

Felipe de Sousa Carneiro

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ARTRÓPODES EM CULTIVOS DE SOJA BT E NÃO-BT**

BURI-SP

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

Felipe de Sousa Carneiro

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ARTRÓPODES EM CULTIVOS DE SOJA BT E NÃO-BT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de São Carlos.

Orientadora: Profa. Dra. Tamiris Alves de Araújo

BURI-SP

2021

Sousa Carneiro, Felipe de

Flutuação populacional de artrópodes em cultivos de soja bt e não-bt / Felipe de Sousa Carneiro -- 2021.  
32f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,  
campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Tamiris Alves de Araújo

Banca Examinadora: Dalton de Oliveira Ferreira, Mayara  
Cristina Lopes, Tamiris Alves de Araújo

Bibliografia

1. Plantas Transgênicas. 2. Inimigos Naturais. 3. Pragas.  
I. Sousa Carneiro, Felipe de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

FELIPE DE SOUSA CARNEIRO

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ARTRÓPODES EM CULTIVOS DE SOJA BT E  
NÃO-BT

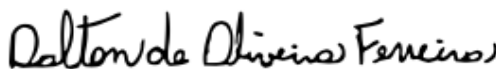
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Agrônômica pela  
Universidade Federal de São Carlos.

Aprovado em: 20/05/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Tamiris Alves de Araújo (Orientador)  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)



\_\_\_\_\_  
Me. Dalton de Oliveira Ferreira  
Universidade Federal de Viçosa (UFV)



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Mayara Cristina Lopes  
Universidade Federal de Viçosa (UFV)

**DEDICATÓRIA**

Dedico a todos meus familiares e a todos que contribuíram de alguma forma com este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus que iluminou e me fortaleceu nesta jornada até este momento.

Agradeço aos meus pais, Cristiano e Valdirene, por toda dedicação, amor e carinho, por serem minha base e exemplo de vida.

A todos da minha família que me apoiaram e incentivaram neste trajeto, em especial minha vó Maria Helena e meu irmão Fábio.

Ao meu grande amigo e parceiro de trabalho Christian Price que me auxiliou no experimento.

Ao doutorando Lucas Barros pela amizade e oportunidade da participação no projeto. E também por estar sempre disponível quando precisamos.

Ao Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, em especial ao professor Dr. Pedro Yamamoto que possibilitou este projeto.

À professora Dra. Tamiris Alves de Araújo por ser um exemplo de profissional e contribuir de forma relevante com meus conhecimentos.

A Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade de realização do curso e todo conhecimento adquirido dentro deste período.

Ao Grupo de Entomologia Agrícola pelas dicas, sugestões e apoio.

À Giovana Costa pelo incentivo.

A todos amigos que compartilharam momentos de alegria durante minha graduação.

À banca pela disponibilidade.

## RESUMO

CARNEIRO, Felipe de Sousa. **FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ARTRÓPODES EM CULTIVOS DE SOJA BT E NÃO-BT**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *Campus* Lagoa do Sino, Buri, 2021.

O uso de cultivares transgênicas contendo a tecnologia de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) tem aumentado significativamente nos últimos anos no Brasil, em destaque na cultura da soja. Mesmo que a tecnologia venha se mostrando altamente benéfica aos sistemas de produção, o tema é palco de grandes discussões e incertezas relacionadas aos efeitos que a toxina *Bt* causam aos inimigos naturais e outros artrópodes não-alvo presentes na cultura. No presente estudo efetuou-se um levantamento populacional dos artrópodes presentes em cultivares de soja *Bt* com tecnologia de resistência à glifosato e não-*Bt* sem tecnologia de resistência à glifosato utilizando o método de amostragem de pano-de-batida, com objetivo de avaliar a flutuação populacional de inimigos naturais e pragas. A partir da coleta de dados pode-se observar que não houve diferença significativa entre as três espécies de inimigos naturais observadas nas amostragens, porém ficou evidenciado que não só pragas alvo da tecnologia *Bt* foram afetadas, algumas espécies de pragas secundárias também apresentaram diferença significativa entre os tratamentos como por exemplo a vaquinha *Maecolaspis calcarisera*. Portanto, a tecnologia *Bt* se mostrou eficiente para ser utilizada como alternativa de estratégia no Manejo Integrado de Pragas, sendo seletiva aos inimigos naturais e afetando em sua maioria apenas artrópodes alvo desta tecnologia.

Palavras-chave; Plantas Transgênicas. *Glycine max*. Manejo Integrado de Pragas. Inimigos Naturais. Pragas.

## ABSTRACT

CARNEIRO, Felipe de Sousa. **POPULATION FLUCTUATION OF ARTHROPODS IN BT AND NON-BT SOYBEAN CROPS**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *Campus* Lagoa do Sino, Buri, 2021.

Transgenic cultivars using *Bacillus thuringiensis* (Bt) technology have increased significantly in recent years in Brazil, especially in soybean. Even if the technology has provided highly beneficial results to production systems, the topic is the scene of great discussions and uncertainties related to the effects that Bt toxin causes to natural enemies and other non-target arthropods present in the crops. In the present study, a population survey of arthropods was carried out in Bt with glyphosate resistance technology and non-Bt without glyphosate resistance technology soybean cultivars using the beating cloth sampling method, aiming to evaluate the population fluctuation of natural enemies and pests. It was observed from data collection no significant difference between the three species of natural enemies observed in the samplings, however it was evidenced that not only target pests of the Bt technology were affected, but also some species of secondary pests showed significant difference between the treatments, for example the beetle *Maecolaspis calcarisera*. Therefore, Bt technology proved to be efficient to be used as an alternative strategy in Integrated Pest Management, being selective to natural enemies and mostly affecting only arthropods targeted by this technology.

Key words; Transgenic Plants. Glycine max. Integrated Pest Management. Natural enemies. Pests



**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Temperatura e precipitação durante o período experimental. ....	9
<b>Figura 2.</b> Imagem ilustrativa do processo de pano de batida. ....	10
<b>Figura 3.</b> Coleta de dados por meio de amostragem.....	11
<b>Figura 4.</b> Flutuação populacional de artrópodes que não apresentaram diferença significativa entre tratamentos.....	13
<b>Figura 5.</b> Flutuação populacional de artrópodes que apresentaram diferença significativa entre tratamentos.....	15

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Defensivos utilizados no manejo da soja com tecnologia Bt.....	7
<b>Tabela 2.</b> Defensivos utilizados no manejo da soja não-Bt.....	8

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>5</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>19</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>19</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura de suma importância no cenário mundial bem como no cenário nacional (DALL'AGNOL et al., 2007). O Brasil é o primeiro no *ranking* de maiores produtores do grão, com produção anual de 125 milhões de toneladas em aproximadamente 37 milhões de hectares (CONAB, 2020). A maior parte da produção é exportada, destinada para a fabricação de ração e óleo de soja (ROCHA, 2018). Devido a ser um tipo de cultivo, na maioria das vezes, explorado na forma de monocultura com extensa área cultivada, as plantas de soja são submetidas a severos ataques de diversas pragas (ROGGIA et al., 2020). Entre os grupos de pragas que atacam este cultivo, temos as lagartas desfolhadoras da Ordem Lepidoptera, destacando as espécies *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidade) e *Chrysodeixis includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidade), as quais são consideradas pragas chave da cultura atualmente (SOSA-GÓMEZ et al., 2010; ROGGIA et al., 2020).

