de reduzir impactos e obter um entendimento mais abrangente dos compostos nos ecossistemas. Dessa forma, pode-se propor um manejo baseado na prevenção, mitigando os pesares dos pesticidas ao ambiente.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos as agências de fomento pela verba de apoio para o desenvolvimento da pesquisa e a concessão de bolsas, em especial a Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

6. REFERÊNCIAS

ADDO, W. *et al.* Atmospheric transport and deposition of pesticides: an assessment of current knowledge. **Water Air Soil Pollution**, v. 115, p. 245 – 256, 1999. Doi: 10.1023/A:1005238430531

AGUIAR, L. M. **Perfil da comunidade microbiana do solo e rizodegradação por espécies arbóreas de sítios com resíduos de herbicidas lixiviáveis.** 2019. 94 p. Tese (Doutorado) –

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

BRASIL. (1989). Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem de agrotóxicos e dá outras providências**. Brasília, 11 de julho de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 16 nov. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Ed. 3. Lisboa: Edições 70, 2010.

CARRILLO, G. D.; HONRUBIA, M. Differential responses of ectomycorrhizal fungi to pesticides in pure culture. **Cryptogamie Mycologie**, Paris, v. 24, n. 3, p. 199-211, 2003.

CARVALHO, F. P. Pesticides, environment, and food safety. **Food and Energy Security**, v. 6 n. 2, p. 48-60, 2017. Doi:10.1002/fes3.108

COSCOLLÀ, C. *et al.* Occurrence of currently used pesticides in ambient air of Centre Region (France). **Atmospheric Environment**, v. 44, p. 3915-3925, 2010. Doi:10.1016/j.atmosenv.2010.07.014

CORREIA, N. M. **Comportamento dos herbicidas no ambiente**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2018.

DEMANOU, J. *et al.* Shifts in microbial community functions and nitrifying communities as a result of combined application of copper and mefenoxam. **FEMS Microbiology Letters**, v. 260, n. 1, p. 55-62, 2006. Doi: 10.1111/j.1574-6968.2006.00299.x

FERNANDEZ, G. *et al.* Evolução de CO₂ e atividades enzimáticas em amostras de solo tratado com herbicida. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.601-608, 2009. Doi:10.1590/S0100-83582009000300022

FERRI, M. V. W; VIDAL, R. A. Persistência do herbicida Acetochlor em função de sistemas de preparo e cobertura com palha. **Ciência Rural**, v. 33, n.3, p. 399-404, 2003. Doi:10.1590/S0103-84782003000300002

GUIMARÃES, A. C. D. *et al.* Leaching of herbicides commonly applied to sugarcane in five agricultural soils. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 37, p, 1-9, 2017. Doi: 10.1590/s0100-83582019370100029

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. (2020). **Boletim de comercialização de agrotóxicos e afins**. Disponível em: <http://ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuvais>. Acesso em: 12 abr. 2021.

MARRS, T. C.; BALLANTYNE, B. (Ed). **Pesticide Toxicology and International regulation**. Nova Jersey: Editora John Wiley & Sons, 2004. Doi:10.1002/0470091673

MORETTO, J. A. S. **Investigação da influência de diferentes herbicidas sobre a microbiota do solo**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

NASCIMENTO, L.; MELNYK, A. A química dos pesticidas no meio ambiente e na saúde. **Mangaio Acadêmico**, v. 1, n. 1, p. 54-61, 2016.

OLIVEIRA, M. F. O.; BRIGHENTI, A. M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR, R. S. et al. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011.

PEIXOTO, M. S. F. P. *et al.* Ação do herbicida alachlor na microbiota do solo, nodulação e rendimento de plantas de amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 2, p. 60-70, 2010. Doi:10.18188/sap.v9i2.4579

PRATA, F.; LAVORENTI, A. Comportamento de herbicidas no solo: influência da matéria orgânica. **Revista Biociência**, v. 6, n. 2, p. 17-22, 2000.

RIBEIRO, M.L. *et al.* Pesticidas: usos e riscos para o meio ambiente. **Holos environment**, v. 8, n. 1, p. 53-71, 2008. Doi: <https://doi.org/10.14295/holos.v8i1.2539>

RODRIGUES, S. C. C. **Biodegradação de pesticidas em solos e biomisturas**. 2014. 113 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, 2014.

