

Brasília, DF / Maio, 2024

## Efeito do uso de bioinsumos sobre populações de pragas e inimigos naturais na cultura da soja no Sudoeste de Goiás



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia  
Ministério da Agricultura e Pecuária***

e-ISSN 0102-0110

## ***Documentos 390***

Maio, 2024

**Efeito do uso de bioinsumos sobre  
populações de pragas e inimigos naturais  
na cultura da soja no Sudoeste de Goiás**

*Eliana Maria Gouveia Fontes  
Flávia Fagundes de Paula  
Priscila Ferreira Batista  
Rosana Halinski de Oliveira  
Lília Cristina Alves da Silveira  
André Rangel Nascimento  
Ítalo dos Santos Faria Marcossi  
Gabriela da Silva Rolim  
José Alexandre Freitas Barrigossi  
Tavvs Micael Alves*

***Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia  
Brasília, DF  
2024***

**Embrapa Recursos Genéticos e  
Biotecnologia**

Parque Estação Biológica, PqEB  
Av. W5 Norte (final)  
www.embrapa.br/  
recursos-geneticos-e-biotecnologia  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

*Priscila Grynberg*

Secretário-executivo

*Ana Flavia do Nascimento Dias*

Membros

*Andrielle Camara Amaral Lopes, Bruno*

*Machado Teles Walter, Débora Pires*

*Paula, Edson Junqueira Leite, Marcos*

*Aparecido Gimenes, Solange Carvalho*

*Barrios Roveri Jose*

Revisão de texto

*Eliana Fontes Gouveia*

Normalização bibliográfica

*Rosamares Rocha Galvão RB-1/2122)*

Projeto gráfico

*Leandro Sousa Fazio*

Diagramação

*Adilson Werneck*

Fotos da capa

*Itálo Marcossi, Gustavo Espanhol*

*Mylena Dorneles*

Publicação digital: PDF

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

---

Efeito do uso de bioinsumos sobre populações de pragas e inimigos naturais na  
cultura da soja no Sudeste de Goiás / Eliana Maria Gouveira Fontes... [et  
al.]. - Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2024.  
PDF (44 p.) : il. color. - (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e  
Biotecnologia, 390).

1. Inseticida. 2. Controle biológico. 3. Predador. I. Fontes, Eliana Maria Gouveia. II.  
Série

# Autores

---

## **Eliana Maria Gouveia Fontes**

Bióloga, Ph.D em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

## **Flávia Fagundes de Paula**

Agrônoma, doutora em Entomologia Agrícola, pós-doutoranda no Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO

## **Priscila Ferreira Batista**

Bióloga, doutora em Ciências Agrárias, pesquisadora no Grupo Associado de Pesquisas do Sudoeste Goiano, Rio Verde, GO

## **Rosana Halinski de Oliveira**

Bióloga, doutora em Zoologia, pesquisadora na empresa Halinski Soluções Ambientais e Estatísticas, Porto Alegre, RS

## **Lília Cristina Alves da Silveira**

Agrônoma, mestre em Ciências Agrárias, analista no Instituto Biosistêmico, Rio Verde, GO

## **André Rangel Nascimento**

Biólogo, doutor em Ecologia e Recursos Naturais, professor substituto na Universidade Federal de São Carlos, SP

## **Ítalo dos Santos Faria Marcossi**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da EPAMIG Centro-oeste, Prudente de Moraes, MG

## **Gabriela da Silva Rolim**

Engenheira florestal, doutora em Fitotecnia, pesquisadora na Empresa Agrobiológica Sustentabilidade, Itápolis, SP

## **José Alexandre Freitas Barrigossi**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

## **Tavvs Micael Alves**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, professor no Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO



Agradecemos aos alunos de iniciação científica que fizeram as amostragens de campo, instalaram armadilhas, criaram insetos e triaram insetos no laboratório: João Antônio V. da Silva; Jamilly R. Barbosa; Gustavo Araújo Espanhol; Leonardo Peres Sartori; William Lemes Assunção; Joao Medeiros dourado; Fabricio Santos Silva; Murilo O. de Andrade; Gabriel Cauã S. Santos; Pedro Henrique M. Faria; Kayo Lucas R. S. Martins; Jamyle Cardoso de Souza; João Eduardo Silva Santos; Lorena Catrine dos Santos; ao pesquisador Gilmar da Silva Nunes pela identificação das famílias de Dermaptera; aos fazendeiros e funcionários das fazendas que facilitaram nosso trabalho; e às cozinheiras que nos forneceram almoço nos dias de coletas. À Cargill pelo financiamento e ao Instituto Biossistêmico pela gestão do projeto. Às instituições de pesquisa, parceiras no Projeto Cerrado: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Grupo Associado de Agricultura Sustentável (GAAS), Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano (GAPES), Instituto Federal Goiano, Universidade Federal de Lavras (Ufla), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Universidade de Brasília (UnB).



# Apresentação

---

Este documento apresenta os resultados do primeiro ano de pesquisa em entomologia do projeto Regenera Cerrado, iniciado em 2022, com a participação de dez instituições de pesquisa, uma organização de consultoria e serviços de assistência técnica, 11 propriedades rurais do sudoeste de Goiás e apoio financeiro da iniciativa privada. A pesquisa focou em oito dessas fazendas, abrangendo 16 talhões de estudo, para avaliar o impacto do uso crescente de inseticidas biológicos (classe IV de Potencial de Periculosidade (PPA)) em comparação com o uso mais frequente de inseticidas químicos (classes I, II e III de PPA) sobre a diversidade e abundância da entomofauna, incluindo pragas e inimigos naturais (predadores, parasitoides e entomopatógenos). A amostragem foi realizada semanalmente em plantas de soja durante os estádios vegetativo e reprodutivo, e uma vez no solo durante o estágio reprodutivo. Em cada um dos 16 talhões, foram estabelecidos quatro transectos, com cinco pontos de coleta georreferenciados e equidistantes 30 m entre si, resultando na amostragem de 200 plantas por talhão. Lagartas vivas, ninfas e adultos do percevejo marrom, bem como ovos de hemípteros da família Pentatomidae, foram coletados e monitorados em laboratório para detectar a emergência de parasitoides ou infecção por patógenos. Os resultados indicam uma maior presença de herbívoros nos talhões tratados com inseticidas biológicos em comparação aos químicos. Observou-se também uma maior abundância de inimigos naturais nesses talhões, principalmente de artrópodes predadores como aranhas (Araneae), formigas (*Hymenoptera* - Formicidae) e tesourinhas (*Dermaptera*). As armadilhas de solo revelaram uma predominância de dermápteros de quatro famílias: Anisolabidae, Forficulidae, Labiduridae e Spongiphoridae. As principais pragas encontradas incluíram a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), percevejo-marrom (*Euchistus heros*), metaleiro (*Megascelis* sp.), tripes (*Thysanoptera*) e mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Mesmo com o uso de variedades transgênicas resistentes a lagartas, foram observados indivíduos da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*), complexo de falsa-medideira (Plusiinae), *Helicoverpa* spp., entre outros lepidópteros, embora em baixa abundância. A pesquisa sugere que a transição gradual do uso de inseticidas químicos para biológicos pode ser uma estratégia eficaz para promover o controle biológico natural e preservar a diversidade de insetos benéficos.

Marcelo Lopes da Silva

Chefe-Geral

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia





# Sumário

---

<b>Introdução</b>	11
<b>Desenvolvimento</b>	14
Áreas de Estudo	14
Amostragem da diversidade de artrópodes na parte aérea da planta de soja	15
Monitoramento de inimigos naturais de lagartas e percevejos	16
Efeito do uso de bioinseticidas	16
Amostragem de insetos do solo com armadilha de queda	18
<b>Resultados e Discussão</b>	19
Biodiversidade de insetos	19
Flutuação populacional dos insetos herbívoros mais abundantes da soja	26
Flutuação populacional de lagartas	28
Flutuação populacional de percevejos	31
Inimigos naturais do complexo de lagartas	33
<b>Considerações Finais</b>	35
<b>Referências</b>	37



# Introdução

---

Os invertebrados, especialmente os insetos, desempenham papel vital em agroecossistemas, oferecendo serviços ecológicos essenciais como polinização e regulação de populações de pragas. Este documento apresenta os resultados do primeiro ano de pesquisa em entomologia do projeto Regenera Cerrado<sup>1</sup>. Este Projeto é uma iniciativa pioneira do Instituto Fórum do Futuro<sup>2</sup> e foi estabelecido em 2022 com a participação de dez instituições de pesquisa, de 12 propriedades rurais do sudoeste de Goiás, uma organização de consultoria e serviços de assistência técnica e com suporte financeiro da iniciativa privada. Essa rede de parcerias proporciona uma plataforma robusta para pesquisas e implementações práticas voltadas à sustentabilidade e à inovação agrícola na região. O estudo da diversidade de insetos é componente chave deste projeto e busca desvendar como as diferentes práticas agrícolas, convencionais e regenerativas, adotadas no sistema de cultivo de soja em sucessão com milho no Sudoeste de Goiás influencia o papel ecológico e as interações entre populações de insetos-praga e os inimigos naturais.