As pragas da cultura são responsáveis pelo aumento no custo final de produção em sistemas convencionais, ou seja, são necessárias diversas aplicações de inseticidas, para que não haja redução da produtividade da lavoura (GALLO et al., 2002; SOSA-GOMÉZ et al., 2006). Porém, muitas vezes os ingredientes ativos utilizados não são seletivos, causando efeito negativo na população dos inimigos naturais presentes no cultivo (PINHEIRO et al., 2018). Entre os inimigos naturais encontrados na soja, podemos citar espécies como: *Geocoris* spp. (Hemiptera: Geocoridae), *Nabis* spp. (Hemiptera: Nabidae), *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae), *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), *Callida* spp. (Coleoptera: Carabidae), *Lebia concinna* (Brullé) (Coleoptera: Carabidae), *Calosoma granulatum* (Perty), *Eriopsis conexa* (Coleoptera: Coccinellidae) (Coleoptera: Carabidae) (Germar), e algumas espécies da classe dos aracnídeos (BUENO et al., 2012).

Uma das alternativas de minimizar os problemas decorrentes do ataque de pragas e racionalizar o uso de inseticidas é a adoção do sistema de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Neste sistema recomenda-se combinar diversas técnicas e estratégias distintas com o objetivo de manter a população de pragas abaixo do nível

de dano econômico, sempre visando um controle economicamente viável e ambientalmente correto (CONTE et al., 2017).

Uma estratégia que se encaixa dentro do MIP e é capaz de controlar algumas das principais pragas, é a adoção de cultivares geneticamente modificadas (transgênicas) tolerantes a pragas (SOUSA FILHO et al., 2021). Estas plantas apresentam a característica de expressar genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), a qual codifica toxinas letais para determinado grupo de insetos quando ingerida (CRIALES-LEGORI et al., 2014). Dessa forma, a tecnologia *Bt* permite uma menor utilização de inseticidas, favorecendo os insetos não alvo como os inimigos naturais (SILVA, 2013).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

*Bacillus thuringiensis* é uma bactéria entomopatogênica, gram-positiva que habita o solo (BRAVO et al., 2011). Quando está em fase de esporulação a *B. thuringiensis* sintetiza proteínas que se juntam na periferia dos esporos, formando cristal em um dos polos da célula (DE MAAGD et al., 2003). Os cristais são compostos por uma ou várias proteínas *Cry*, também denominadas de *Insecticidal Crystal Proteins* (ICPs) ou d-endotoxinas. Estas proteínas são consideradas extremamente tóxicas e específicas, devido a isso são inofensivas para a maioria dos organismos, bem como insetos benéficos à cultura (HERRERO et al., 2001, SIEGEL, 2001).

As proteínas que constituem os cristais, são protoxinas solubilizadas e proteoliticamente transformadas em polipeptídios menores dentro do aparelho digestivo dos insetos suscetíveis (BRAVO et al., 2004). Estes polipeptídios se associam aos receptores específicos de ligação nas microvilosidades das células do intestino, ocasionando uma lise osmótica decorrente da formação de poros da membrana (BRAVO et al., 2004). Os sítios de ação onde os receptores se ligam são de extrema importância agrônômica, pois é onde estão envolvidas as especificidades das toxinas *Bt* e os mecanismos de resistência dos insetos a estas tecnologias (FIUZA et al., 1996; de MAAGD et al., 1999). Outro importante fator a ser considerado para que esse processo se conclua, é a solubilização das proteínas, as quais dependem do pH alcalino do sistema digestivo. Esse fato explica uma menor efetividade das proteínas em determinadas espécies, uma vez que podem apresentar pH neutro ou pouco ácido (BOBROUSKI et al., 2003).

Os genes de *Bt* responsáveis por codificar as protoxinas *Cry* foram isolados e introduzidos em espécies de plantas agronomicamente importantes como milho, algodão, soja, cana-de-açúcar, berinjela, batata, arroz, tomate, entre muitas outras culturas (MENDOZA-ALMANZA et al., 2020). Este processo se deu início nos anos 80, porém a primeira cultivar *Bt* a ser comercializada foi somente no ano de 1996. Já no Brasil, a tecnologia *Bt* chegou apenas em 2006 na cultura do algodão (CLIVE, 2009).

Desde que se iniciou o sequenciamento de toxinas *Bt* em 1981, foram identificados 993 genes, sendo eles 801 genes *Cry*, 152 genes *Vip* e 40 genes *Cyt*. As proteínas *Cry* são as mais conhecidas devido a sua importância agrônômica (MENDONZA-ALAMANZA et al., 2020). No Brasil os genes *Bt* introduzidos em plantas aprovadas para o cultivo são: *Cry1Ab*; *Cry1A105*, *Cry1F*, *Cry2Ab2*, *Cry3Bb1*, *Cry34Ab1*, *Cry35Ab1*, *VIP3Aa20* na cultura do milho; *Cry1F*, *Cry1Ac*, *Cry1Ab*, *Cry2Ab2*, *Cry2Ae* na cultura do algodão, *Cry1Ac*; *Cry1A105*; *Cry2Ab2*; *Cry1F* na cultura da soja e *Cry1Ac*; *Cry1Ab* na cultura da cana-de-açúcar. Uma cultivar pode expressar mais de uma tecnologia (MENDONZA-ALAMANZA et al., 2020).

A proteína *Cry1Ac* (expressa pela cultivar NS 5959 IPRRO, a qual foi avaliada no experimento) se encontra na família filogenética da proteína *Cry*. A proteína é responsável por agir no sistema digestivo dos insetos formando poros e causando rompimento das células do epitélio intestinal, ocasionando um choque osmótico e consequentemente a morte do inseto (BRAVO et al., 2007). Os sintomas observados após a ingestão de proteínas pelas larvas são: paralisia; diarreia; perda de apetite e vômito (BOBROUSKI et al., 2003). Quando o inseto alvo atinge a fase de pupa não há mais efeitos da bactéria (MONNERAT; BRAVO, 2000).

Um dos principais motivos da proteína *Cry* ser uma das mais utilizadas é alta especificidade, que é em grande parte determinada pela capacidade de ligação específicas das proteínas *Cry* aos receptores situados na superfície das microvilosidades apicais das células colunares localizados no intestino médio das lagartas (BRAVO et al., 2011). Dentro da cultura da soja, a proteína *Cry* mais utilizada nas cultivares *Bt* é a *Cry1Ac*, a qual é capaz de controlar grande parte das principais pragas da cultura como a *Anticarsia gemmatalis* (Hübner), *Chrysodeixis includens* (Walker), *Rachiplusia nu* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidade), *Crosidosema aporema*

(Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae) e espécies do gênero *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidade) (Bernardi et al., 2016).

Para que o cultivo da soja *Bt* se encaixe adequadamente como um método do MIP são necessárias algumas técnicas como o monitoramento semanal, a fim de escolher ingredientes ativos seletivos para as espécies de pragas não controladas pela tecnologia. Outra estratégia fundamental, é a adoção de uma área com cultivar sem a tecnologia *Bt*, conhecida como refúgio (ROGGIA et al., 2020). O princípio dessa estratégia é que qualquer inseto com genes resistentes à planta *Bt*, tenha maiores chances de acasalar com um indivíduo provindo do refúgio, diminuindo assim, a seleção para os alelos resistentes à tecnologia (CONTE et al., 2016). A área de refúgio deve ser 20% da área cultivada com tecnologia *Bt* e precisa ter distância de no máximo 800 metros entre as cultivares (PEREIRA, 2016).