ROUSIS, N. I. *et al.* Monitoring a large number of pesticides and transformation products in water samples from Spain and Italy. **Environmental Research**, v. 146, p. 31-38, 2017. Doi:10.1016/j.envres.2017.03.013

SCORZA JÚNIOR, R. P. **Pesticidas, agricultura e recursos hídricos**. Circular técnica n. 12, Embrapa: Dourados, 2006.

SILVA, L. F. V. *et al.* Efeito do biochar de resíduo do fruto do cafeeiro na sorção de atrazina no solo. **Magistra**, v. 30, p. 543-553, 2020.

YANG, X. **Pesticide Use and Off-site Risk Assessment: A Case Study of Glyphosate in Chinese Loess Soil**. Tese (Doutorado em Física do petróleo e gestão de terras) Research School for Socio-Economic and Natural Sciences of the Environment - Wageningen University, Wageningen, 2016

ZHANG, C. Z. *et al.* Dissipation and environmental fate of herbicide H-9201 in carrot plantings under field conditions. **Food Chemical**, v. 119, n. 3, p. 874-879, 2010. Doi: 10.1016/j.foodchem.2009.07.036

QUE FATORES PODEM ATUAR NA DIVERSIFICAÇÃO FEROMONAL DE *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)?

WHAT FACTORS CAN ACT IN THE PHEROMONAL DIVERSIFICATION OF *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)?

Jefferson Marcelo Arantes da Silva^{1*}, Eliza Vitória Viana² e Mônica Josene Barbosa Pereira^{2,3}

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Ciências Biológicas, Tangará da Serra/MT.

² UNEMAT, Pós-Graduação em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), Tangará da Serra/MT

³ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Curso de Agronomia, Tangará da Serra/MT.

*E-mail para contato: jefferson.m.a.da.silva@gmail.com

RESUMO – *As fêmeas de Spodoptera frugiperda produzem feromônio sexual altamente específico para atração dos machos. Esses feromônios são formados por misturas de uma série de componentes, porém diferenças de concentração e proporção desses compostos têm dificultado o processo de utilização de feromônios como estratégia de monitoramento e controle em larga escala. Portanto, este trabalho tem como objetivo elencar os principais fatores que afetam a variação dos componentes, sua concentração e proporção nas glândulas feromonais de S. frugiperda e sua eficiência em grande escala. Para tanto, foram realizadas pesquisas em repositórios de artigos científicos buscando elencar esses fatores de modificação dos componentes de misturas feromonais. Dentre os resultados, destacam-se variação geográfica e a ocorrência de subpopulações. Outro fator de menor relevância foi a variação comportamental devido a alimentação, o ambiente e a idade. A maioria dos autores indicam que possivelmente uma sinergia entre um ou mais desses fatores pode explicar a diversificação das misturas feromonais.*

Palavras-chave: Isolamento Reprodutivo; Variação Haplotípica; Biologia de Feromônios; Ecologia Química; Manejo Integrado de Pragas.

ABSTRACT - *The females of Spodoptera frugiperda produce highly specific sexual pheromone to attract males. These pheromones are formed by mixtures of a series of components, but differences in concentration and proportion of these compounds have hindered the process of using pheromones as a large-scale monitoring and control strategy. Therefore, this work aims to list the main factors that affect the variation of the components, their concentration and proportion in the pheromone glands of S. frugiperda and their efficiency on a large scale. For that, researches were carried out in repositories of scientific articles seeking to list these factors of modification of the components of pheromone mixtures. Among the results, geographic variation and the occurrence of subpopulations stand out. Another factor of less relevance was behavioral variation due to diet, environment and age. Most authors indicate that possibly a synergy between one or more of these factors may explain the diversification of pheromone mixtures.*

Keywords: Reproductive Isolation; Haplotypal Variation; Pheromone Biology; Chemical Ecology; Integrated Pest Management.

1. INTRODUÇÃO

Os feromônios apresentam grandes possibilidades para a agricultura moderna por apresentarem alta especificidade e ótima performance no controle de pragas (ZARBIN et al.,

2009).

