

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM AGRONOMIA

ANÁLISE FAUNÍSTICA E DIVERSIDADE DE INSETOS NÃO- ALVO EM SOJA Bt COLETADOS POR ARMADILHA MOERICKE

JÉSSICA LAUANDA STIRLE

Rio Verde, GO

2021

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**ANÁLISE FAUNÍSTICA E DIVERSIDADE DE INSETOS NÃO-ALVO
EM SOJA Bt COLETADOS POR ARMADILHA MOERICKE**

JÉSSICA LAUANDA STIRLE

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Gontijo

Rio Verde – GO

Junho, 2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SST861 Stirle, Jéssica Lauanda
a Análise faunística e diversidade de insetos não-
alvo em soja Bt coletados por armadilha Moericke /
Jéssica Lauanda Stirle; orientador Dr. Pablo da
Costa Gontijo. -- Rio Verde, 2021.
18 p.

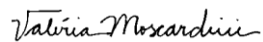
TCC (Graduação em Agronomia) --Instituto
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. Plantas transgênicas. 2. Índices de
diversidade. 3. Coleta de insetos. 4. Avaliação de
risco de culturas. I. da Costa Gontijo, Pablo ,
orient.II. Título.

JÉSSICA LAUANDA STIRLE

**ANÁLISE FAUNÍSTICA E DIVERSIDADE DE INSETOS NÃO-ALVO
EM SOJA Bt COLETADOS POR ARMADILHA MOERICKE**

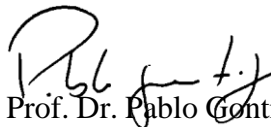
Trabalho de Curso DEFENDIDO E APROVADO em 17 de junho de 2021, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Dra. Valéria Moscardini
Corteva Agriscience



Eng. Agrônoma Isabella Carrijo
IF Goiano – Rio Verde



Prof. Dr. Pablo Gontijo
IF Goiano – Rio Verde

Rio Verde – GO

Junho 2021

A todos aqueles que, movidos pelo amor, dedicam suas vidas a ciência e a tornam fonte de conhecimento,

Dedico

Aos meus pais Alairton e Mariagorete, pelo amor, apoio, dedicação e cuidado que me deram durante toda a minha vida,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças para chegar até aqui, agradeço aos meus pais Alairton Volmar Stirle e Mariagorete Barbosa Stirle por sempre me apoiarem e me incentivarem a ser melhor todos os dias, por serem meus maiores exemplos na vida, por me ajudarem a ser a melhor versão de mim mesma e chegar até aqui.

Agradeço também ao meu companheiro de curso e de vida, meu namorado Bruno Foganholi de Sousa Jonas que durante estes cinco anos acompanhou de perto minha trajetória e me apoiou em todos os momentos.

Agradeço a todos do laboratório de Entomologia do IF Goiano – Campus Rio Verde por todo o apoio dado durante a realização deste trabalho e por toda a experiência adquirida. Agradeço também o professor Dr. Pablo Gontijo, pela sua orientação e pelo apoio e suporte oferecido para que este trabalho pudesse ser concluído.

Agradeço ao IF Goiano – Campus Rio Verde por ter me proporcionado um curso de excelente nível de ensino, que me capacitou da melhor forma e que após cinco anos me tornou a profissional que sou.

RESUMO

STIRLE, Jéssica Lauanda. **Análise faunística e diversidade de insetos não-alvo em soja bt coletados por armadilha moericke.** 2021. 18p Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2021.

No Brasil, informações de avaliação de risco de culturas Bt na comunidade de artrópodes não-alvo são escassas, principalmente na cultura da soja por ser uma tecnologia recente. Diante deste fato, o presente trabalho teve como objetivo realizar análise faunística para avaliar possíveis efeitos da soja Bt (Cry1Ac) sobre a diversidade de insetos não-alvo coletados por armadilhas Moericke. O experimento foi conduzido em campo com dois tratamentos, soja convencional e soja Bt. Os insetos coletados foram submetidos a identificação taxonômica a nível de ordem e análise faunística e de diversidade. No total foram coletados 1.272 insetos na soja Bt, sendo classificados em 33 morfoespécies. Já na soja não-Bt foram coletados um total de 1.004 insetos, classificados em 30 morfoespécies de seis diferentes ordens taxonômicas (Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepdoptera e Thysanoptera). A análise faunística selecionou como mais abundantes e frequentes nas áreas de soja Bt e não-Bt as morfoespécies: Col 05 (Coleoptera) e Dip 30 (Diptera). Das morfoespécies coletadas, Col 06, Hem 26 e Hym 73 foram coletadas apenas na soja não-Bt, enquanto as morfoespecies Dip 10, Hem 15, Hem 22, Hym 09 e Hym 52 foram coletadas apenas na soja Bt. De modo geral, outra morfoespécie que se destacou pela abundância coletada é a morfoespecie Thy 01 (Thysanoptera). Do total de indivíduos coletados na soja não-Bt, 68% pertencem a ordem Thysanoptera, 16% pertencem a ordem Coleoptera e 12% a ordem Diptera. Já na soja Bt, a ordem Thysanoptera representa 58% do total de indivíduos coletados, enquanto Coleoptera e Diptera representam 23 e 15%, respectivamente. Na análise de diversidade, não houve diferenças significativas entre os tratamentos de soja Bt e não-Bt para nenhum dos índices avaliados (abundância, riqueza, Pielou's evenness, Shannon-Wiener e Simpson). Com os resultados, concluiu-se que soja Bt expressando Cry1Ac não altera a diversidade de insetos não-alvo coletados por armadilhas Moericke.