A utilização de plantas geneticamente modificadas com genes *Bt* trazem diversos benefícios relacionados a cultura, ambiente e ao produtor. A tecnologia permite segurança na utilização uma vez que produtos tóxicos ao ser humano não serão manuseados, redução do uso de inseticidas químicos devido a menor frequência de aplicação, redução do custo de produção, possivelmente menor incidência de doenças fúngicas pois as injúrias causadas por lagartas podem atuar como porta de entrada para fungos, entre outras vantagens (BOBROUSKI et al., 2003).

Mesmo que a tecnologia venha se mostrando altamente benéfica aos sistemas de produção, existem muitas incertezas e controvérsias que cercam o tema *Bt*. Grande parte das discussões geradas que abordam supostos pontos negativos da tecnologia, envolvem os inimigos naturais (CATARINO et al., 2015).

O uso de cultivares *Bt* reduz a aplicação de inseticidas, tal fato aumenta a importância dos inimigos naturais no controle de pragas secundárias (NARANJO, 2005; FERREIRA et al., 2016). Os inimigos naturais se tornam essenciais para o funcionamento do ecossistema, eles não permitem que as pragas secundárias atinjam o nível de dano econômico por meio do controle biológico (BIANCHI et al., 2006). Diante desses fatos, existe uma grande preocupação relacionada ao cultivo de soja *Bt* e seu possível efeito negativo sobre a abundância de inimigos naturais (CATARINO et al., 2015). Ainda não se tem clareza sobre a seletividade das toxinas *Cry*, e seus efeitos sobre a população de espécies benéficas. Na literatura pode-se encontrar

estudos de laboratório que evidenciam efeito negativo sobre a população de inimigos naturais, bem como, estudos que não apontam efeitos sobre eles, o mesmo ocorre com estudos realizados a nível de campo. As causas dos supostos efeitos negativos sobre a população de inimigos naturais são divididas entre diretas e indiretas (ROMEIS et al., 2006). Os impactos diretos podem ocorrer quando o indivíduo ingere a proteína inseticida de alguma forma, uma vez que inimigos naturais podem ser onívoros e se alimentar de estruturas da planta (SANTOS et al., 2011). Sendo possível que a toxina cause efeitos negativos aos mesmos, assim como causa nas pragas-alvo (ANDOW et al., 2006). Já os efeitos indiretos podem se manifestar através da redução da qualidade nutricional da praga e na redução populacional da mesma, causadas pela toxina *Bt* (ANDOW et al., 2006).

Portanto, os fatos apontam que estudos desse caráter são de extrema importância para que haja maior compreensão da dinâmica populacional de inimigos naturais, pragas-chave e pragas-secundárias em relação às cultivares com tecnologia *Bt* e convencional, auxiliado desse modo a criação de novas estratégias para o Manejo Integrado de Pragas, sendo altamente benéfico ao sistema de produção. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a flutuação populacional de artrópodes alvo e artrópodes não-alvo dentro de sistemas de produção comercial de soja *Bt* com tecnologia de resistência à glifosato (Roundup Ready 2™) e *não-Bt* sem tecnologia de resistência à glifosato, verificando desse modo o possível efeito causado pela tecnologia *Cry1Ac* expressa pela cultivar *Bt*.

### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido em uma área de produção comercial de cereais, localizada no município de Buri-SP, dentro das limitações da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), no *Campus* Lagoa do Sino, a qual se encontra a uma latitude de 23°36'28,07" S, longitude de 48°32'59,54" O e altitude de 522 m. O solo do local foi classificado como latossolo vermelho. O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen é do tipo clima mesotérmico úmido com inverno seco e verão quente (Cwa). A média anual de temperatura é de 20,9°C e da precipitação é de 1253,0 mm (FRITZSONS et al., 2012).

O delineamento experimental empregado foi de grupos pareados de acordo com o trabalho de LIMA et al., 2013, sendo compostos por dois tipos de tratamentos,



uma cultivar de soja transgênica com tecnologia *Bt* e resistência à glifosato e outra cultivar de soja convencional (não-*Bt* e sem resistência a glifosato). As repetições apresentaram dimensões de 13,5m por 15m com 27 linhas de cultivo de soja. Cada tratamento ocupou uma área de 3.037,5m<sup>2</sup>, totalizando uma área experimental útil de 0,60 ha. Os tratamentos foram constituídos por quinze repetições, cada repetição se constituía como um ponto de amostragem em cada data de avaliação.

O plantio da área foi iniciado no dia 17 de outubro de 2017, tendo Standak Top® como tratamento de semente em ambas as variedades. Para a soja convencional foi utilizada a cultivar BRS 284 desenvolvida pela Embrapa-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Já para variedade geneticamente modificada (com tecnologia *Bt* e RR2™) foi utilizada a cultivar 5959 IPRO, da empresa Nidera Sementes®.

Visando uma menor interferência na população de artrópodes presentes e desejando uma maior conservação do solo, foi adotado o sistema de plantio direto sobre restos culturais do cultivo de trigo da safra anterior. Visando o manejo nutricional, foi adicionado na adubação de plantio 290 quilos por hectare do adubo químico formulado 04-20-20 conforme o recomendado pelo agrônomo responsável. O espaçamento empregado foi de 0,5m entre linhas adotando um stand de 320 mil plantas por hectare, ou seja, uma densidade de 16 plantas por metro linear.

O manejo fitossanitário da área experimental foi conduzido de acordo com recomendações técnicas, obedecendo os preceitos do manejo integrado de pragas da soja. Os defensivos químicos aplicados para o manejo fitossanitário de cada tratamento estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Defensivos utilizados no manejo da soja com tecnologia Bt.

<b>NS 5959 IPRO</b>			
	<b>Produto Comercial</b>	<b>Grupo Químico</b>	<b>Estádio Fenológico</b>
<b>Inseticidas</b>	EFORIA®	NEONECOTINOIDE + PIRETROIDE	V6
	EFORIA®	NEONECOTINOIDE + PIRETROIDE	R1
	ORTHENE®	ORGANOFOSFORADO	R3
	ORTHENE®	ORGANOFOSFORADO	R5
<b>Fungicidas</b>	FOX®	ESTROBILURINA + TRIAZOLINTIONA	R1
	ELATUS®	ESTROBILURINA + PIRAZOL CARBOXAMIDA	R3
<b>Herbicidas</b>	ROUNDUP®	GLICINA SUBSTITUÍDA	V7
	MIRANT® + ROUNDUP®	ÁCIDO ARILOXIALCANOICO + GLICINA SUBSTITUÍDA	R7

Tabela 1: \*Estádio Fenológico- Fase vegetativa ou reprodutiva em que a cultura se encontrava quando o defensivo químico foi aplicado; V6- Estádio vegetativo 6, V7-Estádio vegetativo 7, R1- Estádio Reprodutivo 1, R3- Estádio Reprodutivo 3, R5- Estádio Reprodutivo 5, R7-Estádio Reprodutivo 7. \* A dose de produto comercial utilizada foi a mesma recomendada na bula do defensivo.