A diminuição rápida dos insetos em todo o mundo é uma preocupação crescente e tem como alguns dos seus principais determinantes o avanço das atividades humanas sobre as áreas naturais, a redução de ambientes naturais e a intensificação da aplicação de insumos agrícolas sintéticos em larga escala. Organismos invertebrados, como os insetos e outros artrópodes, desempenham papéis vitais nos agroecossistemas, oferecendo serviços essenciais de regulação de populações de pragas, polinização e reciclagem da matéria orgânica, impactando as características físicas e a fertilidade de solos, entre outros. No entanto, certas práticas agrícolas

---

<sup>1</sup> Disponível em: [www.forumdofuturo.org/blog/categories/regenera-cerrado](http://www.forumdofuturo.org/blog/categories/regenera-cerrado)

<sup>2</sup> Disponível em: [www.forumdofuturo.org/](http://www.forumdofuturo.org/)

amplamente adotadas ao longo de muitos anos podem afetar negativamente os organismos benéficos, bem como o meio ambiente e a vida silvestre. Estudos demonstraram que a implementação de práticas regenerativas que promovem a conservação de solos e a biodiversidade podem melhorar significativamente o funcionamento dos agroecossistemas. Tais práticas têm o potencial de influenciar positivamente a abundância, diversidade e os serviços ecossistêmicos prestados por organismos invertebrados, contribuindo para atenuar não só o declínio dos insetos, mas garantindo também uma boa qualidade de produção (LaCanne; Lundgren, 2018). A diversidade de insetos é um dos pilares essenciais dos serviços ecossistêmicos e da manutenção de um equilíbrio estável e saudável por meio da regulação de seus componentes (Sanmartín-Villar; Cordero-Rivera, 2024). Os insetos que se alimentam de plantas são regulados tanto pelos inimigos naturais quanto pela disponibilidade e qualidade de suas plantas hospedeiras (Edosa et al., 2019 ;Gutierrez; Ponti, 2022).

Os prejuízos ocasionados por insetos-praga constituem um dos desafios mais significativos na agricultura. Provocando uma redução média anual de 7,7% na produtividade, os insetos podem causar uma diminuição substancial na disponibilidade de alimentos, fibras e biocombustíveis, traduzindo-se em cerca de 25 milhões de toneladas de produtos com perdas econômicas de US\$17.7 bilhões (Oliveira et al., 2014; Ain et al., 2023). O uso indiscriminado de inseticidas químicos para controlar insetos-praga pode acarretar ainda vários problemas, pois os produtores seguem uma abordagem de erradicação, pulverizando inseticidas de amplo espectro nas áreas afetadas por populações indesejadas de insetos (Potin et al., 2023). Embora os inseticidas sintéticos possam ser usados para reduzir perdas de produção, esta medida de controle também polui o ambiente, contamina os alimentos, elimina organismos não-alvo benéficos e seleciona, ao longo prazo, populações de organismos alvo resistentes aos pesticidas aplicados (Gutierrez; Ponti, 2022). Isto ressalta a necessidade crítica de estratégias eficientes de manejo de pragas para salvaguardar a segurança alimentar e a sustentabilidade econômica do setor agrícola.

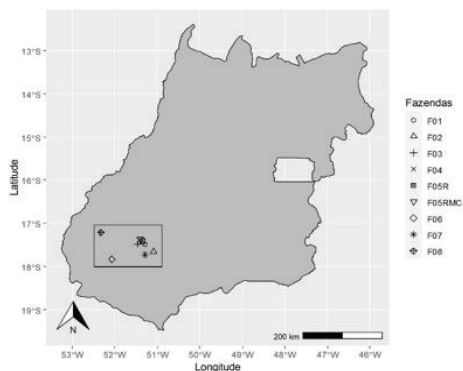
Os inimigos naturais como joaninhas e vespas provêm um serviço ecossistêmico de controle biológico, vital para a agricultura. Esses organismos têm potencial para desempenhar um papel fundamental na redução da dependência de pesticidas sintéticos e prevenir perdas agrícolas, contribuindo para práticas de manejo mais sustentáveis (Sorgog et al., 2023). A aplicação do controle biológico por inimigos naturais alinha-se aos objetivos de preservação da biodiversidade, assegurando a viabilidade econômica e ambiental da produção agrícola (Subedi et al., 2023).

Neste trabalho são apresentados os resultados preliminares do Projeto Regenera Cerrado, referentes à safra de soja 2022/2023, obtidos em 16 áreas de estudo localizadas oito fazendas no Sudoeste de Goiás. A pesquisa tem como objetivo avaliar o efeito de práticas de agricultura regenerativas sobre a biodiversidade de artrópodes e o controle biológico. Neste Documento analisamos especificamente o efeito do uso mais frequente de inseticidas biológicos (pertencentes à Classe IV do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) em comparação com o uso de inseticidas químicos pertencentes às classes I, II e III do PPA. Especificamente, buscamos analisar como essa variação de tratamentos (mais biológicos do que químicos) afeta a diversidade e a abundância de pragas e artrópodes predadores, parasitoides e agentes entomopatógenos que atuam no controle biológico de insetos. Ao investigar essa relação entre diferentes tipos de inseticidas e sua influência sobre a ecologia dos invertebrados, pretendemos fornecer subsídios cruciais para o desenvolvimento de estratégias mais sustentáveis e eficazes na agricultura, considerando a conservação e a promoção da diversidade biológica.

## Desenvolvimento

### Áreas de Estudo

A pesquisa aqui apresentada foi conduzida durante a safra da soja de 2022/23, de outubro a fevereiro, em 16 áreas de estudo aqui denominadas de talhões, distribuídos em oito fazendas no Sudoeste de Goiás (Figura 1). As práticas agrícolas adotadas nos talhões de estudo foram definidas e aplicadas pelos próprios fazendeiros. Dois talhões em cada fazenda foram escolhidos para a condução de pesquisas com base no histórico de menor ou maior uso de práticas de agricultura regenerativa, incluindo práticas voltadas para a conservação de solos e para o manejo de pragas. A área dos talhões, o histórico de uso de práticas regenerativas e o número destas práticas adotadas na safra foi variável entre as fazendas. Neste estudo usamos os dados sobre os produtos usados para o controle de pragas, incluindo os princípios ativos e suas formulações, e a frequência e data de aplicação dos produtos. Estes dados foram obtidos através de questionários respondidos pelos produtores.



**Figura 1:** Mapa de distribuição das fazendas de estudo no Sudoeste de Goiás. Em cada fazenda foram estabelecidos dois talhões para condução das amostragens. Os dois talhões da F05 estão representados separadamente por serem distantes um do outro.

### **Amostragem da diversidade de artrópodes na parte aérea da planta de soja**

A abundância e diversidade de insetos, aranhas e outros artrópodes foram amostradas na parte aérea de plantas de soja e na superfície do solo. A amostragem foi conduzida ao longo de quatro transectos distribuídos aleatoriamente em cada talhão. Em cada transecto foram estabelecidos cinco pontos de coleta georreferenciados e equidistantes 30 m entre eles. Em cada ponto foram amostradas dez plantas totalizando 20 pontos e 200 plantas por talhão. Foi adotada uma bordadura de 50 m até o primeiro ponto de coleta.