Através do seu uso associado à Programas de Manejo Integrado de Pragas é possível reduzir a aplicação de pesticidas e evitar seus danos ao meio ambiente (LITTLE et al., 2019). Nesse contexto, uma das pragas mais danosas que tem gerado grandes perdas monetárias e exigido grande quantidade de aplicações no Brasil é a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).

Essa praga possui feromônio identificado (TUMLINSON et al., 1986) e comercializado, mas dados indicam que feromônios obtidos a partir de determinadas populações podem ser ineficientes em locais diferentes (ANDRADE et al., 2000).

Uma série de fatores pode promover alterações nas relações de composições e concentrações de feromônios de *S. frugiperda*, e o desconhecimento desses aspectos dificulta a criação de formulações mais eficientes em populações específicas (ZAZYCKI, 2014). A partir da importância que o feromônio pode ter para uma agricultura sustentável, este trabalho busca revisar aspectos descritos na literatura que são responsáveis pela grande variação intraespecífica dos feromônios de *S. frugiperda*.

115

2. METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica foi realizada através do Portal de Periódicos da CAPES/MEC entre os dias 17 e 20 de abril de 2021. Para trazer maior acuracidade aos artigos, foram utilizados os termos de busca “Pheromone variation” e “*Spodoptera frugiperda*” em língua inglesa para abranger periódicos de todo o mundo.

Os artigos revisados por pares obtidos foram filtrados através da leitura deles, e foram extraídas algumas métricas como: 1. Ano de Publicação; 2. Nome da Revista; 3. Aspectos destacados explicativos para a diferença do feromônio sexual (CARDOSO et al., 2019).

Após a leitura crítica desses trabalhos, foram destacados os principais fatores da diversificação de feromônios conforme citados/testados pelos autores.

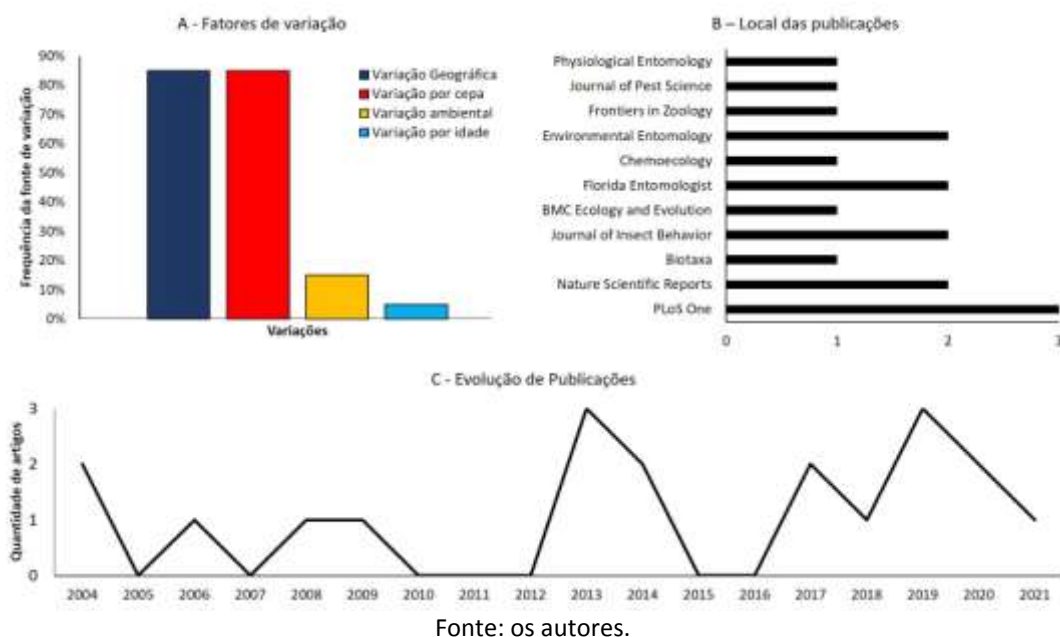
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos termos pesquisados foram obtidos 294 artigos publicados e revisados por pares, mas o refino com relação ao conteúdo, eliminou 93,19% da análise. Como havia grande heterogeneidade nos conteúdos publicados, foram isolados os temas principais relacionados à diversificação dos feromônios (Figura 1.A).

A revista com maior quantidade de publicações é PLoS One (3), seguida por Nature Scientific Reports (2), Journal of Insect Behavior (2), Florida Entomologist (2) e Environmental Entomology (2) (Figura 1.B).