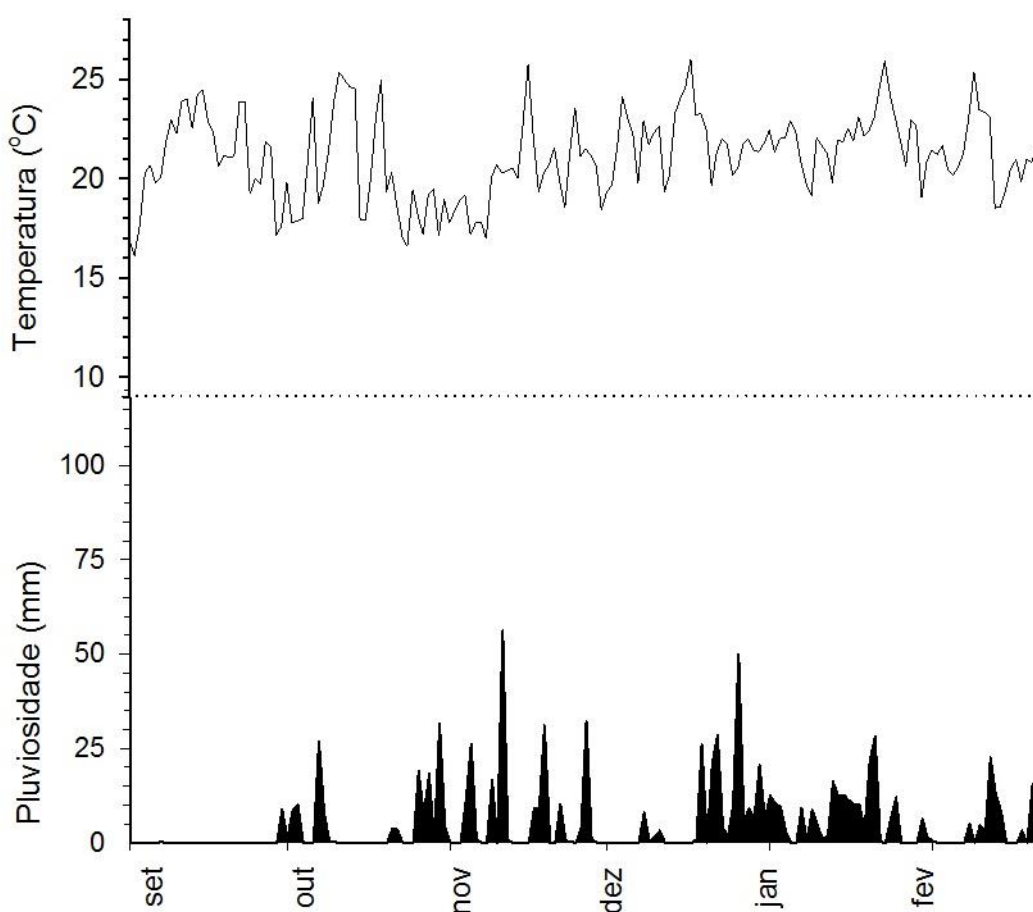
**Tabela 2.** Defensivos utilizados no manejo da soja não-*Bt*

<b>BRS 284</b>			
	<b>Produto Comercial</b>	<b>Grupo Químico</b>	<b>Estádio Fenológico</b>
<b>Inseticidas</b>	EFORIA®	NEONECOTINOIDE + PIRETROIDE	V6
	EFORIA®	NEONECOTINOIDE + PIRETROIDE	R1
	ORTHENE®	ORGANOFOSFORADO	R3
	ORTHENE®	ORGANOFOSFORADO	R5
<b>Fungicidas</b>	FOX®	ESTROBILURINA + TRIAZOLINTIONA	R1
	ELATUS®	ESTROBILURINA + PIRAZOL CARBOXAMIDA	R3
<b>Herbicidas</b>	FLEX®+ FUSILADE®+	ÉTER DIFENÍLICO + ÁCIDO ARILOXIFENOXIPROPIÔNICO +	V7
	BASAGRAN®	BENZOTIADIAZINONA	
	MIRANT® + ROUNDUP®	ÁCIDO ARILOXIALCANOICO + GLICINA SUBSTITUÍDA	R7

Tabela 2: \*Estádio Fenológico- Fase vegetativa ou reprodutiva em que a cultura se encontrava quando o defensivo químico foi aplicado; V6- Estádio vegetativo 6, V7-Estádio vegetativo 7, R1- Estádio Reprodutivo 1, R3- Estádio Reprodutivo 3, R5- Estádio Reprodutivo 5, R7-Estádio Reprodutivo 7. \* A dose de produto comercial utilizada foi a mesma recomendada na bula do defensivo.

A coleta de dados iniciou-se a partir do dia 14 de dezembro de 2017 quando as plantas estavam em estágio vegetativo V8 e foi finalizada no dia 25 de janeiro de 2018 após ambos os tratamentos atingirem estágio reprodutivo R7. A precipitação e temperatura foram monitoradas, durante setembro à fevereiro conforme descrito na Figura 1.

**Figura 1.** Temperatura e pluviosidade durante o período experimental.

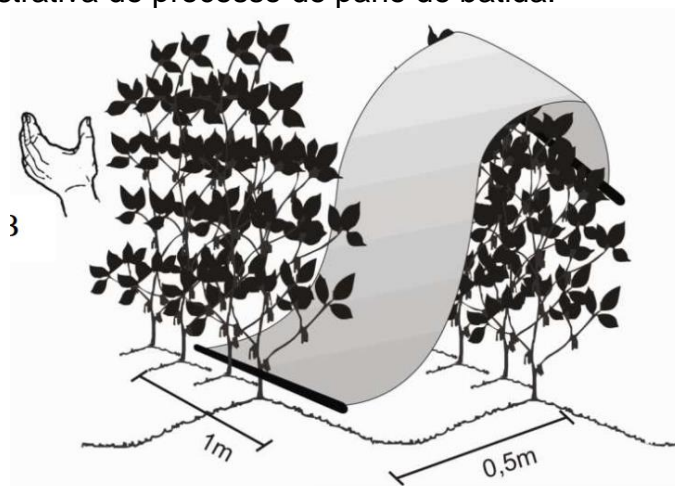


Fonte: Autoria própria

Para verificar o efeito da cultura *Bt* sobre a comunidade de artrópodes foram realizadas sete avaliações feitas semanalmente. As avaliações foram obtidas por meio de amostragens onde se utilizou o método batida de pano indicado por CORREA-FERREIRA et al., (1999). O material do pano de batida era composto por um tecido branco de poliéster com dimensões de 1m de comprimento e 1m de largura, tendo bainhas nas laterais onde eram posicionados dois cabos de madeira.

No caso da amostragem, esta foi exercida da seguinte forma: uma extremidade do pano foi colocada entre as fileiras de soja, sendo ajustada à base das plantas de uma linha e a outra extremidade foi estendida sobre a linha de cultivo adjacente para que então as plantas fossem sacudidas vigorosamente com intuito de derrubar todos os artrópodos presentes. A Figura 2 apresenta uma imagem ilustrativa do processo. Foi realizada uma batida de pano por parcela, em apenas um lado da fileira, optando sempre pela avaliação da décima terceira linha de cultivo conforme indicado pela Figura 3.

**Figura 2.** Imagem ilustrativa do processo de pano de batida.



Fonte: STRUMER et al., 2014

**Figura 3.** Coleta de dados por meio de amostragem.



Fonte: Autoria própria.

Optou-se por horários fixos para que se ocorresse as avaliações: das 7h:30min as 10h do período diurno, a fim da flutuação de temperatura ao longo do dia não interferisse nos resultados das avaliações frente a dinâmica dos artrópodes (CORREA-FERREIRA et al., 2012). Pensando na segurança da equipe, foram adotadas todas as medidas de proteção necessárias, como a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

A identificação dos artrópodes presentes nas amostragens foi cometida a campo através do treinamento prévio obtido e com auxílio da chave dicotômica como sugerida por Leite et al., 2010. As pragas foram identificadas até nível taxonômico de espécie, já os inimigos naturais foram identificados até nível taxonômico de Família.