Nos estádios vegetativos da soja, com início em V1 a V3, foram feitas amostragens visuais semanais. Cada planta foi cuidadosamente examinada visualmente e todos os artrópodes encontrados sobre a planta e na superfície do solo ao redor desta foram identificados e contabilizados. Espécies não prontamente reconhecidas foram capturadas e conservadas em frascos plásticos com álcool 70%, etiquetados com data e local de coleta e posteriormente levados para o laboratório para identificação taxonômica. Durante o estágio reprodutivo foram realizadas “batidas de pano” adaptadas, fazendo o uso de bandejas de polipropileno (40 x 60 cm), seguindo a distribuição de transectos e pontos com 10 plantas conforme acima. Para cada ponto amostrado, dez plantas consecutivas foram batidas simultaneamente duas vezes sobre a bandeja. Essa técnica de amostragem na soja é considerada adequada, sendo mais precisa e eficaz que a técnica de batidas de pano para avaliar lagartas, um dos principais grupo de pragas da soja (Pereira et al., 2023). Todos os artrópodes que caíram na bandeja foram identificados e contados, e os que não foram prontamente reconhecidos foram conservados em frascos com álcool 70%, etiquetados, levados para o laboratório para identificação até o nível de família e morfoespécies.



## **Monitoramento de inimigos naturais de lagartas e percevejos**

Duas pragas da soja mais importantes economicamente na região foram escolhidas pelos produtores para avaliação do controle biológico exercido por parasitoides e entomopatógenos: o complexo de lagartas desfolhadoras e os percevejos, especialmente o percevejo-marrom (*Euschistus heros* (Fabricius, 1798)). Lagartas de Lepidoptera, ninfas e adultos do percevejo marrom e ovos de hemípteros da família Pentatomidae foram coletadas em campo e levados para o laboratório para o monitoramento da emergência de parasitoides ou aparecimento de infecção por patógenos. Em cada talhão foi estabelecido um máximo de 60 indivíduos de cada praga-alvo para coleta semanal nos mesmos pontos de amostragem descritos acima e ao redor destes. Os insetos coletados foram acondicionados em potes de polietileno (15 × 14,8 cm) e transportados até o laboratório, onde foram individualizados, catalogados e mantidos em sala de criação climatizada à  $26 \pm 2$  °C. A ocorrência de parasitismo e doenças nos indivíduos coletados foi registrada através de inspeção regular e monitoramento até a morte dos indivíduos, ou até a eclosão dos ovos ou emergência dos adultos de Lepidoptera. As lagartas foram criadas em bandeja (40 x 60 cm) composta por células individuais com fornecimento de dieta artificial. Os percevejos foram criados em potes de polietileno (15 × 14,8 cm) tampados com voal e alimentados com vagens frescas de feijão. Os insetos com aparente infecção por patógenos foram acondicionados em tubos *ependorff* e mantidos em refrigeração para envio para identificação. Do mesmo modo, os parasitoides emergidos foram individualizados em tubos *ependorff* contendo álcool 70% para posterior identificação.

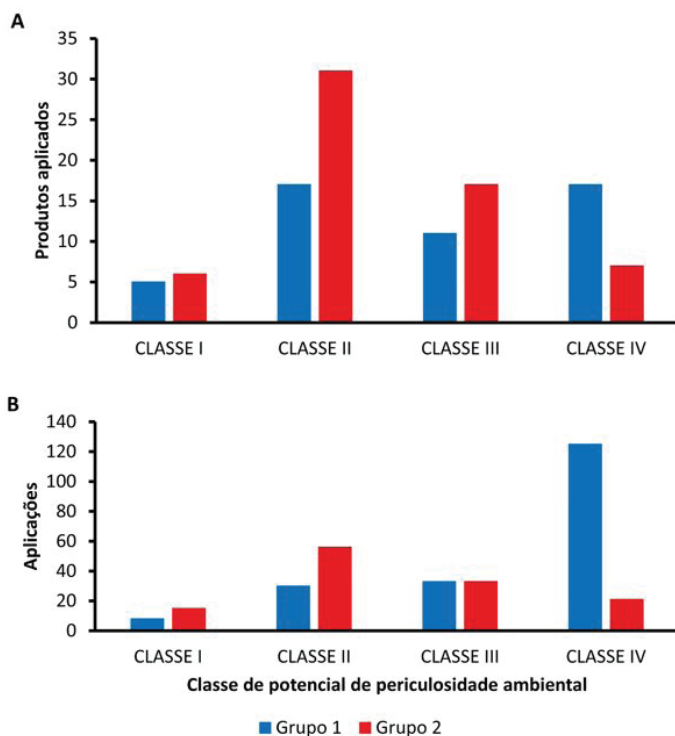
## **Efeito do uso de bioinseticidas**

A diversidade de insetos, suas interações ecológicas e a

dinâmica populacional das principais pragas em áreas de cultivo de soja foram analisadas em relação a um maior uso de inseticidas biológicos, contrastando com talhões tratados com um número maior de aplicações de inseticidas químicos das classes I, II e III de potencial de periculosidade ambiental (PPA). O PPA é uma medida crucial no processo de avaliação de agrotóxicos conduzido pelo Ibama. Com base na legislação, este órgão federal é encarregado de analisar e classificar os agrotóxicos quanto ao seu impacto no meio ambiente. O PPA considera diversos parâmetros, como transporte, persistência, bioconcentração e ecotoxicidade, através de estudos físico-químicos e ecotoxicológicos. A classificação resultante, variando de Classe I a IV (Classe I - Altamente Perigoso ao meio ambiente, Classe II – Produto muito perigoso ao meio ambiente, Classe III – Produto perigoso ao meio ambiente, e Classe IV - Pouco Perigoso, sendo este último predominantemente biopesticidas), fornece uma base sistemática para a gestão ambiental desses produtos, destacando seu potencial de periculosidade e orientando o uso seguro por meio de frases de advertência em rótulos e bulas. Esse processo visa garantir a preservação da qualidade dos recursos naturais durante a produção, comercialização e utilização de agrotóxicos no Brasil.

Seguindo o critério do PPA, os talhões amostrados foram reunidos em dois grupos (Figura 2). No Grupo 1 foram agrupados os oito talhões onde os produtores fizeram um total entre 9 a 24 aplicações de bioinseticidas (Classe IV) à base de fungos, bactérias e vírus entomopatogênicos ( = 15 aplicações,  $s^2 = 6,5$ ). No Grupo 2 foram agrupados oito talhões nos quais foi feito um menor uso de bioinseticidas, variando de nenhuma a cinco aplicações ( = 2,5 aplicações,  $s^2 = 1,8$ ), sendo a prática de controle de pragas agrícolas predominantemente baseada em inseticidas químicos das Classes I, II e III.

Na Figura 2 são apresentados o número total de produtos aplicados (A) e o número total de aplicações (B) para controle de insetos-praga feitas pelos produtores nos talhões de estudo separados por agrupamento (Grupos 1 e 2).



**Figura 2:** Número total de produtos (A) e número total de aplicações de produtos (B) para o controle de insetos pragas. Grupo 1 consiste de talhões onde houve maior uso de bioinseticidas e Grupo 2 são talhões onde houve menor uso de bioinseticidas, totalizando dezesseis talhões de produção de soja durante a safra 2022/23 nas fazendas do projeto no Sudoeste de Goiás. Classificação feita segundo as classes de potencial de periculosidade ambiental (PPA): Classe I - Altamente Perigoso, Classe II – Produto muito perigoso ao meio ambiente, Classe III – Produto perigoso ao meio ambiente e Classe IV - Pouco Perigoso.

### Amostragem de Insetos do Solo com armadilha de queda

A avaliação de diversidade de insetos que vivem predominantemente no solo foi feita com armadilhas de queda do tipo “pitfall” no início da floração (estágio de fenológico R1 a R2), com exceção de uma das fazendas onde as armadilhas foram instaladas em duas datas, uma no estágio fenológico V4 e outra no estágio