A frequência de publicação varia com o tempo, com momentos de maior quantidade de artigos como 2013-2014 e 2019-2020, mas outros anos não são publicados artigos com essa temática (Figura 1.C).

Figura 1 – Dados das métricas extraídas dos artigos analisados.



3.1. Regionalização dos feromônios

A regionalização dos feromônios é um problema destacado por Andrade et al. (2000), que ressalta a ineficiência de feromônios obtidos da Europa para captura de machos de *S. frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na Costa Rica. Essa situação se encontra como um desafio para a produção de feromônios. Tumlinson et al. (1986), demonstraram que o acetato de cis-9-tetradecenila (Z9-14:AC) é o componente majoritário do feromônio sexual de *S. frugiperda*. Outros autores também descrevem esse composto como sendo o majoritário, como Andrade et al. (2000), Batista-Pereira et al. (2006), Cruz-Esteban et al. (2020), mas foram destacadas diferenças regionais dentro dos compostos secundários para atração de machos, como o acetato de cis-7-dodecenila (Z7(12)-AC) e acetato de cis-11-hexadecenila (Z11(16)-AC). Cruz-Esteban et al. (2020), discutem que Z11(16)-AC não aumenta a atração de machos, e sua função no feromônio das fêmeas não está totalmente esclarecida, mas pode haver alguma função, tendo em vista que há custo energético envolvido em sua produção.

3.2. Isolamento reprodutivo e formação das variedades de milho e arroz

S. frugiperda é uma espécie que já possui literatura suficiente para embasar a presença de isolamento reprodutivo pré-zigótico (SALDAMANDO-BENJUMEA et al., 2014). Este isolamento pode ter sido responsável por criar duas raças, denominadas milho e arroz (devido a sua preferência alimentar) (NAGOSHI; MEAGHER, 2004). Há também pesquisadores que defendem a hipótese das duas raças serem espécies diferentes, que divergiram há pouco tempo evolutivo. Dumas et al. (2015) ao testarem essa hipótese, encontram baixa viabilidade dos híbridos, além de incompatibilidades cromossômicas, corroborando com a ideia de que na verdade haja mecanismos de isolamento pós-zigóticos

afetando essas “espécies”. Embora bem embasadas, pouco se conhecia sobre suas dinâmicas populacionais e diferenças dessas variedades (SCHLUM et al., 2021). Nagoshi e Meacher (2004) detectaram uma diferença estacional na ocupação de hábitat entre essas duas raças, podendo ser um dos motivos que mantém certo grau de isolamento reprodutivo entre elas. Dados de cópula em laboratório indicam que elas conseguem copular entre si e aparentemente não possuem um grau de preferência (MEAGHER; NAGOSHI, 2010).

Lima e McNeil (2009) indicam que possivelmente existam variações interpopulacionais nos feromônios e que essa variação pode estar além das cepas. Uma afirmação que é corroborada por Unbehend et al. (2014) que nota essa diferença relacionada a resposta de raça/região aos compostos secundários em campo em países americanos. Unbehend et al. (2013) detectou diferenças dos feromônios de diferentes raças especificamente nas concentrações de Z7-12:OAc e Z9-12:OAc, em que fêmeas-arroz apresentaram maior produção desses dois componentes.

3.3. Outros fatores relacionados à variação dos feromônios em *S. frugiperda*

Os resultados laboratoriais de Lima e McNeil (2009) ressaltam que a idade influencia na variação de concentração dos acetatos: cis-9-tetradecenila (Z9-14:Ac), cis-7-dodecenila (Z7-12:Ac) e cis-11-hexadecenila (Z11-16:Ac) dentro das composições feromonais de *S. frugiperda*. A concentração também é afetada pelo fator da raças, neste caso fêmeas do milho tiveram maior proporção de Z9-14:Ac do que de Z7-12:Ac e Z11-16:Ac em relação às fêmeas do arroz, que mantiveram quantidades mais constantes de Z7-12:Ac, mas variam na quantidade dos outros compostos. Os resultados obtidos embasam a tese de que a variação feromonal se dá por meio da interação entre variações entre raças e do isolamento geográfico (UNBEHEND et al., 2014; LIMA; MCNEIL, 2009). Essas diferenças interespecíficas podem estar relacionadas a fatores climáticos, alimentação ou frequências alélicas específicas em cada região (ZAZYCKI, 2014).