Para cada tratamento, foram construídas curvas de flutuação populacional dos artrópodes observados durante o período experimental. Para a construção destas curvas, foram projetadas as densidades estimadas a partir da média e do erro padrão de cada artrópode para cada avaliação. Para verificar o efeito de tratamento para cada

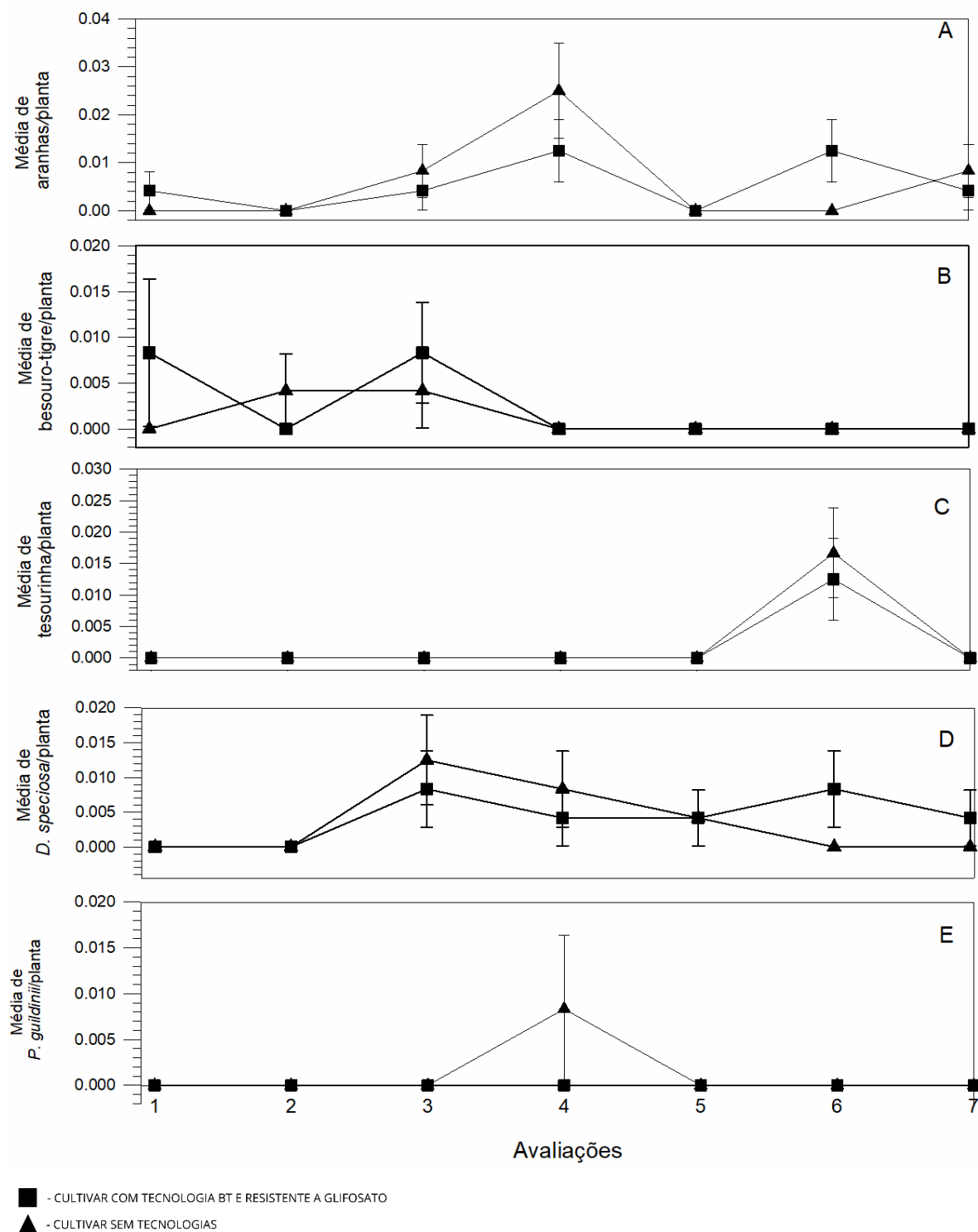
artrópode observado, foi utilizado um modelo linear misto (LMEMs) utilizando a função lmer do pacote lme4 do R Software Development Core Team (2017) (versão 3.3.3)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de artrópodes encontradas nas amostragens foram divididas em dois grupos, pragas e inimigos naturais. Os inimigos naturais encontrados foram apenas três: aranhas (Araneae); besouro-tigre (Coleoptera: Cicindelidae) e tesourinha (Dermaptera: Forficulidae). Já em relação as pragas, observou-se oito espécies diferentes: percevejo-marrom (*Euschistus heros* Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae); percevejo-verde-pequeno (*Piezodorus guildinii* Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae); besouro metálico (*Maecolaspis jolivetii* Bechyné) (Coleoptera: Chrysomelidae); lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*); lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*); lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidade); vaquinha (*Diabrotica speciosa*) (Coleoptera: Chrysomelidae); helicoverpa (*Helicoverpa armigera* Hübner).

Não houve diferença significativa entre tratamentos para nenhum dos inimigos naturais encontrados no experimento (aranhas  $F = 0,34$ ,  $P = 0,73$ ; besouro-tigre  $F = 1,08$ ,  $P = 0,28$ ; tesourinha  $F = 0,58$ ,  $P = 0,56$ ) (Figura 4A, B e C). No caso das pragas, apenas a vaquinha ( $F = 0,43$ ;  $P = 0,66$ ) e o percevejo-verde-pequeno ( $F = 1,52$ ;  $P = 0,13$ ) não apresentaram densidade significativamente diferente entre os tratamentos (Figura 4D e E).

**Figura 4.** Flutuação populacional de artrópodes que não apresentaram diferença significativa entre tratamentos.



Fonte: Autoria própria

O percevejo-marrom foi a espécie que mais ocorreu em ambos os tratamentos, foi observado uma densidade populacional maior estatisticamente significativa na de



soja não-*Bt* ( $F = 7,65$ ;  $P$  valor  $< 0,0001$ ). O pico populacional desta espécie foi observado na 6ª avaliação, em ambos os tratamentos, com uma densidade média de  $0,25 \pm 0,05$  percevejos por planta na soja *Bt* e  $1,14 \pm 0,20$  percevejos por planta avaliada na soja não-*Bt* (Figura 5A).