Palavras-chave: Plantas transgênicas, índices de diversidade, coleta de insetos, avaliação de risco de culturas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5 CONCLUSÃO	16
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

1 INTRODUÇÃO

A soja é um dos grãos cultivados mais importantes, sendo utilizada tanto para alimentação humana quanto para a alimentação animal (Missão, 2006). Por ser cultivada como monocultivo, a soja durante seu ciclo está sujeita ao ataque de diversas pragas. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) estima que todos os anos se perde entre 20% a 40% dos rendimentos globais das culturas agrícolas por causa dos danos causados por pragas e doenças (FAO, 2015). Afim de conter os danos causados por insetos, melhorar os resultados de produtividade, reduzir a aplicação de defensivos e melhorar a qualidade dos grãos, o cultivo de soja Bt vem sendo amplamente adotado no Brasil e no mundo. Entretanto, estes benefícios são em parte questionados por falta de estudos de campo a longo prazo pós-comercialização (Naranjo, 2009).

Além de possíveis impactos sobre artrópodes não-alvo, o uso constante de plantas Bt sem o correto manejo pode acarretar em resistência das pragas-alvo, refletindo em falha de controle em campo. No Brasil, ainda não existem estudos do efeito de soja Bt sobre artrópodes não-alvo em condições de campo.

Diante dos fatos apresentados, o presente trabalho tem como objetivo realizar análise faunística para avaliar possíveis efeitos da soja transgênica Bt sobre a diversidade de insetos não-alvo coletados por armadilhas Moericke (bandeja amarela).

2 REVISÃO DE LITERATURA

A soja (*Glycine max*) é a principal oleaginosa cultivada no Brasil e uma das principais no mundo, mesmo diante do cenário de pandemia mundial, o Brasil aumentou sua área plantada de soja na safra atual (2020/21) em 3,4% em relação à safra anterior, com produção estimada de 264,8 milhões de toneladas no país, o que pode representar um crescimento de mais de 9 milhões de toneladas em relação ao ano anterior segundo dados da CONAB em janeiro de 2021 (CONAB, 2021).

Com o cultivo da soja em larga escala, problemas com pragas agrícolas surgiram e para amenizar os danos causados, que conseqüentemente reduzem a produtividade das lavouras e prejudicam a qualidade dos grãos e sementes (Gallo et al., 2002; Sosa-Gómez et al., 2006), alternativas são desenvolvidas e nesse contexto surgiu a soja Bt, que é uma planta transgênica resistente a insetos específicos, contendo genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt). O uso de plantas resistentes faz parte do conjunto de técnicas de controle do manejo integrado de

pragas (MIP), pois visa o menor impacto ambiental e o menor uso de inseticidas nos cultivos agrícolas, bem como, o manejo adequado das populações de insetos-praga.

A *Bacillus thuringiensis* é uma bactéria de solo descoberta no século passado, o seu uso na agricultura por meio de suas proteínas surge como uma alternativa para o controle eficiente de pragas agrícolas sem prejuízo aos inimigos naturais, outros animais e humanos, devido à alta especificidade do modo de ação de suas proteínas. O uso da bactéria ocorre na agricultura mundial há muitos anos, tendo o primeiro uso agrícola em 1920 quando agricultores a utilizaram como inseticida, sendo inserida em plantas somente em 1995 na cultura do milho nos Estados Unidos. No Brasil, a tecnologia Bt chegou em 2005 na cultura do algodão, contudo, essa tecnologia é um pouco mais recente para a soja, sendo aprovada para uso comercial no Brasil apenas em 2013 (Roggia et al, 2015). Entretanto, vem conquistando rápida aceitação no mercado e domínio das áreas cultivo de soja. O Brasil é o segundo maior produtor de cultivos transgênicos no mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, sendo que em 2017 a área de soja transgênica no Brasil chegou a 33,7 milhões de hectares, o que correspondeu a 97% do total plantado no ano (34,7 milhões de hectares) (ISAAA, 2018).