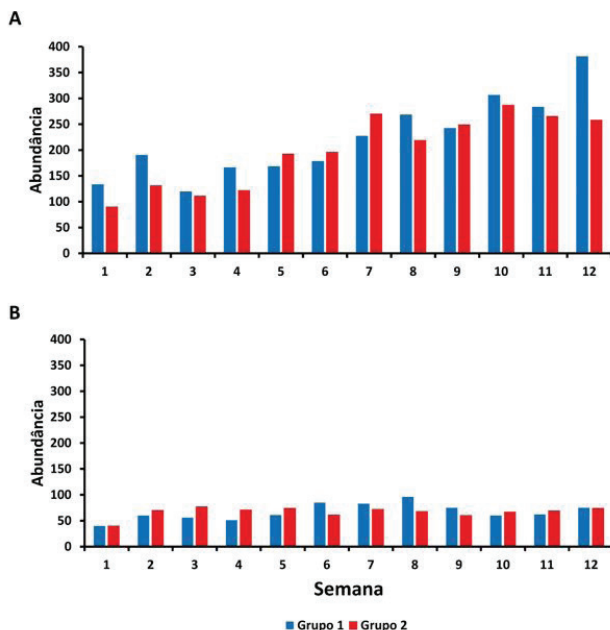
fenológico R1. O número de armadilhas em cada área variou entre 4 e 24. Ao todo, foram distribuídas 132 armadilhas em 12 áreas de estudo, sempre respeitando 50m da borda do campo e disposição das armadilhas em quatro transectos. As armadilhas consistiram de um recipiente plástico medindo 15 cm de altura e 9,5 cm de diâmetro, com capacidade de 1000 ml enterrado no solo até a borda. Dentro do recipiente foi inserido um frasco de vidro de 8,5 cm de altura e 3,5 cm de diâmetro contendo 50 ml de álcool 70%. Um funil de polietileno foi posicionado sobre o pote rente ao solo de forma que qualquer artrópode que caísse no funil era direcionado para dentro do pote caindo no frasco de vidro com álcool 70%. As armadilhas foram mantidas em campo por 48 horas, em seguida os frascos contendo os insetos e outros invertebrados capturados foram retirados e levados para o laboratório; foram acondicionados em álcool 70% e posteriormente triados e classificados a nível de em ordem e família.

## Resultados e Discussão

---

### Biodiversidade de Insetos

Os artrópodes amostrados na parte aérea e na superfície do solo por observação direta e batida com bandeja foram agrupados de acordo com a similaridade de recursos que exploram (guildas ecológicas). A abundância de herbívoros e detritívoros encontrados nestas amostras é apresentada na Figura 3.

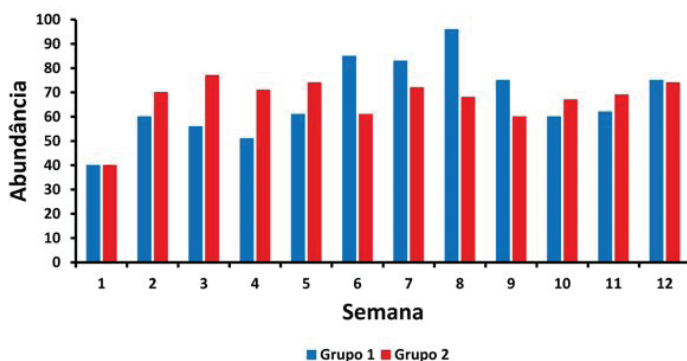


**Figura 3:** Número total de insetos herbívoros (A) e detritívoros (B) coletados na soja durante a safra 2022/23 ao longo de 12 semanas em fazendas do Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).

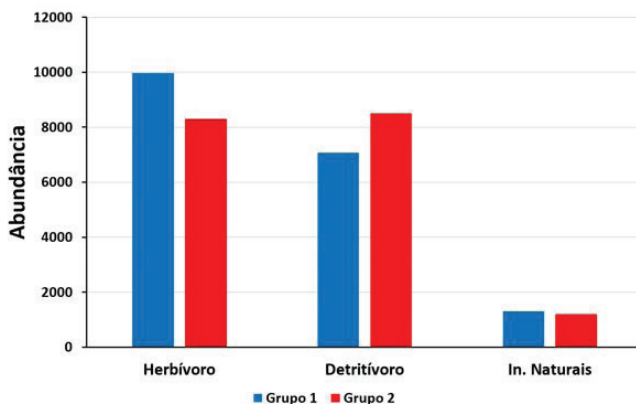
Há uma variação na oferta de recursos e produtividade primária do sistema, com menor oferta de recursos alimentares para os insetos nos estágios iniciais de desenvolvimento, que reflete na abundância das diferentes guildas, tanto nos talhões de Grupo 1 quanto nos do Grupo 2 (Figura 3). As barras mostram maior presença de herbívoros nos talhões do Grupo 1, onde foi usado mais inseticidas biológicos do que químicos, possivelmente indicando um ambiente favorável também aos insetos que se alimentam das plantas de soja. Entre estes herbívoros se encontram os insetos pragas. Conforme será mostrado mais à frente, a maior abundância de insetos que comem plantas não resultou em picos maiores dos herbívoros-pragas nesses talhões, com exceção de tripes (Figura 8).

Insetos detritívoros foram os segundos em abundância, o que pode estar associado a maior quantidade de matéria orgânica resultante do plantio direto sobre palha e a aplicação de compostagem no solo nos dois grupos de talhões do estudo. Observou-se que insetos pequenos como tripes e colêmbolos começam a aparecer no gráfico quando a soja começa a acumular gradativamente maior massa vegetativa, a partir do início da fase reprodutiva. Nesta fase a amostragem foi feita pelo método de batida nas plantas sobre bandeja. Essa metodologia pode também ter facilitado a captura de organismos muito pequenos ou de voo rápido como Thysanoptera e Collembola, que provavelmente não foram bem visualizados no método de vistoria direta das plantas.

A Figura 4 ilustra a abundância de predadores amostrados na parte aérea da planta, somados aos parasitoides e entomopatógenos do complexo de lagartas e percevejos identificados durante o monitoramento de inimigos naturais ao longo da safra.

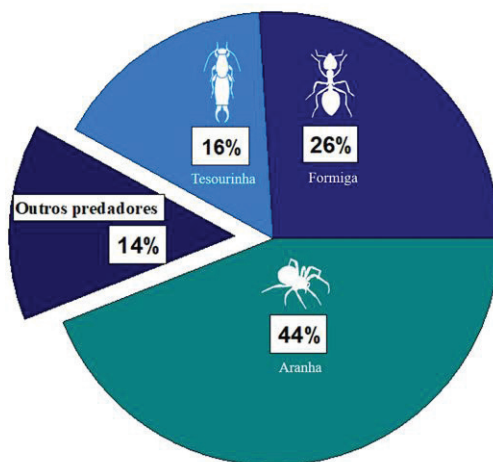


**Figura 4:** Número total de inimigos naturais coletados na soja durante a safra 2022/23 ao longo de 12 semanas em fazendas do Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).



**Figura 5:** Número total de insetos agrupados segundo seus papéis ecológicos coletados na soja durante a safra 2022/23 ao longo de 12 semanas em fazendas do Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).

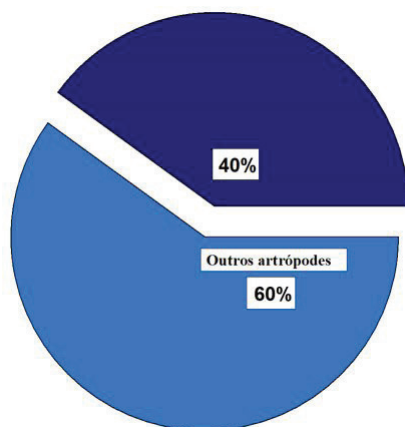
Entre as guildas mais prevalentes (Figura 5), observa-se maior ocorrência de artrópodes predadores coletados na parte aérea e superfície do solo nos talhões do Grupo 1 (Figura 6). Entre estes, houve destacada predominância de aranhas (Araneae), formigas (Hymenoptera - Formicidae) e tesourinhas (Dermaptera) (Figura 6).



**Figura 6.** Percentual de predadores coletados em 16 talhões ao longo de 12 semanas da safra de soja de 2022/2023 no Sudoeste de Goiás.

Tomando-se como base o total de espécies, Collembola (40% do total de indivíduos coletados na parte aérea da soja) se destacou pela sua abundância (Figura 7). Os organismos da ordem Collembola são pequenos artrópodes cuja presença e diversidade em sistemas agrícolas têm sido associadas à saúde do solo e à produtividade das culturas (De Vries et al., 2012). Os colêmbolos atuam principalmente na decomposição de matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes, as quais influenciam positivamente na fertilidade do solo (Hopkin, 1997). Além disso, há grande contribuição nas interações das comunidades microbianas do solo, resultando em alterações positivas no crescimento das plantas (Menta, 2012; Rzeszowski et al., 2017; Kitching et al., 2020).





**Figura 7:** Percentual de Collembola (40%) em comparação com os outros artrópodes coletados ao longo de 12 semanas na cultura de soja durante a safra 2022/23 em 16 talhões e oito fazendas do Sudoeste de Goiás.