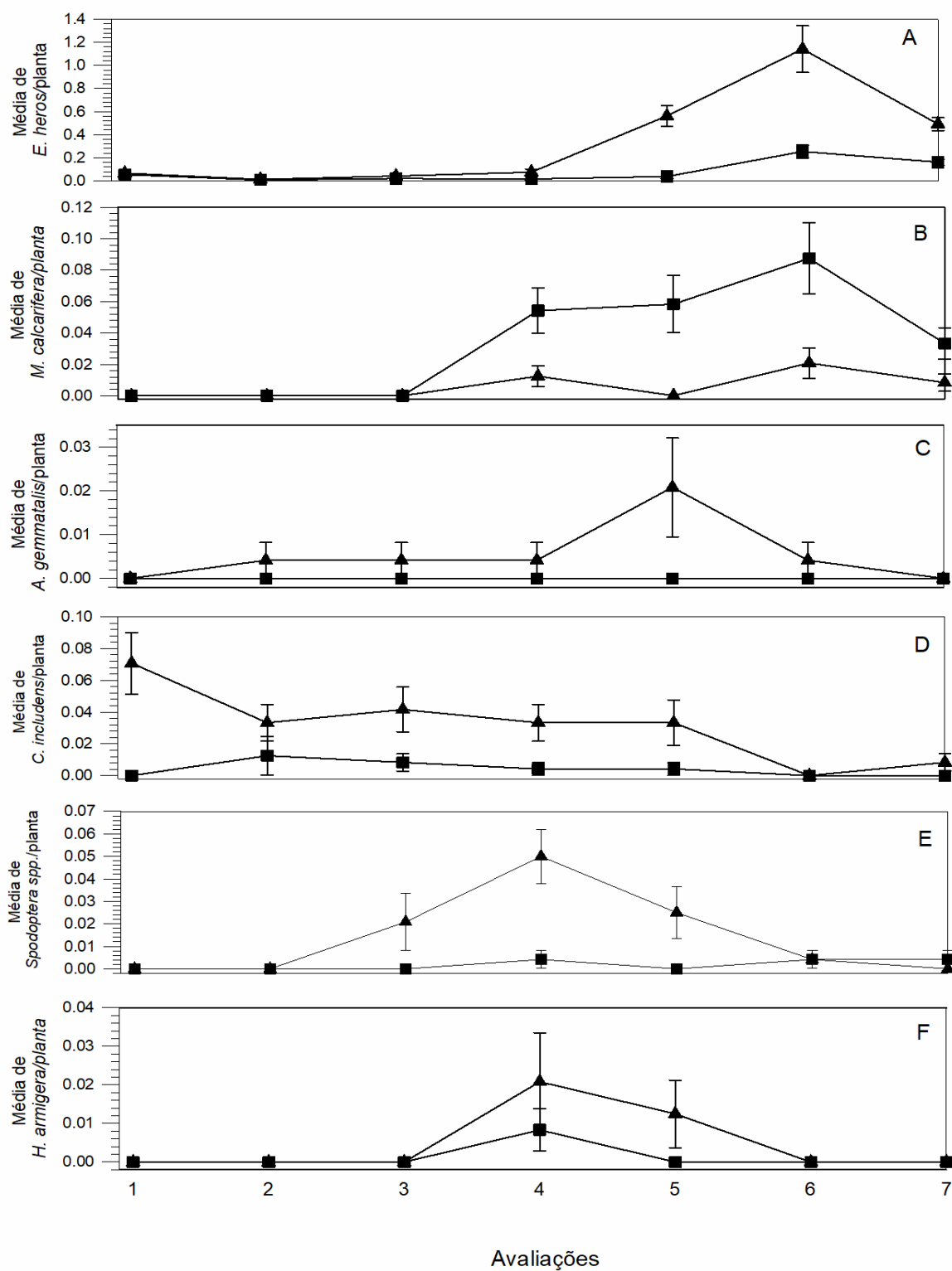
Já o besouro metálico apresentou uma maior densidade média no tratamento de soja *Bt* ( $F = 6,78$ ;  $P < 0,0001$ ). Em ambos os tratamentos, na 6ª avaliação foi observado o pico populacional desta espécie. Nesta avaliação, na soja *Bt* foi observado uma densidade média por planta de  $0,09 \pm 0,02$  e na soja não-*Bt* foi obtido uma densidade média por planta de  $0,02 \pm 0,01$  (Figura 5B).

A lagarta-da-soja ocorreu apenas na soja não-*Bt*, não sendo encontrada na soja *Bt* ( $F = 3,89$ ;  $P < 0,0001$ ). O pico populacional desta espécie foi observado na 5ª avaliação, com uma densidade média por planta de  $0,02 \pm 0,01$  (Figura 5C).

A lagarta-falsa-medideira obteve uma maior densidade média na soja não-*Bt* do que na soja *Bt* ( $F = 7,46$ ;  $P < 0,0001$ ). O pico populacional desta espécie, ocorreu em momentos diferentes para cada tratamento. Na soja não-*Bt*, na 1ª avaliação foi observado o pico populacional com uma densidade média de  $0,07 \pm 0,02$  por planta enquanto na soja *Bt* o pico populacional desta mesma espécie ocorreu na 2ª avaliação com uma densidade média por planta de  $0,01 \pm 0,01$  (Figura 5D).

Já a lagarta-militar também obteve uma maior densidade média na soja não-*Bt* do que na soja *Bt* ( $F = 5,19$ ;  $P < 0,0001$ ). O pico populacional desta espécie na soja não-*Bt* ocorreu na 4ª avaliação, apresentando uma densidade média de  $0,05 \pm 0,01$  por planta. Na soja *Bt* o pico populacional da espécie ocorreu também na 4ª avaliação, repetindo-se a mesma densidade encontrada de  $0,01 \pm 0,01$  por planta na 6ª e 7ª avaliação (Figura 5E).

**Figura 5.** Flutuação populacional de artrópodes que apresentaram diferença significativa entre tratamentos.



■ - CULTIVAR COM TECNOLOGIA BT E RESISTENTE A GLIFOSATO

▲ - CULTIVAR SEM TECNOLOGIAS

Fonte: Autoria própria

A lagarta *Helicoverpa* apresentou maior densidade média no tratamento de soja não-*Bt* ( $F = 0,03$ ;  $P < 0,0001$ ). Esta espécie só foi observada a partir da 4ª avaliação em ambos os tratamentos. Nesta avaliação foi observada o pico populacional desta espécie para ambos os tratamentos, média por planta de  $0,02 \pm 0,01$  para a soja não-*Bt* e de  $0,01 \pm 0,01$  para a soja *Bt*. Na 4ª avaliação, foi o único momento que foi observada esta lagarta na soja *Bt* (Figura 5F). A partir destes resultados, podemos observar que os tratamentos em questão não mostraram diferença estatística entre si para grande maioria dos artrópodes não alvo da tecnologia *Bt*.

Foi evidenciado que todas as espécies da Ordem Lepidoptera observadas nas avaliações, tiveram diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. Atualmente, as lagartas das espécies *A. gemmatalis* e *C. includens* são reconhecidas como as principais pragas desfolhadoras na cultura da soja (ROGGIA et al., 2020). Ambas ocorreram quase que exclusivamente na soja não-*Bt* uma vez que, a variedade NS 5959 expressa a proteína Cry1Ac, derivada da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), a qual codifica uma toxina letal para algumas espécies de lagartas, como as espécies em questão (FAZAM et al., 2013). Também pode ser observado que a *C. includens* teve uma predominância de 120% a mais em relação a *A. gemmatalis*. O fato de que a *C. includens* ser considerada uma espécie mais voraz, com maior tolerância a inseticidas e com hábitos de localizar-se no terço inferior da planta pode explicar a predominância sobre a *A. gemmatalis* (SOSA-GÓMEZ, 2005; ZULIN, 2017). Outro possível fator que influenciou tal resultado é o clima, uma vez que pode apresentar variações nas interações que ocorrem na entomofauna associada à cultura, bem como interferir de maneira diferente na abundância das espécies (MARSARO et al., 2010). Em trabalhos realizados a nível de campo LUZ, 2016 concluiu que *A. gemmatalis* apresenta correlação negativa entre a densidade populacional e precipitação. O fato do experimento ter sido realizado em períodos de alta pluviosidade, também pode estar relacionado a sobreposição de *C. includens* sobre *A. gemmatalis*. Os poucos indivíduos de *C. includens* observados na soja *Bt* podem ter sido indivíduos com genes resistentes à proteína Cry1ac obtidos através de seleção natural.

Observou-se também que a população de *S. frugiperda* teve maior presença na soja não-*Bt*. O número de lagartas presentes nas avaliações da soja não-*Bt* foi 12 vezes maior em relação à soja *Bt*. É importante ressaltar que a proteína Cry1Ac não

apresenta efeito significativo no controle de espécies do gênero *Spodoptera*, entretanto, ao se alimentar de plantas de soja *Bt*, a *S. frugiperda* apresenta estágio larval prolongado, redução da viabilidade das larvas, aumento do tempo médio de geração e redução da taxa intrínseca de aumento (BERNARDI et al., 2014). Mesmo que a ingestão da proteína não seja letal para a praga, os efeitos negativos gerados podem contribuir com a preferência dos indivíduos por cultivares não-*Bt*.