A liberação do uso de cultivos Bts é regulamentado no Brasil e são realizados vários testes antes da liberação comercial dos cultivos (Arpaia et al, 2017) para verificar sua segurança ambiental e alimentar. Contudo, mesmo com os testes são levantadas questões dos possíveis impactos que os cultivos de plantas geneticamente modificadas podem causar em organismos não-alvos associadas a cultura. Barros et al. (2018), não verificaram efeito das cultivares de soja Bt e não-Bt, na incidência de insetos não-alvo avaliados, tendo verificado efeito apenas do tempo sobre a flutuação e densidade populacional dos insetos, com maior incidência de Tripes no início da fase reprodutiva da soja. Marques (2017), também verificou que a abundância e a diversidade total dos insetos não foram afetadas significativamente pela soja Bt. Resultado semelhante foi relatado por Bellinati (2017), que não encontrou efeito das proteínas Bt Cry1Ac e Cry1F de forma combinada ou isolada sobre o predador não-alvo *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae), uma das espécies mais abundantes entre os coccinélídeos nos agrossistemas brasileiros.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo na estação experimental do Centro de Pesquisa Agrícola - CPA em Rio Verde, Goiás no período de 25/10/2019 a 26/01/2020. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições e dois tratamentos,

sendo um tratamento com soja Bt, expressando proteína Cry1Ac e o tratamento controle com soja não-Bt. Ambos tratamentos foram conduzidos de forma semelhantes, seguindo as boas práticas agrícolas sem aplicação de inseticidas. Cada parcela experimental foi constituída por oito linhas de 20m de soja, com espaçamento de 0,5m entre linhas e densidade de 18 plantas/m.

Os insetos não-alvo da tecnologia Bt associados ao dossel das plantas foram coletados utilizando armadilhas do tipo bandeja amarela – Moericke traps (Figura 1). Em cada parcela foram instaladas duas armadilhas na linha central da parcela distantes 10 metros uma da outra. As armadilhas foram instaladas na altura do terço superior das plantas com auxílio de estaca de madeira e foi adicionado em cada armadilha mistura de água e detergente como líquido de captura dos insetos. A medida que as plantas foram crescendo, a altura das armadilhas foi modificada para manter sempre na altura do terço superior das plantas. As coletas dos insetos não-alvo foram realizadas nos estádios fenológicos de desenvolvimento da soja V2, V5, R2, R5 e R7 (Farias et al., 2007). As armadilhas permaneceram no campo por 48h.



Figura 1. Armadilhas tipo Moericke traps.

Os insetos coletados foram acondicionados em potes plásticos com álcool (70%) e encaminhados para o Laboratório de Entomologia do IF Goiano – Campus Rio Verde para triagem e classificação a nível de morfoespécie. A triagem e classificação dos indivíduos foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópico, observando características morfológicas dos indivíduos, taxonomia e chaves de identificação. Cada morfoespécies recebeu

um código de identificação (exemplo: Col01 = coleóptera 01) e um exemplar foi depositado na coleção de referência do laboratório.

Os dados de abundância dos insetos coletados foram submetidos a análise faunística utilizando o programa ANAFAU (Moraes, 2003). Os índices calculados pela ANAFAU foram frequência (F) calculada através da porcentagem de indivíduos de determinada espécie em relação ao total de indivíduos coletados; abundância (A) que é número de indivíduos por unidade de volume ou superfície com variação ao longo do tempo; constância (C) obtida por meio da porcentagem de ocorrência das espécies presentes na coleta e dominância (D) que consiste na capacidade que um indivíduo modificar, em benefício próprio, o impacto que ele recebe do ambiente, podendo causar o aparecimento ou não de outros indivíduos (Silveira Neto et al. 1976). A classificação dos índices foi realizada com base no intervalo de confiança 95% (IC 95) da média total de indivíduos coletados. Quando a abundância ou frequência de uma morfoespécie for maior que o limite superior do IC 95, a morfoespécie foi classificada como dominante (D), muito abundante (MA), muito frequente (MF) e constante (W). Se os valores da abundância ou frequência estiverem dentro dos limites do IC 95, a morfoespécie foi classificada como não-dominante (ND), abundante (a) ou comum (c), frequente (F) e acessória (Y). Morfoespécies com valores menores que o limite inferior do IC 95 serão classificadas como raras (R), pouco frequentes (PF) e acidentais (Z).