Embora os colêmbolos, reconhecidamente edáficos e epiedáficos, tenham sido os artrópodes mais abundantes associados à parte aérea das plantas de soja, na avaliação da entomofauna do solo amostrada com armadilhas *pitfalls* estes organismos não tiveram proporcional destaque (Tabela 1). Esse resultado se deve provavelmente ao método de amostragem com *pitfalls* que pode não ser apropriado para quantificar colêmbolos (Quener; Bruckner, 2010). Além disso, na triagem em laboratório os artrópodes foram submetidos a um processo de peneiramento com auxílio de tecido voal para extração de grânulos de terra, dessa forma, desfavorecendo a contagem de colêmbolos.

**Tabela 1.** Artrópodes e outros invertebrados coletados em armadilhas de solo instaladas no estádio R1 na safra 2022/23 de soja em 16 talhões distribuídos em oito fazendas do Sudoeste de Goiás.

Classificação taxonômica					
Filo	Classe	Subclasse	Ordem	Família	Número de Indivíduos
Mollusca	Gastropoda			–	270
Arthropoda	Chilopoda			–	11
	Collembola			–	203
	Diplopoda			–	34
	Arachnida	Acari		–	32
			Araneae	–	36
	Insecta	Pterygota	Coleoptera	Carabidae	9
				Chrysomelidae	1
				Curculionidae	98
				Elateridae	8
				Mycetophagidae	13
				Nitidulidae	54172
				Scarabaeidae	137
				Staphylinidae	55
				Tenebrionidae	14
				Zopheridae	38
				Larva de Coleoptera	121
			Dermaptera	Anisolabididae	295
				Forticulidae	10
				Labiduridae	66
				Spongiphoridae	2
				Ninfas não identificadas	8
			Diptera	–	267
			Hemiptera	–	7
			Hymenoptera	Formicidae	224
				Outras	
			Lepidoptera	–	16
			Ninfa de Isoptera	–	1
			Orthoptera	–	7895
			Thysanoptera	–	19
			Trichoptera	–	2

Os coleópteros da família Nitidulidae, representam 84% de todos os organismos coletados. De acordo com Rafael et al. (2024), insetos Nitidulidae são primariamente saprófagos e micetófagos, ocasionalmente necrófagos, e ainda, algumas espécies são predadoras ou herbívoras. Dada a diversidade de hábitos alimentares da família, a classificação aqui apresentada passará por refinamento taxonômico para melhor compreensão da abundância e do papel destes coleópteros na cultura da soja.

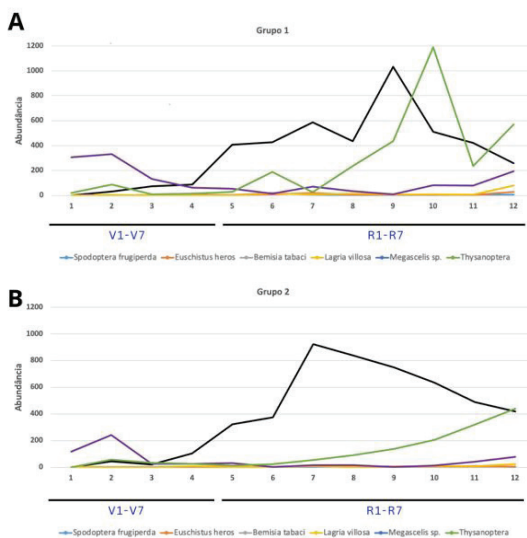
Nas armadilhas de solo também foram registradas abundâncias representativas de dermápteros, repetindo o observado nas amostragens com o método de inspeção visual e batida sobre bandeja. Este taxon foi o terceiro mais abundante nas armadilhas de solo e também diverso. Dentre as sete famílias de Dermaptera que ocorrem no Brasil, quatro foram registradas em nossas coletas: Anisolabididae, Forficulidae, Labiduridae e Spongiphoridae. Os dermápteros, conhecidos popularmente por tesourinhas, são importantes predadores de pragas agrícolas, contribuindo no controle biológico natural (Naranjo-Guevara et al., 2017; Bell et al., 2020).

Um número significativo de outros grupos taxonômicos onde há muitos representantes predadores, como Chilopoda (lacrarias) e algumas famílias de coleópteros como Carabidae, Elateridae, Scarabeidae, Staphylinidae também foram encontrados (Tabela 1).

### **Flutuação populacional dos insetos herbívoros mais abundantes da soja**

A cultura da soja serve de alimento e de abrigo para dezenas de espécies de artrópodes herbívoros. As espécies mais encontradas foram: a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)), percevejo-marrom (*E. heros*), metaleiro (*Megascelis* sp.), tripses (Thysanoptera) e mosca branca (*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)).

Nos talhões com maior frequência de aplicação de bioinsumos (Grupo 1), no estágio vegetativo, observou-se maior incidência de *Megascelis* sp. até a semana 4. A partir da semana 5 até a semana 10 os maiores picos foram de tripes e a seguir a mosca-branca (Figura 8A). Com exceção dos tripes, a abundância dos insetos considerados pragas da soja não diferiu notadamente entre os talhões dos Grupos 1 e 2 (Figura 8B). *Megascelis* sp. manteve-se com maior número de indivíduos nas primeiras duas semanas, enquanto o número de tripes permaneceu alto na maioria das semanas, chegando a atingir 924 indivíduos na semana 7 (Figura 8B). Estes resultados, apesar de preliminares, mostram similaridades entre as curvas populacionais de insetos-praga nos talhões dos Grupos 1 e 2 e indicam que o maior uso de bioinsumos no Grupo 1 não resultou em surtos inesperados de pragas, em particular o complexo de lagartas e percevejos, que são os principais alvos de controle. Este é um resultado relevante, considerando os benefícios econômicos, ambientais e sociais trazidos pelo uso de bioinseticidas.



**Figura 8:** Insetos mais abundantes coletados na soja durante a safra 2022/23 ao longo de 12 semanas em fazendas do Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).

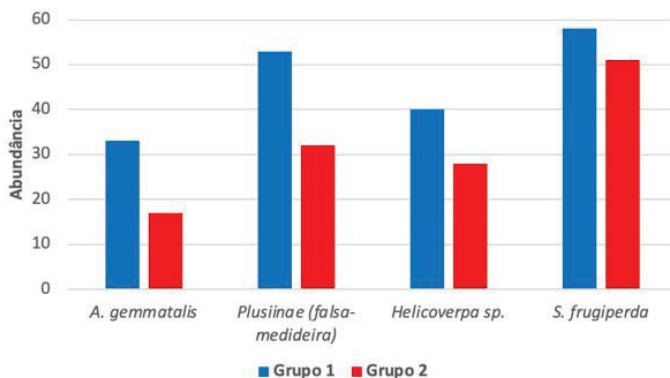
Os tripses foram os insetos mais abundantes nos dois grupos (Figura 8A-B). Esses insetos estão emergindo como pragas importantes na cultura da soja nos últimos anos, com destaque para as espécies dos gêneros *Caliothrips* e *Frankliniella* (Gamundi; Perotti, 2009; Santos et al., 2021). Tanto no Grupo 1 como no Grupo 2, *B. tabaci* foi o segundo herbívoro mais abundante (Figura 8A-B). Surtos populacionais de mosca-branca em áreas de soja no Brasil têm sido relatados nas últimas safras, podendo causar prejuízos significativos na produção (Pozebon et al., 2020; Almeida et al., 2021). Embora as lagartas desfolhadoras e o percevejo-marrom sejam consideradas pragas-chave da cultura da soja, não observamos surtos populacionais dessas pragas na safra 2022/23 nas áreas de estudo, tanto do Grupo 1 quanto do Grupo 2, provavelmente por serem os principais alvos de controle através do uso de variedades transgênicas resistentes a lagartas, bioinsumos e inseticidas químicos.

A substituição gradual do uso de inseticidas químicos pelos bioinsumos, somada a outras estratégias regenerativas adotadas, aparentemente levaram a uma mudança na dinâmica das pragas. Como os bioinsumos são mais específicos em relação a sua ação inseticida, eles eliminam o efeito de amplo espectro dos inseticidas químicos, permitindo a permanência das populações não alvo no sistema.

### **Flutuação populacional de Lagartas**

Entre as espécies de lagartas presentes nos dois grupos de talhões durante a safra da soja 2022/23, a espécie mais abundante foi *S. frugiperda* (Figura 9). Populações maiores desta espécie são esperadas, uma vez que esta e outras espécies do mesmo gênero apresentem menor susceptibilidade as variedades transgênicas (Horikoshi et al., 2021). Em quase todos os talhões de estudo foram plantadas variedades transgênicas resistentes às principais lagartas de ocorrência na soja, resultando em um número pequeno de

indivíduos da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), complexo de falsa-medideira (Plusiinae), *Helicoverpa* spp., e outras espécies de lepidópteros foram observados (Figura 9).