4. CONCLUSÃO

Não existe apenas um fator que explique a variação intraespecífica de feromônios de *S. frugiperda*, mas, os melhores modelos, indicam que a variação atual se deve a um efeito sinérgico entre variação geográfica, variação entre raças, subpopulações e idade.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos as agências de fomento pela verba de apoio para o desenvolvimento da pesquisa e a concessão de bolsas, em especial a Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. et al. Optimization of a Pheromone Lure for *Spodoptera frugiperda* (Smith) in Central America. **Journal Brazilian Chemical Society**, v. 11, n. 6, p. 609-613, 2000.

- BATISTA-PEREIRA, L. G. *et al.* Isolation, Identification, Synthesis, and Field Evaluation of the Sex Pheromone of the Brazilian Population of *Spodoptera frugiperda*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 32, p. 1085-1099, 2006. Doi: 10.1007/s10886-006-9048-5
- CARDOSO, K.A.S.W. *et al.* Análise dos aspectos que mais influenciam a publicação de artigos em periódicos de elevado impacto científico: revisão sistematizada. **Sistemas & Gestão**, v. 14, n. 1, p. 13-27, 2019. Doi: <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2019.v14n1.1412>
- CRUZ-ESTEBAN, S. *et al.* A Pheromone lure for catching fall armyworm males (Lepidoptera: Noctuidae) in Mexico. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 36, p. 1-11, 2020. Doi: <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612271>
- DUMAS, P. *et al.* *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) host-plant variants: two host strains or two distinct species? **Genetica**, v. 143, n. 3, p. 305-316, 2015. Doi: 10.1007/s10709-015-9829-2
- GROOT, A. T. *et al.* Host strain specific sex pheromone variation in *Spodoptera frugiperda*. **Frontiers in Zoology**, v. 5, n. 20, p. 1-13, 2008. Doi: 10.1186/1742-9994-5-20
- LIMA, E.; MCNEIL, J. N. Female sex pheromones in the host races and hybrids of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Chemoecology**, v. 19, n. 1, p. 29-36, 2009. Doi: 10.1007/s00049-009-0005-y
- LITTLE, C. M. *et al.* Considerations for Insect Learning in Integrated Pest Management. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 4, p. 1-14, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez064>
- MEAGHER, R. L.; NAGOSHI, R. N. Identification of Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Host Strains Based on Male-Derived Spermatophores. **Florida Entomologist**, v. 93, n. 2, p. 191-197, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1653/024.093.0207>
- NAGOSHI, R. N.; MEAGHER, R. L. Seasonal Distribution of Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Host Strains in Agricultural and Turf Grass Habitats. **Environmental Entomology**, v. 33, n. 4, p. 881-889, 2004. Doi: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-33.4.881>
- SCHLUM, K. A. *et al.* Whole genome comparisons reveal panmixia among fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) from diverse locations. **BMC Genomics**, v. 22, n. 179, p. 1-12, 2021. Doi: 10.1186/s12864-021-07492-7
- TÁVORA, F. L. **Parâmetros para uma Agricultura Verde**. In: Temas e Agendas para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Senado Federal, Núcleo de Estudos e Pesquisas, 2012.
- TUMLINSON J. H. *et al.* Sex pheromone of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith): identification of components critical to attraction in the field. **Journal of Chemical Ecology**, v. 12, p. 1909-1926, 1986. Doi: 10.1007/BF01041855
- UNBEHEND, M. *et al.* Geographic variation in sexual attraction of *Spodoptera frugiperda* corn- and rice-strain males to pheromone lures. **PLoS One**, v. 9, n. 2, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089255>
- UNBEHEND, M. *et al.* Pheromonal Divergence Between Two Strains of *Spodoptera frugiperda*. **Journal of Chemical Ecology**, 39:364-376, 2013. Doi: 10.1007/s10886-013-0263-6

ZARBIN, P. H. G. *et al.* Feromônios de Insetos: Tecnologia e Desafios para uma Agricultura Competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 722–731, 2009. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000300016>

ZAZYCKI, L. C. F. **Variabilidade do feromônio sexual de diferentes populações brasileiras de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2014.