Com os dados obtidos das coletas dos insetos foram também determinados índices de diversidade e riqueza de espécies (S) que está relacionado a quantidade de espécies coletadas (Slade e Blair, 2000); Shannon-Wiener (H'); Simpson (D) e Pielou (J). O índice de Shannon-Wiener (H'), é utilizado para quantificar a biodiversidade específica da amostra, levando em consideração o número de espécies coletadas que existem na amostra e o número relativo de indivíduos que existem para cada uma das espécies, de forma simplificada, este índice contempla tanto a riqueza como a abundância das espécies, onde o valor mínimo é 0, o que indica apenas 1 espécie, valores menores que 2, são considerados amostras de baixa diversidade e valores acima de 3, amostras de alta diversidade (Shannon e Weaver, 1949). Já o índice de Simpson (D) indica a probabilidade de se coletar dois indivíduos da comunidade que obrigatoriamente pertençam a duas espécies diferentes e Pielou (J) é um índice de diversidade derivado do índice de Shannon-Wiener, que permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes na amostra, onde 0 representa a uniformidade mínima e 1 representa a uniformidade máxima (Pielou, 1966). Os índices de diversidade foram calculados usando o programa PAST 3.12 (Hammer et al., 2001). Posteriormente, estes índices

de diversidade das diferentes áreas de soja (Bt e não-Bt) foram comparados pelo teste *t*-Pareado ($\alpha = 0,05$). As análises foram realizadas no programa SigmaPlot 12.5 (Systat, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os insetos não-alvo coletados em armadilhas Moericke passaram pelo processo de contagem e classificação de acordo com características morfológicas. No total foram coletados 1.004 insetos na soja Bt, sendo classificados em 33 morfoespécies. Já na soja não-Bt foram coletados um total de 1.272 insetos, classificados em 30 morfoespécies de seis diferentes ordens taxonômicas (Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepdoptera e Thysanoptera) (Tabela 1).

A análise faunística selecionou como mais abundantes e frequentes nas áreas de soja Bt e não-Bt as morfoespécies: Col 05 (Coleoptera) e Dip 30 (Diptera) (Tabela 1). Na soja Bt, a morfoespécie Col 05 (Figura 2) foi considerada como uma espécie super frequente (SF), superdominante (SD) e superabundante (sa) (Tabela 1). Esta morfoespécie teve um total de 158 indivíduos coletados na soja Bt e foi identificada conforme sua taxonomia como *Carpophilus* sp. (Coleoptera: Nitidulidae). Outra espécie selecionada na soja Bt foi a morfoespécie Dip 30 (Figura 2), considerada pela análise como uma espécie muito frequente (MF), dominante (D) e muito abundante (ma) (Tabela 1), com um total de 53 indivíduos coletados.

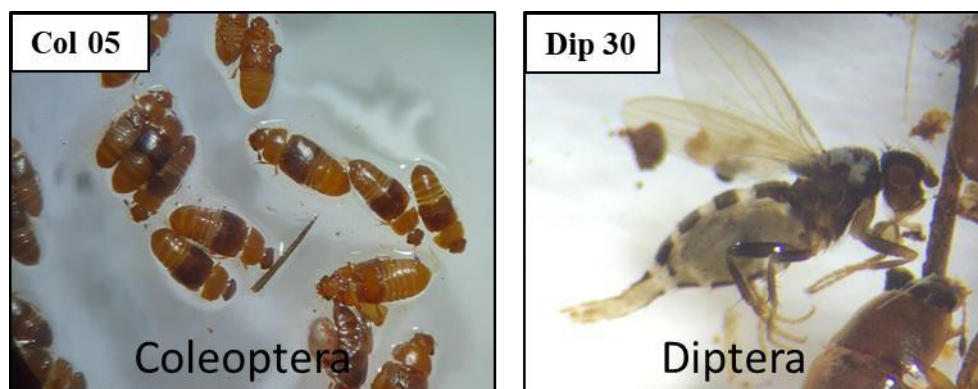


Figura 2. Morfoespécies selecionadas pela análise faunística coletadas por armadilhas Moericke traps (bandejas amarelas) em soja Bt e não-Bt na safra 2019/2020 em Rio Verde, Goiás, Brasil.

Tabela 1. Índices faunísticos de insetos não-alvo coletadas por armadilhas Moericke traps (bandejas amarelas) em soja Bt e não-Bt na safra 2019/2020 em Rio Verde, Goiás, Brasil.