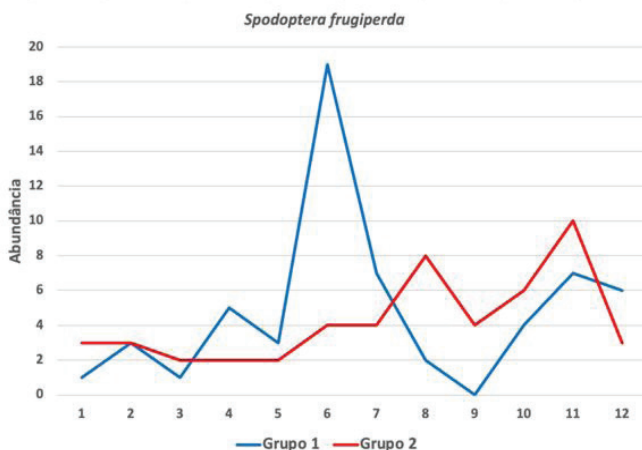


**Figura 9:** Abundância das principais espécies de lagartas coletados na soja durante a safra 2022/23 ao longo de 12 semanas em fazendas do Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).

A flutuação populacional da lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, foi diferente nos grupos ao longo do tempo (Figura 10). No grupo 1, com mais utilização de bioinseticidas, embora tenham sido encontrados um total de menos de cinco indivíduos em média por semana, houve quatro picos de incidência e somente um com um total de 19 indivíduos, no período de transição do estágio vegetativo para reprodutivo. No grupo 2, com maior uso de inseticidas químicos das Classes I, II e III, ocorreram 2 picos com 6 ou mais indivíduos. *Spodoptera frugiperda* foi apontada como uma das 31 pragas de maior impacto em variedades de soja transgênicas resistentes a lagartas (plantas Bt) na América Latina (Blanco et al., 2016), tendo sido detectadas no Brasil populações resistentes a diferentes proteínas Bt (Farias et al., 2014; Bernardi et al., 2015; Omoto et al., 2016). Adicionalmente, na região deste estudo (centro-oeste brasileiro) é realizado um sistema de dupla safra com culturas suscetíveis a essa

lagarta, o que aumenta a possibilidade de surtos dos insetos (Santos et al., 2009; Barros et al., 2010a, 2010b).

No Grupo 2, o uso de inseticidas químicos na fase inicial da cultura pode ter provocado mortalidade dos inimigos naturais, levando ao aparecimento de picos populacionais subsequentes. Embora tenha ocorrido um pico populacional maior de *S. frugiperda* nos talhões do Grupo 1, quando se considera o somatório de todas as espécies de lagartas, a abundância foi maior nos talhões do Grupo 2 (Figura 12), confirmando que o uso preferencial ou predominante de inseticidas biológicos nos talhões não resultou em maiores riscos de danos por essa praga.



**Figura 10:** Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* coletadas na soja durante a safra 2022/23 ao longo de 12 semanas em fazendas do Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).

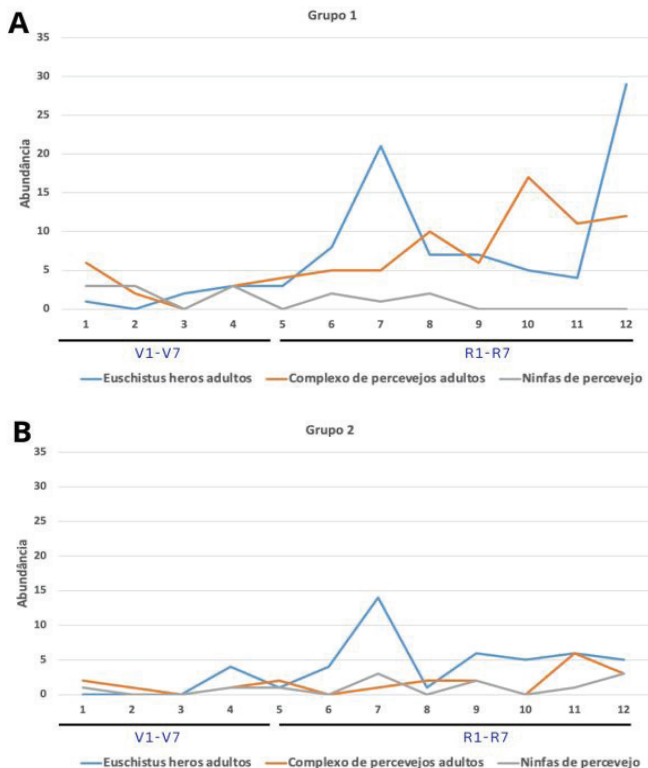
## Flutuação populacional de percevejos

Em relação ao complexo de percevejos, a espécie mais abundante foi o percevejo marrom, *E. heros*, tanto para o grupo 1, quanto para o grupo 2 (Figura 11). Outros percevejos encontrados na safra da soja 2022/23 no sudoeste goiano foram os pentatomídeos *Piezodorus guildinii* (Westwood), *Nezara viridula* (L.), *Diceraeus* sp. Dallas, *Edessa meditabunda* (Fabricius) e *Neomegalotomus parvus* (Westwood) da família Alydidae. Também foram encontradas em pequenos números outras espécies de percevejos herbívoros das famílias Lygaeidae, Rhyparochromidae, Alydidae, Cydnidae, e Largidae, entres outros indivíduos não identificados. Os representantes dessas famílias foram agrupados na Figura 11 como complexo de percevejos adultos.

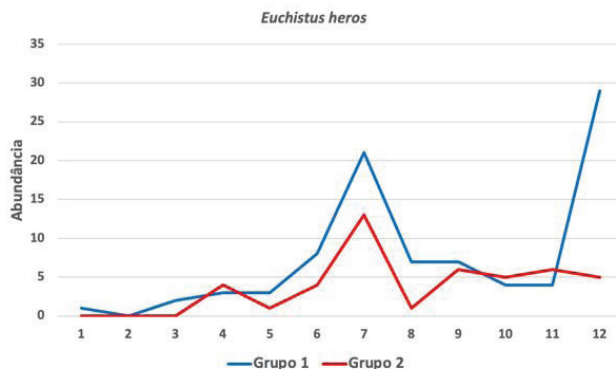
O percevejo marrom é uma das principais pragas da cultura da soja. Adultos e ninfas alimentam-se de vagens desde o início do desenvolvimento até a maturação (Corrêa-Ferreira et al., 2009; Depieri; Panizzi, 2011). O aumento crescente da população de *E. heros* a partir da semana 7 (início do estágio reprodutivo) nos dois grupos (Figura 12) indica a importância de monitorar esse inseto na cultura da soja, principalmente durante a fase reprodutiva. Nos talhões do grupo 1 foram observados dois picos, nas semanas de coleta 7 e 11 (estádios reprodutivos entre R2 e R5), com um total de 21 e 29 indivíduos por semana em todos os talhões, respectivamente. Entretanto, na maioria das semanas o total de indivíduos de *E. heros* coletados em todos os talhões somados, esteve abaixo de 18. No grupo 2 foram observados picos populacionais a partir da 6 semana de coleta, com 6 ou mais indivíduos do percevejo marrom e do complexo de percevejos adultos (Figura 11). Estes picos, embora menores, apresentaram uma diferença do Grupo 1 de apenas 15 adultos no total. O controle de *E. heros* é tradicionalmente realizado com aplicações de pesticidas sintéticos de amplo espectro, porém aplicações frequentes de inseticidas aceleram o surgimento de populações resistentes levando a ineficiência desses produtos (Sosa-Gomez et al., 2001; Sosa-Gomez; Silva, 2010). Além disso,



os inseticidas impactam negativamente as populações de inimigos naturais, que poderiam reduzir a densidade de *E. heros* no campo (Desneux et al., 2007; Belo et al., 2012).