ÍNDICE REMESSIVO

A

Adeildo Oliveira	90
Adonys Aguiar	viii
Alana Jeniffer Alves dos Santos	vi
Alessandra Benatto	vii
Alessandra Regina Butnariu	vii, viii
Aluizian Fernandes Lopes da Silva	vi
Ampara Animal	viii
Ana Flávia de Godoy	vii
Ana Lúcia Andruchak	viii
Ana Marcela do Nascimento	vi
Ana Paula Welter	viii
Anderson Aparecido Rodrigues Campos	101
André Franco Cardoso	vii
Andressa Aparecida Rodrigues Campos	96, 101
Angélica Massarolli	vii, viii, 90
Antônio Euzébio Santana	84

B

Bruna Ene	viii
Bruna Ferreira Lima	vi
Bruna Magda Favetti	vi, vii, viii
Bruno Felipe Camera	vii

C

Câmara Municipal de Tangará da Serra	viii
Carolina Joana da Silva	viii
Ceres Maciel de Miranda	vii, viii
Coral da UFMT	viii
Coral Infantojuvenil da UFMT	viii
Cristiane Regina do Amaral Duarte	vii, viii
Curso de Agronomia	96, 113
Curso de Ciências Biológicas	96
Curso de Engenharia Agrônômica	101
Curso de Química	84

D

Décio Eloi Siebert	viii
Diones Krinski	iii, vi, vii, xi
Divina Sueide de Godoi	vi
Dorit Kolling	viii
Doutorado em Química e Biotecnologia	90

E

Edyane Luzia Pires Franco	101
Eliza Marinho	90
Eliza Vitória Marinho Viana	96

Eliza Vitória Viana	84, 107, 113
Elizângela Silva de Brito	vi, viii
Erik Nunes Gomes	vii, viii
Eveline Dezengrini	90, 96

F

Fabiana Lopes Rodrigues	vi
Fabiane Betoni	84
Faculdade da Amazônia	101
FAESPE	vi
FAMA	101
Fumio Matoba Júnior	vi
Fundação de Apoio ao Ensino Superior Público Estadual	vi

G

Gabrielle Simon Gosmann	vi
Guilherme Luduwig	90, 96

I

IFSC	vii
------------	-----

J

Jefferson Marcelo Arantes da Silva	vi, 96, 113
Jefferson Marcelo da Silva	84, 107
Jorge Aparecido Salomão Junior	viii
José Gustavo Ramalho Casagrande	vi
José Roberto Rambo	vii, viii
Joyce Milene Arruda De Figueiredo	vi

K

Karine da Silva Peixoto	vii
-------------------------------	-----

L

Leandro Roberto da Cruz	vii
Luana Vieira Coelho Ferreira	vii
Ludymilla Barboza da Silva	vii
Luiz Antonio Solino Carvalho	viii

M

Maceió	84
Marcos Godoy	84
Michele Trombin de Souza	vii, viii
Mireli Trombin de Souza	vii, viii
Miriam Hiroko Inoue	101, 107
Mônica Josene Barbosa Pereira	84, 90, 96, 107, 113
Museu Paraense Emílio Goeldi	vii

P

Paulo Takeo Sano.....	viii
Pós-Graduação em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola	90, 96, 113
PPGASP	90, 96, 113

R

Rhaul Nery Campos	vi
Rogério Benedito da Silva Añez	vi
Rutgers University	vii, viii

S

Scientific Electronic Archives	ix
Sebastian Ramos.....	viii
SEDUC	viii

T

Tangará da Serra.....	xi
Taynara de Souza.....	vi
Thiziane Helen Lorenzon	viii

U

UFAL	84, 90
UFMT.....	vi, viii
UFPEl	vii, viii
UFPR.....	vii, viii
UNEMAT.....	vi, vii, xi
Universidade do Estado de Mato Grosso.....	vi, xi
Universidade Federal de Alagoas.....	90
Universidade Federal de Mato Grosso	vi
USP	viii

V

Vanessa Cardoso Nunes.....	vi
Victor Hugo Magalhães de Amorim	vi
Vilhena	101

W

Waldo Pinheiro Troy	vi, viii
William Cardoso Nunes.....	vi