Morfoespécies	Soja Bt						Soja não-Bt						
	A(No)	F(%)	D ¹	A	F	C	A(No)	F(%)	D	A	F	C	
Col04	68	20	D	ma	MF	Z	28	15	D	ma	MF	Z	
Col05	158	75	SD	sa	SF	W	168	60	SD	sa	SF	W	
Col06							2	10	ND	r	PF	Z	
Col07	2	5	ND	d	PF	Z	4	15	ND	d	PF	Z	
Col19	2	10	ND	d	PF	Z	1	5	ND	r	PF	Z	
Dip01	2	5	ND	d	PF	Z	3	15	ND	d	PF	Z	
Dip05	4	15	ND	c	F	Z	7	25	D	c	F	Y	
Dip07	4	20	ND	c	F	Z	2	10	ND	r	PF	Z	
Dip09	2	5	ND	d	PF	Z	3	15	ND	d	PF	Z	
Dip10	3	10	ND	d	PF	Z							
Dip16	8	15	D	c	F	Z	7	20	D	c	F	Z	
Dip17	6	20	D	c	F	Z	5	20	ND	c	F	Z	
Dip18	5	10	ND	c	F	Z	2	10	ND	r	PF	Z	
Dip19	4	15	ND	c	F	Z	5	15	ND	c	F	Z	
Dip21	4	15	ND	c	F	Z	1	5	ND	r	PF	Z	
Dip22	10	15	D	c	F	Z	19	20	D	ma	MF	Z	
Dip30	53	55	D	ma	MF	W	55	75	D	ma	MF	W	
Dip33	6	20	D	c	F	Z	2	5	ND	r	PF	Z	
Dip41	25	25	D	ma	MF	Y	31	40	D	ma	MF	Y	
Dip45	5	20	ND	c	F	Z	9	25	D	c	F	Y	
Dip51	2	10	ND	d	PF	Z	1	5	ND	r	PF	Z	
Dip69	10	15	D	c	F	Z	2	5	ND	r	PF	Z	
Hem15	2	10	ND	d	PF	Z							
Hem22	2	10	ND	d	PF	Z							
Hym26							3	15	ND	d	PF	Z	
Hym09	19	15	D	ma	MF	Z							
Hym10	2	10	ND	d	PF	Z	5	10	ND	c	F	Z	
Hym12	1	5	ND	r	PF	Z	22	10	D	ma	MF	Z	
Hym47	3	10	ND	d	PF	Z	2	5	ND	r	PF	Z	
Hym52	3	15	ND	d	PF	Z							
Hym 73							6	15	D	c	F	Z	
Lep04	3	10	ND	d	PF	Z	5	20	ND	c	F	Z	
Lep05	2	10	ND	d	PF	Z	5	20	ND	c	F	Z	
Sp07	2	10	ND	d	PF	Z							
Thy01	578	45	SD	sa	SF	Y	862	45	SD	sa	SF	Y	
Thy02	4	10	ND	c	F	Z	5	20	ND	c	F	Z	
Total ind.							1004						
Total morf.							33						

¹A(No.) = Número de insetos coletados; F (%) = Frequência; D = Dominante (SD = superdominante; D = dominante; ND = não dominante); A = Abundância (sa = super abundante; a = abundante; ma = Média abundância; r = raro d = disperso c = comum); F = frequente (SF = super-frequente; F = frequente MF = média frequente; PF = pouco frequente); C = Constante (W = constante; Y = acessória; Z = acidental).

Para a soja não-Bt, a morfoespécie Col 05 (*Carpophilus* sp.) também foi considerado como uma espécie super frequente (SF), superdominante (SD) e superabundante (sa) (Tabela 1). O total de indivíduos coletados foi de 168 indivíduos. Já a morfoespécie Dip 30 foi considerada muito frequente (MF), dominante (D) e muito abundante (ma), tendo sido coletados 55 indivíduos na soja não-Bt (Tabela 1).

Das morfoespécies coletadas, Col 06, Hem 26 e Hym 73 foram coletadas apenas na soja não-Bt, enquanto as morfoespécies Dip 10, Hem 15, Hem 22, Hym 09 e Hym 52 foram coletadas apenas na soja Bt (Tabela 1). A morfoespécie Sp 07 não é um inseto, mas sim um artrópode pertencente a classe Arachnida e a ordem Araneae, com apenas dois indivíduos coletado somente na soja Bt. A divergência de morfoespécies coletadas na soja Bt e não-Bt pode ser explicada, pelo fato da maioria das espécies que diferem de um tratamento para o outro serem espécies pouco frequentes, raras, dispersas ou comuns. A Figura 3 apresenta as nove morfoespécies divergentes pela análise faunística na soja Bt e não-Bt.