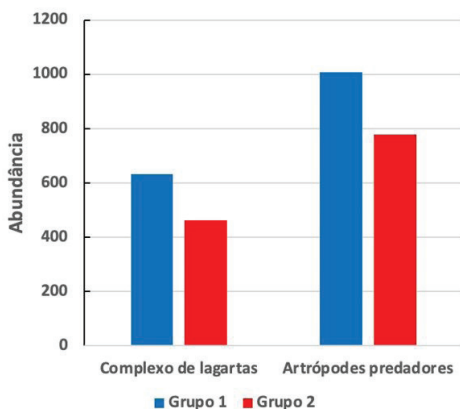
**Figura 11:** Flutuação populacional de *Euschistus heros* e demais percevejos ninfas e adultos coletados na soja durante a safra 2022/23 ao longo de 12 semanas em fazendas do Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).



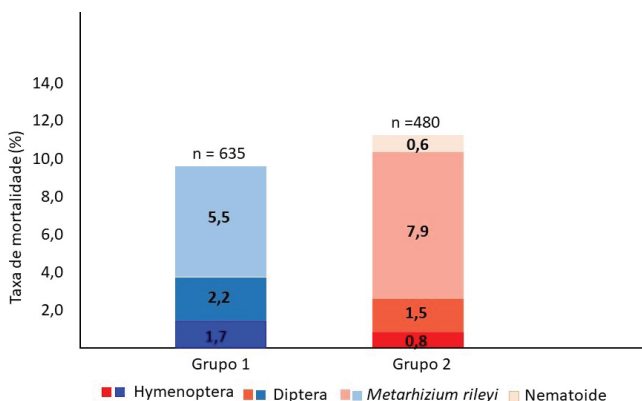
**Figura 12:** Abundância de *Euchistus heros* ao longo das amostragens feitas na soja durante a safra 2022/23 ao longo de 12 semanas em fazendas do Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).

### Inimigos naturais do complexo de lagartas

A Figura 13 mostra o número de lagartas de todas as espécies coletadas nos transectos e o número de predadores também encontrados na parte aérea das plantas. Mesmo não tendo sido considerados os predadores coletados nas armadilhas de solo (Tabela 1), chama atenção o número relativamente maior de predadores do que de lagartas na Figura 13. Isto nos leva a especular que as populações de lagartas estavam sujeitas e podem ter sido reduzidas pela ação predadores, principalmente nos talhões do Grupo 1, reforçando mais uma vez um possível benefício indireto do uso de bioinsumos (Figura 12), que é o de conservar a diversidade e abundância de inimigos naturais no sistema durante todo o ciclo da cultura.



**Figura 13:** Número total de lagartas e de artrópodes predadores coletados na soja durante a safra 2022/23 ao longo de 12 semanas em fazendas do Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).



**Figura 14:** Porcentagem de mortalidade de lagartas por parasitoides (Hymenoptera e Diptera: Tachinidae) e parasitismo (*Metarhizium* Riley) de lagartas coletadas em soja ao longo de 12 semanas durante a safra 2022/23 em fazendas localizadas no Sudoeste de Goiás. Grupo 1 = conjunto de talhões com maior frequência de uso de bioinseticidas classe IV; Grupo 2 = conjunto de talhões com maior frequência de inseticidas químicos das classes I, II e III segundo a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA).

O resultado do monitoramento do controle biológico realizado através de amostras de lagartas provenientes do campo para acompanhamento em laboratório da ocorrência de parasitoides e parasitas fúngicos é ilustrado na Figura 14.

Embora os bioinseticidas à base de fungos tenham sido aplicados em alguns talhões do Grupo 1 para o controle de lagartas e percevejos, o parasitismo por himenópteros e dípteros parasitoides é resultado da ação de agentes de controle biológico presentes naturalmente no sistema agrícola. A ação destes inimigos naturais não diferiu significativamente entre os dois grupos de talhões (Figura 14). Observamos alta mortalidade de lagartas por outras causas no laboratório e isso pode ter influenciado na porcentagem de parasitismo. A repetição das amostragens na safra 2023/24 será uma oportunidade para confirmar esse resultado.

## Considerações finais

---

A diversidade de espécies de artrópodes e de seus papéis ecológicos encontrados nesta primeira fase da pesquisa na soja fornecem subsídios para o reconhecimento dos principais grupos taxonômicos de insetos encontrados e seu papel dentro da lavoura, indicando possíveis relações entre os tipos de inseticidas utilizados (aqui classificados de acordo com a periculosidade ambiental (PPA) e a abundância e flutuação populacional de espécies e funções ecológicas selecionadas.

Embora *A. gemmatilis* seja amplamente conhecida como praga da soja, neste estudo *S. frugiperda* foi mais abundante, provavelmente um resultado da eficácia das plantas Bt no controle da lagarta da soja, mas com menor eficácia para lagartas do complexo *Spodoptera*.

O percevejo marrom foi uma das principais pragas da cultura da soja encontrada no estudo, tendo os picos populacionais nos estádios reprodutivos da planta. O controle dessa espécie normalmente é realizado com inseticidas sintéticos, principalmente nos talhões do Grupo 2, e por fungos entomopatogênicos em alguns talhões do Grupo 1. Nossos resultados ainda que preliminares não permitem apontar com segurança o papel do bioinseticida no controle dessa praga nos talhões de estudo. Estes resultados precisam ser confirmados com análises mais específicas dos dados e com os resultados do segundo ano de amostragens.

Estes resultados preliminares mostram similaridades entre as curvas populacionais de insetos-praga nos talhões dos Grupos 1 e 2 e indicam que o maior uso de bioinsumos nos talhões do Grupo 1 não resultou em surtos inesperados de pragas, em particular do complexo de lagartas e de percevejos, que são os principais alvos de controle. Este é um resultado relevante, considerando os benefícios econômicos, ambientais e sociais trazidos pelo uso de bioinseticidas.

A dinâmica populacional das pragas encontradas na soja aponta diversos caminhos para pesquisas futuras. Por exemplo, esses resultados parecem indicar que no final de ciclo, as pragas antes menos importantes como tripes e mosca-branca podem estar sendo negligenciadas. Além disso, parece haver uma relação entre a quantidade de bioinsumos aplicados e densidade dessas duas pragas nos talhões.

O Brasil é líder mundial na tecnologia de bioinsumos e o seu mercado está em franca expansão. Os resultados preliminares deste trabalho vislumbram perspectivas favoráveis na utilização dessa tecnologia no controle de artrópodes-praga, haja vista que, a abundância de inimigos naturais foi maior no grupo 1, onde foi feita maior utilização de bioinsumos. Além disso, comparativamente, a abundância de *S. frugiperda* e do percevejo *E. heros* foi similar entre os grupos 1 e 2, indicando o potencial dos bioinsumos utilizados na redução dessas pragas. Outras evidências da eficácia da utilização de

bioinsumos foram a contenção do pico populacional de *S. frugiperda* apresentada no grupo 1, e manutenção de menores populações da praga na maior parte do tempo ao longo das 12 semanas de avaliação.

Os resultados deste estudo indicam benefícios na utilização de bioinsumos na agricultura, destacando positivamente sua influência direta ou indireta na biodiversidade de artrópodes, bem como na dinâmica populacional de pragas e inimigos naturais. A transição gradual do uso de inseticidas químicos para produtos biológicos pode ser uma estratégia eficaz para promover o controle biológico natural e preservar a diversidade de insetos benéficos. Essa abordagem de substituir o uso do inseticida químico de amplo espectro por bioinseticidas específicos para os insetos-alvo está alinhada com a crescente conscientização sobre a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis para enfrentar os desafios ambientais e conservar a biodiversidade.

## Referências

---

AIN, Q.; MUSHTAQ, W.; SHADAB, M.; SIDDIQUI, M. B. Allelopathy: an alternative tool for sustainable agriculture. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 29, n. 4, p. 495-511, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12298-023-01305-9>.

ALMEIDA, M. F., TAVARES, C. S., ARAÚJO, E. O., PICANÇO, M. C., OLIVEIRA, E. E.; PEREIRA, E. J. G. Plant resistance in some modern soybean varieties may favor population growth and modify the stylet penetration of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 114, n. 2, p. 970-978, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toab008>.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R.; OLIVEIRA, M. D. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 137, p. 237-245, 2010a. DOI: 10.1111/j.1570-7458.2010.01058.x.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. 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, 2010b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600023>.

BELL, K.; NARANJO-GUEVARA, N.; SANTOS, R. C. D.; MEADOW, R.; BENTO, J. M. Predatory earwigs are attracted by herbivore-induced plant volatiles linked with plant growth-promoting rhizobacteria. **Insects**, v. 11, n. 5, p. 271, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects11050271>.