*Helicoverpa armigera* apresentou diferença estatística na população entre os dois tratamentos. A quantidade de indivíduos observados na soja *Bt* foi 4 vezes menor em relação à soja não-*Bt*. As cultivares de soja que expressam a proteína Cry1Ac têm grande eficiência no controle de *H. armigera* (SANTOS et al., 2016; DALLAGNOL et al., 2016), fato que contribuiu com a baixa população observada em soja convencional.

A espécie que obteve as maiores densidades foi o percevejo-marrom *E. heros*, presente em ambas as variedades, sendo encontrado em todas as datas de avaliação. Considerada como praga chave da cultura da soja, este organismo atingiu o nível de controle (2 indivíduos adultos por m) em grande parte das amostragens (ROGGIA, 2020). Foi evidenciado que a espécie se mostrou mais abundante na cultivar convencional, fato este que vai contra diversos estudos deste caráter, como por exemplo o experimento realizado por FONSECA et al. (2014) que aponta preferência de *E. heros* a soja *Bt* em relação à soja convencional. Segundo BERNARD et al. (2012) a preferência deve-se a diminuição de competição interespecífica entre as populações de artrópodes, uma vez que houve uma redução considerável da população de lagartas devido às toxinas encontradas na soja *Bt*. O fato que se observou maior abundância em soja convencional pode estar relacionado ao delineamento experimental e a direção do vento, já que a última pode influenciar a direção da dispersão de percevejos, influenciando desta forma a sua distribuição dentro da cultura (COSTA; LINK, 1982)

Foram observadas duas espécies de crisomelídeos, sendo elas: *Diabrotica speciosa* e *Maecolaspis jolivetii*. Ambas consideradas como pragas secundárias presentes na cultura da soja (ROGGIA et al., 2020). *D. speciosa* não diferiu entre os tratamentos, porém teve maior frequência na soja com tecnologia *Bt*. Já *M. calcarisera* apresentou diferença significativa entre as cultivares, sendo observada 5 vezes mais no tratamento com tecnologia *Bt*. Ambos crisomelídeos encontrados no experimento

estiveram mais presentes na variedade *Bt*, muito provavelmente ocorreu devido à redução da competição interespecífica por alimento com as populações de lagartas desfolhadoras. A redução da competição foi causada em função da cultivar *Bt* ser eficiente no controle da maioria das lagartas desfolhadoras presentes (DE SOUZA et al., 2020; BERNARDI et al., 2012). Uma vez que a cultivar convencional foi acometida a um ataque moderado dos lepidópteros, o alimento dos crisomelídeos esteve com maior disponibilidade na cultivar *Bt*.

As três espécies de artrópodes considerados inimigos naturais observados no experimento não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Resultados semelhantes a estes vêm sendo observados em diversos trabalhos, gerando grandes discussões (CATARINO et al., 2015). Segundo o mesmo autor, existe grande incerteza em relação aos riscos ecológicos gerados pela tecnologia *Bt*. Da mesma forma que alguns estudos de laboratório concluíram que não há efeito sobre as populações de inimigos naturais, vários outros evidenciaram efeito negativo. O mesmo ocorreu com os estudos realizados a nível de campo. As causas dos supostos efeitos negativos sobre a população de inimigos naturais são divididas entre diretas e indiretas (ROMEIS et al., 2006). Os impactos diretos podem ocorrer quando o indivíduo ingere a proteína inseticida de alguma forma, sendo possível que a toxina cause efeitos negativos aos inimigos naturais, assim como causa nas pragas-alvo (ANDOW et al., 2006). Já os efeitos indiretos podem se manifestar através da redução da qualidade nutricional da praga e na redução populacional da mesma, causadas pela toxina *Bt* (ANDOW et al., 2006).

Mesmo a tecnologia *Bt* apresentando especulações de supostos efeitos negativos sobre a comunidade de inimigos naturais, é amplamente aceito que o uso de inseticida em cultivares convencionais causam um dano maior entre a comunidade, tornando as cultivares com tecnologia *Bt* ecologicamente viáveis desde que seja acompanhada ao uso racional de inseticidas. (STEPHENS et al., 2012; FAZAM et al., 2013).

Estudos desse caráter são de extrema importância pois permitem a compreensão da dinâmica populacional dos artrópodes em relação às cultivares com tecnologia *Bt* e convencional, auxiliando desse modo a criação de novas estratégias para o manejo integrado de pragas, sendo altamente benéfico ao sistema de produção.

## 5. CONCLUSÕES

Os artrópodes alvo da tecnologia apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com soja convencional e o genótipo *Bt* Cry1Ac. Já os inimigos naturais não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, indicando que não há efeito negativo desta tecnologia sobre a comunidade de predadores. Portanto, a tecnologia *Bt* é eficiente para ser utilizada como alternativa de estratégia no Manejo Integrado de Pragas.

## 6. REFERÊNCIAS

ANDOW, DAVID A; LÖVEI, GÁBOR L .; ARPAIA, SALVATORE. **Avaliação de risco ecológico para culturas Bt**. Nature biotechnology, v. 24, n. 7, p. 749-751, 2006.

BERNARDI, ODERLEI et al. **Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701× MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatilis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil**. Pest management science, v. 68, n. 7, p 1083-1091, 2012.

BERNARDI, ODERLEI et al. **Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac protein**. Crop protection, v. 58, p. 33-40, 2014.

BERNARDI, ODERLEI et al. **Manejo da Resistência de Insetos a Plantas Bt**. Edição. PROMIP–Manejo Integrado de Pragas, Engenheiro Coelho, SP, Brasil, 2016.

BIANCHI, FELIX JJA; BOOIJ, C. J. H.; TSCHARNTKE, Teja. **Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control**. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 273, n. 1595, p. 1715-1727, 2006.

BOBROWSKI, VERA LUCIA et al. **Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas**. Ciência Rural, v. 33, n. 5, p. 843-850, 2003.

BRAVO, A.; GILL, S. S.; SOBERÓN, M. **Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control**, Toxicon, v. 49, p. 423-435, 2007.

BRAVO, A et al. **Oligomerization triggers binding of a *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab pore-forming toxin to aminopeptidase N receptor leading to insertion into membrane microdomains**. Biochimica Et Biophysica ActaBiomembranes, v. 1667, p. 38-46, 2004.