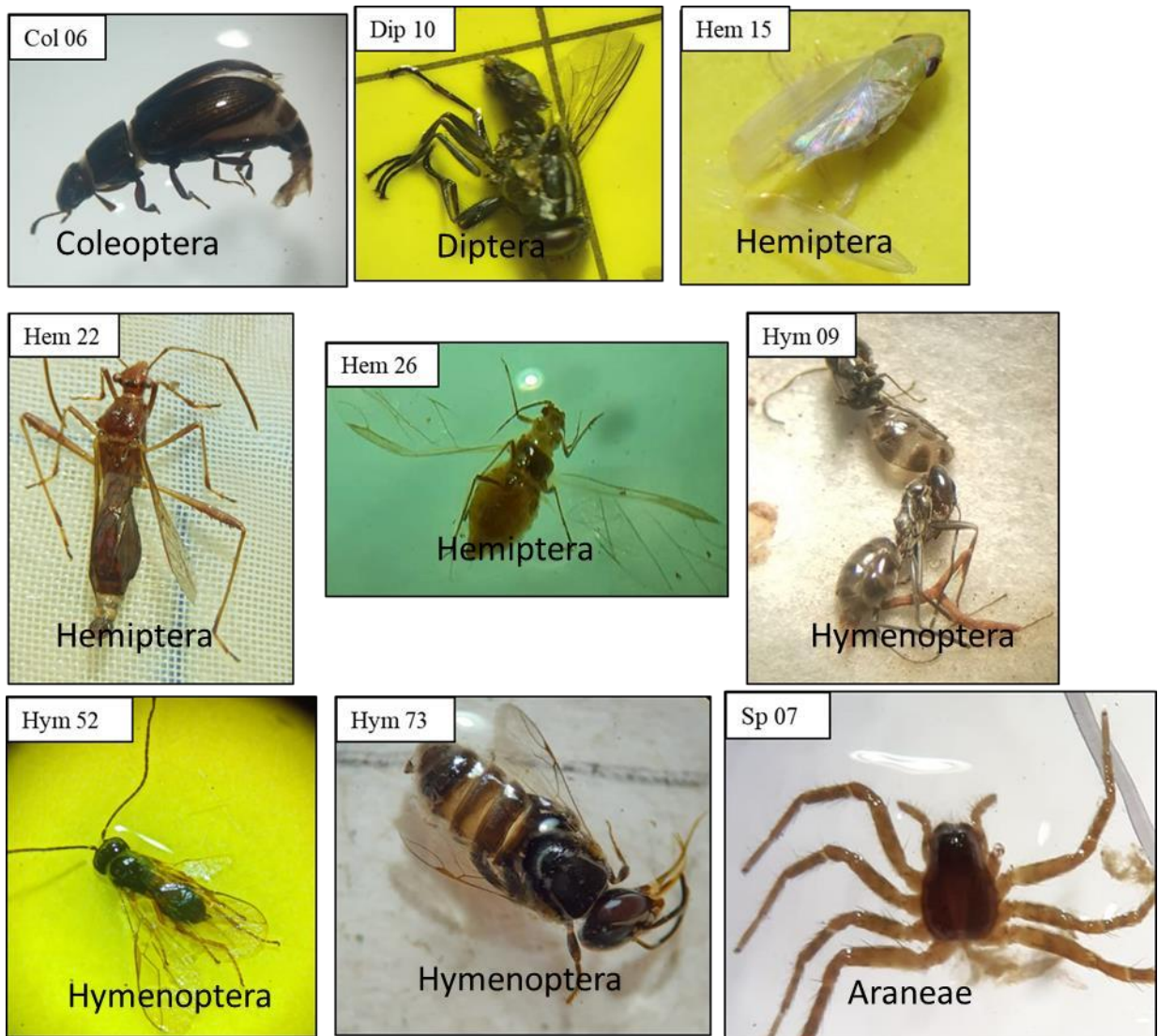


Figura 3. Morfoespécies de artrópodes divergentes selecionadas pela análise faunística coletadas por armadilhas Moericke traps (bandejas amarelas) em soja Bt e não-Bt na safra 2019/2020 em Rio Verde, Goiás, Brasil.

De modo geral, outra morfoespécie que se destacou pelo grande número de indivíduos coletados é a morfoespécie Thy 01 (Thysanoptera), identificado como Tripes, que tem ganhado destaque nas últimas safras de soja em Goiás (Figura 4). As maiores quantidades coletadas de Thy 01 foram observadas nos estádios R5 e R7. No estágio R5, 9 indivíduos foram coletados na soja Bt e 339 na soja não-Bt. Já no estágio R7, 565 indivíduos de Thy 01 foram coletados na soja Bt, enquanto 516 foram coletados na soja não-Bt. Com isso, a soja Bt apresentou menor total de indivíduos de Thy 01 coletados em comparação a soja não-Bt (Tabela 1).