BELO, M. S. S. P.; PIGNATI, W.; DORES, E. F. G. C.; MOREIRA, C. J.; PERES, F. Pesticide use in soybean production in Mato Grosso state, Brazil: a preliminary occupational and environmental risk characterization. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, p. 78-88, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0303-76572012000100011>.

BERNARDI, D.; SALMERON, E.; HORIKOSHI, R. J.; BERNARDI, O.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. Cross-resistance between Cry1 proteins in fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) may affect the durability of current pyramided Bt maize hybrids in Brazil. **PloS one**, v. 10, n. 10, e0140130, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140130>.

BLANCO, C. A.; CHIARAVALLE, W.; DALLA-RIZZA, W. M.; FARIAS, J. R.; GARCÍA-DEGANO, M. F.; GASTAMINZA, G.; MOTA-SÁNCHEZ, D.; MURÚA,

M. G.; OMOTO, C.; PIERALISI, B. K.; RODRÍGUEZ, J.; RODRÍGUEZ-MACIEL, J. C.; TERÁN-SANTOFIMIO, H.; TERÁN-VARGAS, A. P.; VALENCIA, S. J.; WILLINK, E. Current situation of pests targeted by Bt crops in Latin America. **Current Opinion in Insect Science**, v. 15, p. 131-138, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2016.04.012>.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja: Série sementes**. Embrapa Soja, Circular Técnica, v. 67, p. 19, 2009. DOI: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/471343>.

DE VRIES, F. T.; LIIRI, M. E.; BJØRNLUND, L.; BOWKER, M.A.; CHRISTENSEN, S.; SETÄLÄ, H. M.; BARDGETT, R. D. Land use alters the resistance and resilience of soil food webs to drought. **Nature Climate Change**, v. 2, n. 4, p. 276-280, 2012. <https://doi.org/10.1038/nclimate1368>.

DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 197-203, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000200007>.

DESNEUX, N.; DEUCOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review Entomology**, v. 52, p. 81-106, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091440200017>.

EDOSA, T. T.; JO, Y. H.; KESHAVARZ, M.; ANH, Y. S.; NOH, M. Y.; HAN, Y. S. Current status of the management of fall webworm, *Hyphantria cunea*: Towards the integrated pest management development. **Journal of applied entomology**, v. 143, n. 1-2, p. 1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/jen.12562>.



FARIAS, J. R., ANDOW, D. A., HORIKOSHI, R. J., SORGATTO, R. J., FRESIA, P., DOS SANTOS, A. C., OMOTO, C. Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Crop protection**, v. 64, p. 150-158, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.06.019>.

GAMUNDI, J. C.; PEROTTI, E. Evaluación de daño de *Frankliniella schultzei* (Trybom) y *Caliothrips phaseoli* (Hood) en diferentes estados fenológicos del cultivo de soja. **Para mejorar la producción**, v. 42, n. 1, p. 107-111, 2009.

GUTIÉRREZ, A. P.; PONTI, L. Analysis of invasive insects: links to climate change. In: ZISKA, L. H. **Invasive Species and Global Climate Change**. CABI Digital Library, p. 50-73, 2022. DOI: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/abs/10.1079/9781800621459.0004>.

HOPKIN, S. P. **Biology of the Springtails: Insecta Collembola**. Oxford University Press, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780198540847.001.0001>.

HORIKOSHI, R. J.; DOURADO, P. M.; BERGER, G. U.; DE S. FERNANDES, D.; OMOTO, C.; WILLSE, A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; CORRÊA, A. S. Large-scale assessment of lepidopteran soybean pests and efficacy of Cry1Ac soybean in Brazil. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 15956, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95483-9>.

KITCHING, R. L.; DAHLSJÖ, C. A. L.; EGGLETON, P. Invertebrates and the complexity of tropical ecosystems. **Biotropica**, v. 52, p. 207-214, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12768>.

LACANNE, C. E.; LUNDGREN, J. G. Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. **PeerJ**, v. 6, e4428, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.4428>.

MENTA, C. Soil Fauna diversity-function, soil degradation, biological indices, soil restoration. In: LAMEED, G. A. (ed.). **Biodiversity conservation and utilization in a diverse world**, England: IntechOpen, 2012. p. 59-94. DOI: <https://doi.org/10.5772/51091>.

NARANJO-GUEVARA, N.; PEÑAFLORES, M. F. G.; CABEZAS-GUERRERO, M. F.; BENTO, J. M. S. Nocturnal herbivore-induced plant volatiles attract the generalist predatory earwig *Doru luteipes* Scudder. **The Science of Nature**, v. 104, p. 1-11, 2017. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00114-017-1498-9>.

OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v. 56, p. 50-54, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.10.022>.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; SORGATTO, R. J.; DOURADO, P. M.; CRIVELLARI, A.; CARVALHO, R. A.; WILLSE, A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P. Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. **Pest management science**, v. 72, n. 9, p. 1727-1736, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.4201>.

PEREIRA, P. S.; LOPES, M. C.; REIS, K. H. D. B.; SOUZA, H. D. D. D.; PANCIERI, G. P.; PICANÇO, M. C.; SARMENTO, R. A. New Decision-Making Control System for Caterpillars on Soybean Fields. **Agronomy**, v. 13, n. 10, p. 2581, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13102581>.

POTIN, D. M.; MACHADO, A. V.; DELABIE, J. H.; MARTINS, I. C.; WHITEHOUSE, M. E.; TORRES, J. B. Response of foliage-and ground-dwelling arthropods to insecticide application: early step for cotton IPM in the Brazilian semiarid. Agriculture. **Ecosystems & Environment**, v. 344, 108308, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108308>.

POZEBON, H.; MARQUES, R. P.; PADILHA, G.; O'NEAL, M.; VALMORBIDA, I.; BEVILAQUA, J. G.; TAY, W. T.; ARNEMANN, J. A.; Arthropod Invasions Versus Soybean Production in Brazil: A Review. **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 4, p. 1591-1608, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toaa108>.

QUERNER, P.; BRUCKNER, A. Combining pitfall traps and soil samples to collect Collembola for site-scale biodiversity assessments. **Applied Soil Ecology**, v. 45, n. 4, p. 293-297, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.05.005>.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R. D.; CARVALHO, C. J. B. D.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. 2.ed. Manaus: Editora INPA, 2024. 894 p.

RZESZOWSKI, K.; ZADROŻNY, P.; NICIA, P. The effect of soil nutrient gradients on Collembola communities inhabiting typical urban green spaces. **Pedobiologia**, v. 64, p. 15-24, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2017.06.003>.

SANMARTÍN-VILLAR, I.; CORDERO-RIVERA, A. Biodiversity and the importance of insect diversity. In: RODRÍGUEZ, J.; PYŠEK, P.; NOVOA, A. **Biological Invasions and Global Insect Decline Academic Press**, p. 19-46. 2024.

SANTOS, R. C.; LOPES, M. C.; DE ALMEIDA SARMENTO, R.; PEREIRA, P. S.; PICANÇO, M. M.; DOS SANTOS PIRES, W.; NOLETO, L. R.; ARAÚJO, T. A. DE; PICANÇO, M. C. Conventional sampling plan for thrips in tropical soybean fields. **Crop Protection**, v. 148, 105740, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105740>.

SANTOS, K. B.; NEVES, P.; MENEGUIM, A. M.; SANTOS, R. B.; SANTOS, W. J.; BOAS, G. V.; DUMAS, V.; MARTINS, E.; PRAÇA, L. B.; QUEIROZ, P.; BERRY, C.; MONNERAT, R. Selection and characterization of the *Bacillus thuringiensis* strains toxic to *Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera cosmioides* (Walker) and *Spodoptera frugiperda* (Smith)(Lepidoptera: Noctuidae). **Biological Control**, v. 50, n. 2, p. 157-163, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.03.014>.

SORGOG, K.; TANAKA, K.; BABA, Y. G. Macro-scale perspectives in conservation biological control: latitudinal differences in the effects of organic farming on insect pests and natural enemies in rice paddy ecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 357, 108689, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108689>.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORSO, I. C.; MORALES, L. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 317-320, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X200100>.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 767-769, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000700019>.

SUBEDI, B.; POUDEL, A.; ARYAL, S. The impact of climate change on insect pest biology and ecology: Implications for pest management strategies, crop production, and food security. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 14, 100733, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100692>.



---

*Recursos Genéticos e  
Biotecnologia*



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA E  
PECUÁRIA