- BRAVO, ALEJANDRA et al. ***Bacillus thuringiensis*: a história de um bioinseticida de sucesso**. Bioquímica e biologia molecular de insetos, v. 41, n. 7, p. 423-431, 2011.
- BUENO, A. de F. et al. **Inimigos naturais das pragas da soja. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**, p. 493-630, 2012.
- CATARINO, Rui et al. **The impact of secondary pests on *Bacillus thuringiensis* (Bt) crops**. Plant biotechnology journal, v. 13, n. 5, p. 601-612, 2015.
- CLIVE, JAMES. **Status global das safras biotecnológicas / GM comercializadas: 2009**. Resumo do ISAAA, v. 41, 2009.
- CONTE, OSMAR et al. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2015/16 no Paraná**. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E), 2016.
- CONTE, OSMAR et al. **Resultados do manejo integrado de pragas da Soja na safra 2016/17 no Paraná**. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E), 2017.
- CORREA-FERREIRA, B.S.; LAUMANN, R.A.; MOSCARDI, F. **Uso da amostragem para o monitoramento de percevejos na cultura da soja**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina: Embrapa Soja, p. 322. (Embrapa Soja. Documentos, 257). 1999.
- CORRÊA-FERREIRA, BEATRIZ SPALDING. Amostragem de pragas da soja. **HOFFMANN-CAMPO, CB; CORRÊA-FERREIRA, BS; MOSCARDI, F. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília-DF: Embrapa Soja, v. 1, p. 631-672, 2012.
- COSTA, ERVANDIL CORREA; LINK, DIONISIO. **Dispersão de adultos de *Piezodorus guildinii* e *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) em soja**. Revista do Centro de Ciências Rurais, v. 12, n. 1, 1982.
- CRIALESI-LEGORI, PAULA CRISTINA BRUNINI et al. **Interação de proteínas Cry1 e Vip3A de *Bacillus thuringiensis* para controle de lepidópteros-praga**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, n. 2, p. 79-87, 2014.
- DALL'AGNOL, AMÉLIO et al. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.
- DALLAGNOL, LILIAN CRIS et al. **Mortalidade e consumo de espécies de lagartas em milho e soja Bt**. 2016.
- DE LIMA JUNIOR, IZIDRO DOS SANTOS et al. **Avaliação quantitativa do impacto do algodão-Bt na população de Araneae, Carabidae e Formicidae predadores ocorrentes sobre o solo**. Bioscience Journal, v. 29, n. 1, 2013.
- DE MAAGD, R. A. et al. **Diversity and evolution of protein toxins from spore-forming entomopathogenic bacteria**. Annual Review of Genetics. v.37, p. 409-443, 2003.
- De MAAGD, R.A.; BOSCH, D.; STIEKEMA, W. ***Bacillus thuringiensis* toxin-mediated insect resistance in plants**. Trends in Plant Sciences, London, v.4, p. 9-13, 1999.

DE SOUZA, LEANDRO APARECIDO et al. **Dinâmica populacional de *Euschistus heros* em cultivares de soja de diferentes ciclos de desenvolvimento**. Agrarian, v. 13, n. 49, p. 309-322, 2020.

FAZAM, J. C. et al. **Efeito da soja Bt sobre a frequência e densidade populacional de pragas e predadores**. In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8, 2013, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 115-118. (Embrapa Soja. Documentos, 339), 2013.

FERREIRA DE SOUZA, RICARDO; ALMEIDA CARVALHO, REJANY. **TECNOLOGIA BT: UM AVANÇO PARA O AGRONEGOCIO**. 2016.

FIUZA, L.M., et al. **Binding of *Bacillus thuringiensis* Cry1 toxins to the midgut brush border membrane vesicles of *Chilo suppressalis* (Lepidoptera:Pyralidea): evidence of shared binding sites**. Applied and Environmental Microbiology, Washington, v.62, n.5, p.1544-1549, 1996.

FRITZSONS, ELENICE et al. **Zoneamento climático para plantio experimental de *Pinus maximinoi* no Estado de São Paulo**. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 32, n. 69, p. 79, 2012.

FONSECA, PAULO ROGERIO BELTRAMIN et al. **Distribuição espacial e amostragem sequencial de percevejos e desempenho agrônômico em soja (*Glycine max* L.) Bt e não Bt**. Dourados, 2014.

GALLO, D. et al. RS; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002.

HERRERO, S.; OPPERT, B.; FERRÉ, J. **Different mechanisms of resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins in the indianmeal moth**. Applied and Environmental Microbiology, Washington, v. 67, n.3, p.1085-1089, 2001.

LEITE, GERMANO LEÃO DEMOLIN; DE SÁ, VERÍSSIMO GIBRAN MENDES. Apostila: **Taxonomia, Nomenclatura e Identificação de Espécies**. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, p. 50, 2010.

LUZ, PRISCILA MARIA COLOMBO DA. **Noctuóideos e parasitoides associados à soja não-Bt e Bt (Cry1Ac) no Cerrado**. 2016.

MARSARO JÚNIOR, A. L. et al. **Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no Estado de Roraima**. Embrapa Trigo-Artigo em periódico indexado, 2010.

MENDOZA-ALMANZA, G., et al. **The Cytocidal Spectrum of *Bacillus thuringiensis* Toxins: From Insects to Human Cancer Cells**. Toxins, 2020.

MONNERAT, R. G.; BRAVO, A. **Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência**. Controle Biológico: v.3, p. 163-2000.

MOSCARDI, F. et al. **Artrópodes que atacam as folhas da soja. Soja-manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, p. 213-334, 2012.



NARANJO, STEVEN E. **Long-term assessment of the effects of transgenic Bt cotton on the abundance of nontarget arthropod natural enemies.** Environmental entomology, v. 34, n. 5, p. 1193-1210, 2005.

PEREIRA, AMANDA CASAGRANDE; et al. **Ocorrência de lagartas em função do manejo de inseticidas e utilização de cultivares de algodoeiro.** JOURNAL OF NEOTROPICAL AGRICULTURE, v. 3, n. 2, p. 62-67, 2016.

PINHEIRO, HELOISA SAFIRA SANTOS et al. **Efeito subletal de inseticida sobre o inimigo natural *Podisus nigrispinus*.** Revista Craibeiras de Agroecologia, v. 3, n. 1, p. 6604, 2018.

ROCHA, CAROLINE MORARA. **Comercialização de commodity complexo da soja.** 2018.

ROGGIA, S. et al. **Manejo integrado de pragas.** Embrapa Soja-Capítulo em livro científico, 2020.

ROMEIS, JÖRG; MEISSLE, MICHAEL; BIGLER, FRANZ. **Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control.** Nature biotechnology, v. 24, n. 1, p. 63-71, 2006.

SANTOS, VILMAR BUENO DOS. **Parâmetros biológicos e eficiência de soja Bt no controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae).** 2016.

SANTOS, F. A. et al. **Efeito do pólen de milho Bt expressando a toxina Cry 1A (B) sobre aspectos biológicos de *Doru luteipes* (Scudder, 1876)(Dermaptera: foliculidae).** In: Embrapa Milho e Sorgo-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 12., 2011, São Paulo. Mudanças climáticas e sustentabilidade: quebra de paradigmas: resumos. São Paulo: Sociedade Entomológica do Brasil, 2011. p. 91., 2011.

SIEGEL, J.P. **The mammalian safety of *Bacillus thuringiensis*-based insecticides.** Journal of Invertebrate Pathology, New York, v.77, p.13-21, 2001.

SILVA, Gabriela Vieira. **Efeitos de plantas Bt de soja e milho sobre pragas não-alvo e seus inimigos naturais.** 2013.

SOSA-GÓMEZ, D. R. S. et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja.** 2006.

SOSA-GOMEZ, D. R. **Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos.** Embrapa Soja-Outras publicações científicas, 2005.

SOSA-GÓMEZ, D.R. et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja.** Londrina: Embrapa-CNPSO, p. 90 (Embrapa – CNPSO. Documentos, 269), 2010.

SOUSA FILHO, WAYNER JOSÉ DE et al. **Eficiência de tecnologias de milho Bt no controle de *Spodoptera frugiperda*.** 2021.

STÜRMER, GLAUBER RENATO et al. **Eficiência do pano-de-batida na amostragem de insetos-praga de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares.** Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n. 3, p. 1177-1186, 2014.

ZULIN, DANIELE. **Flutuação populacional e distribuição vertical de *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja**. Embrapa Agropecuária Oeste-Tese/dissertação, 2017.