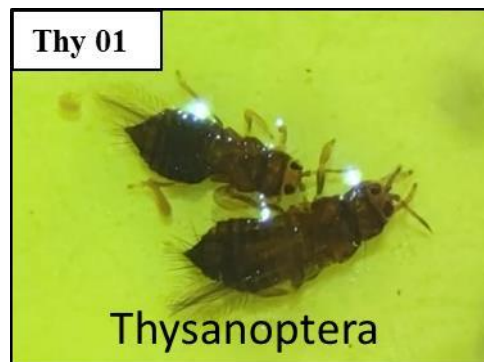


Figura 4. Thysanoptera (Thy 01) coletados por armadilhas Moericke traps (bandejas amarelas) em soja Bt e não-Bt na safra 2019/2020 em Rio Verde, Goiás, Brasil.

Do total de indivíduos coletados na soja não-Bt, 68% pertencem a ordem Thysanoptera, 16% pertencem a ordem Coleoptera e 12% a ordem Diptera. Já na soja Bt, a ordem Thysanoptera representa 58% do total de indivíduos coletados, enquanto Coleoptera e Diptera que representam 23% e 15%, respectivamente (Figura 4).

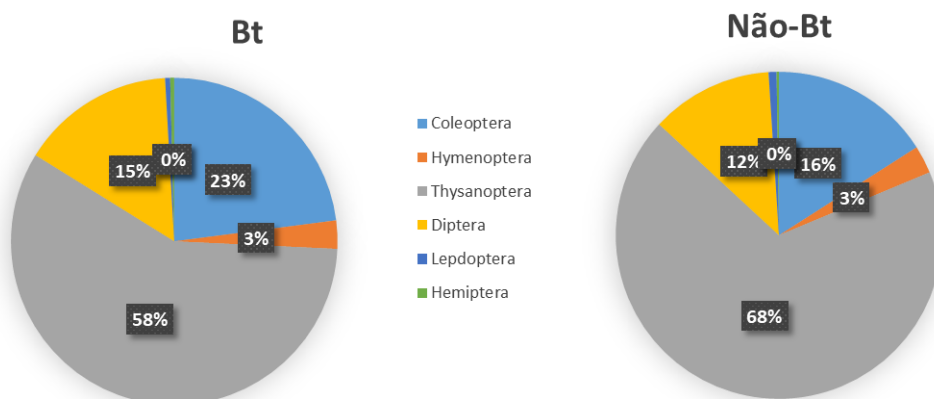


Figura 4. Porcentagem de indivíduos de cada ordem coletados por armadilhas Moericke traps (bandejas amarelas) em soja Bt e não-Bt na safra 2019/2020 em Rio Verde, Goiás, Brasil.

Na análise dos índices de diversidade, não houve diferenças significativas entre os tratamentos de soja Bt e não-Bt nos índices de abundância, riqueza de morfoespécies e Pielou's evenness (Tabela 2). Com base nestes resultados, podemos concluir que a abundância das morfoespécies é a mesma em ambos os tratamentos, não havendo interferência significativa da tecnologia Bt na diversidade de insetos quando comparada a soja convencional (não-Bt).

O índice de Shannon-Wiener (H'), indica que há baixa diversidade nas espécies associadas em ambos os cultivos de soja (Bt e não-Bt), o que pode ser explicado pelo fato da entomofauna estar associada a um monocultivo. Já o índice de Simpson (D) indica que existe boa probabilidade das espécies coletadas em uma amostra pertencerem a espécies diferentes (morfoespécies coletadas na Tabela 1). Ambos índices também não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Índices de diversidade de morfoespécies coletados por armadilhas Moericke traps (bandejas amarelas) em soja Bt e não-Bt na safra 2019/2020 em Rio Verde, Goiás, Brasil.

Índices	Tratamento		Estatística		
	Bt	Não-Bt	t	df	P
Abundância (N)	25,00 ± 2,04	22,50 ± 1,84	0,970	6	0,370
Riqueza (S)	257,25 ± 53,27	323,00 ± 73,00	0,727	6	0,495
Shannon (H)	1,571 ± 0,089	1,443 ± 0,223	0,531	6	0,614
Simpson (D)	0,611 ± 0,045	0,561 ± 0,089	0,498	6	0,636
Pielou's evenness (J)	0,197 ± 0,018	0,211 ± 0,059	0,227	6	0,828

Médias ± erro-padrão. Dados de abundância foram convertidos em $\log(x+1)$.

5 CONCLUSÃO

A análise faunística dos insetos não-alvo da soja Bt coletados por armadilha Moericke demonstrou que a tecnologia Bt expressando a proteína inseticida Cry1Ac não afeta a abundância e diversidade de insetos associados a cultura. Entretanto, é importante ressaltar que o monitoramento de possíveis efeitos da tecnologia Bt sobre organismos não-alvo seja realizado constantemente, uma vez, que alterações a nível de comunidade podem levar gerações para serem observadas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARPAIA, S., BIRCH, A. N. E., KISS, J., VAN LOON, J. J., MESSÉAN, A., NUTI, M., ... & TEBBE, C. C. (2017). Assessing environmental impacts of genetically modified plants on non-target organisms: the relevance of in planta studies. **Science of the Total Environment**, 583, 123-132.

BARROS, L. F., MACENA, G. C., DE AMORIM, E. A., ALMEIDA, M. F., & DE SOUZA TUELHER, E. **Efeitos de soja bt e não bt sobre insetos não-alvo: ácaros, tripses e coleópteros** **Effects of bt and non-bt soybean on non-targeted insects: mites, thrips and coleopteran.** Disponível em: <https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2019/02/EFEITOS-DE-SOJA-BT-E-N%C3%83O-BT-SOBRE-INSETOS-N%C3%83O-ALVO-%C3%81CAROS-TRIPES-E-COLE%C3%93PTEROS.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2021.

BELLINATI, A. R. (2013). **Método para avaliação de risco ambiental de toxinas Bt sobre organismos não-alvo em laboratório: Foco no predador Cycloneda sanguínea (Coleoptera: Coccinellidae).**

CONAB. **Colheita de soja tem início e produção deve atingir 133,7 milhões de toneladas.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3788-colheita-de-soja-tem-inicio-e-producao-deve-atingir-133-7-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 15 de março 2021.

FAO. **Frear as pragas e as doenças das plantas: especialistas planejam medidas a nível global.** Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/293049/#:~:text=A%20FAO%20estima%20que%20a,por%20essas%20pragas%20e%20doen%C3%A7as.&text=%22Uma%20vez%20que%20uma%20praga,Coordenador%20do%20CIPF%2C%20Craig%20Fedchock>. Acesso em 20 de abril de 2021.

FARIAS, J. R. B., NEPOMUCENO, A. L., & NEUMAIER, N. (2007). *Ecofisiologia da soja. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E).*

GALLO, D et al. **Entomologia agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

HAMMER, Ø. HARPER, D. A., & RYAN, P. D. (2001). **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis.** *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.

ISAAA - INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRIBIOTECH APPLICATIONS. **Brazil is the second largest producer of biotech crops in the world, next to the US, planting 50.2 million hectares of biotech crops in 2017.** Disponível em: https://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_country_facts_and_trends/download/Facts%20and%20Trends%20-%20Brazil.pdf. Acesso em: 15 de março de 2021.

MARQUES, L. H. D. S. F. **Efeito da soja geneticamente modificada DAS-81419-2, que expressa as proteínas Cry1Ac e Cry1F, sobre os organismos-alvo e na comunidade de artrópodes não-alvo** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59131/tde-19022018-001516/publico/Luiz_Henrique_Marques_Doctoral_Thesis_corrigida.pdf. Acesso em 20 de abril de 2021.

MISSÃO, M. R. 2006. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. Maringá Management: **Revista de Ciências Empresariais**, v. 3, n.1 - p.7-15.

MORAES, R. C. B.; HADDAD, M. L.; SILVEIRA NETO, S. et al. Software para análise faunística - AnaFau. In: **Simpósio de controle biológico**, 2003, São Pedro. Resumos... São Pedro, 2003. p. 195.

NARANJO, S. E (2009) **Impacts of Bt crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns**. CAB Reviews 4:1-23.

PIELOU, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of theoretical biology**, 13, 131-144.

ROGGIA, S.; SILVA, J.E.P.; PASINI, A.; LOFEGO, A. C. Efeito da Soja Bt na Comunidade de Ácaros. V **SIBAC**, São José do Rio Preto, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Lofego/publication/280576354_EFEITO_DA_SOJA_BT_NA_COMUNIDADE_DE_ACAROS_EFFECT_OF_SOYBEAN_BT_ON_MITES_COMMUNITY/links/55bb7cb808ae092e966092a5/EFEITO-DA-SOJA-BT-NA-COMUNIDADE-DE-ACAROS-EFFECT-OF-SOYBEAN-BT-ON-MITES-COMMUNITY.pdf. Acesso em: 17 de março de 2021.

SHANNON, C. E., & WEAVER, W. (1949). **The mathematical theory of communication** (Tenth printing 1964 ed.). Urbana, Ill: University of Illinois Press.

SILVEIRA NETO, S et al. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SLADE, N. A., & BLAIR, S. M. (2000). An empirical test of using counts of individuals captured as indices of population size. **Journal of Mammalogy**, 81(4), 1035-1045.

SOSA-GÓMEZ, D.R. et al. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 66p. Embrapa Soja, Circular Técnica, 30.

Systat, 2013. Systat Software, San Jose, CA, USA.