



**MATHEUS MARTINS FERREIRA**

**CULTIVARES DE SOJA GENETICAMENTE MODIFICADA E  
SEUS EFEITOS SOBRE A COMUNIDADE DE INSETOS**

**LAVRAS-MG  
2023**

**MATHEUS MARTINS FERREIRA**

**CULTIVARES DE SOJA GENETICAMENTE MODIFICADA E SEUS EFEITOS  
SOBRE A COMUNIDADE DE INSETOS**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Ferreira, Matheus Martins.

Cultivares de Soja Geneticamente Modificada e Seus Efeitos  
Sobre a Comunidade de Insetos / Matheus Martins Ferreira. - 2023.  
47 p. : il.

Orientador(a): Luís Cláudio Paterno Silveira.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Soja. 2. Parasitoide. 3. Diversidade. I. Silveira, Luís Cláudio  
Paterno. II. Título.


**MATHEUS MARTINS FERREIRA**

**CULTIVARES DE SOJA GENETICAMENTE MODIFICADA E SEUS EFEITOS  
SOBRE A COMUNIDADE DE INSETOS**

**GENETICALLY MODIFIED SOY CULTIVARS AND THEIR EFFECTS ON THE  
INSECT COMMUNITY**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de outubro de 2023  
BDr. Bruno Henrique Sardinha de Souza – UFLA  
Dr. Vitor Barrile Tomazella – FAESB

 Documento assinado digitalmente  
LUIS CLAUDIO PATERNO SILVEIRA  
Data: 14/01/2024 23:02:40-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira  
Orientador

**LAVRAS-MG**

**2023**

À Dona Célia

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu guia, que me protege e encaminha para que a passagem por este plano seja em favor das pessoas que me rodeiam. Agradeço pela força que recebo apesar de todo o vazio e a contradição que carrego em minha vida.

Agradeço e dedico todo o trabalho para a Dona Célia. O trabalho é todo seu. Os Martins celebram sua existência.

Agradeço aos meus pais que me possibilitaram a vida e desde as noites de abajur aceso, não me deixaram entregue ao medo e a escuridão. Busco fazer da minha existência a melhor forma de extensão de vocês.

Agradeço ao Luís e gostaria de dizer que independente do tempo, você sempre estará nas minhas lembranças e em meu coração. Agradeço ao guia por ter indicado você para ser meu orientador e estaremos juntos do outro lado da cortina. Desejo do fundo do meu coração que nunca falte saúde em sua vida.

Agradeço ao CNPq pela bolsa de estudos ofertada e pela oportunidade de realizar este trabalho e à Universidade Federal de Lavras.

Agradeço ao Departamento de Entomologia, toda a equipe da limpeza, os técnicos e aos professores. Agradeço pelos cafés diários, seja com os professores, com os amigos da pós e os amigos da graduação. Posso dizer que aprendi muito com estes momentos.

Agradeço aos parceiros do LABCON por sermos exatamente como somos. Agradeço a Rafa, Júlia Gomes, Júlia Andrade e Nicolás pela contribuição no trabalho.

Agradeço a equipe da Cafesal que sempre nos receberam com muita alegria e bom humor durante todos estes anos.

Agradeço aos amigos da residência pedagógica, especialmente à Marina, por todos os aprendizados que já se estendem pelo tempo. Agradeço pela oportunidade de ter aprendido tanto sobre questões educacionais, sociais e sobre o materialismo histórico. Abraço especial para o Antônio, Zé e Breno.

Agradeço aos amigos do departamento, pelas trocas, conversas e os momentos em que estamos juntos, seja na universidade ou na rua. Sou feliz pela rede em que criamos. Agradeço à todas as pessoas em que tenho contato no momento e as que seguiram seus caminhos, as pessoas mais próximas e as mais distantes e dizer que sinto amor genuíno por todos vocês.

Agradeço do fundo do meu coração a João Paulo Rodrigues e Henrique Fernandes, por tudo. Vocês sabem.

Por motivos especiais, deixo minhas considerações à Luís, Igor Andrade, João Paulo, Henrique, Marina, Vanessa, Bruna, Engel, Júlia Gomes, Sara, Patrick, Bruno, Maria Célia, Dica e que João Martins, Valdir, Tita e Dona Maria estejam em paz no outro plano.

## RESUMO

A soja (*Glycine Max*) é a principal commodity da agroindústria brasileira. No momento, o país é o maior exportador mundial do grão, destinado principalmente para a alimentação animal, seguidos pela alimentação humana e indústria de cosméticos. O presente trabalho foi realizado no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA (CDCT) – Fazenda Muquém, área experimental pertencente à Universidade Federal de Lavras, localizada no município de Lavras, Minas Gerais. O estudo realizado teve como objetivos específicos comparar a entomofauna entre diferentes materiais de soja geneticamente modificada sendo as cultivares Intacta 2 PRO (evento MON 87701 x MON 89788) resistente ao ataque de lagartas e a cultivar GTS 40-3-2 (tecnologia Round Up Ready), suscetível ao ataque de lagartas. Foram calculados os índices de abundância, diversidade e riqueza de espécies de insetos nas cultivares. Também foi calculada a correlação entre predadores e insetos praga da cultura e níveis de abundância de insetos polenófagos nos tratamentos. Os insetos foram coletados em armadilhas de pratos amarelos (*pan-trap*) em um período de nove semanas. Os insetos coletados foram transportados até o Laboratório de Controle Biológico Conservativo (LABCON) da Universidade Federal de Lavras, onde foram triados e identificados até níveis taxonômicos específicos. A cultivar Intacta 2 PRO (evento MON 87701 x MON 89788) apresentou maior índice de abundância de parasitoides ( $p=0,02$ ). Os tratamentos não apresentaram diferença significativa no índice de riqueza ( $p=0,30$ ) e no índice de diversidade de parasitoides ( $p=0,78$ ). A espécie *Astylus variegatus* apresentou maior abundância no evento RR ( $p=0,00044$ ). A correlação entre o predador *Condylostylus* spp. e os thysanópteros *Caliothrips phaseoli* e *Frankniella occidentalis* foi positiva no evento RR ( $R=0,45$ ;  $p=0,062$ ), mas não foi significativa, e foi positiva e significativa no evento INTACTA ( $R=0,64$ ;  $p=0,0043$ ). A interação ecológica entre *Condylostylus* spp e thysanópteros demanda estudos mais detalhados, que são limitados pela dificuldade de estudo destes grupos em ambiente controlado.

**Palavras-chave:** Soja. Parasitoides. Diversidade.



## ABSTRACT

Soybeans (*Glycine Max*) are the main product of the Brazilian agroindustry. At the moment, the country is the world's largest exporter of grain, mainly used for animal feed, followed by human food and the cosmetics industry. The present work was carried out at the Center for Scientific and Technological Development in Agriculture of UFLA (CDCT) – Fazenda Muquém, an experimental area belonging to the Federal University of Lavras, located in the municipality of Lavras, Minas Gerais. The specific objectives of the study were to compare the entomofauna between different genetically modified soybean materials, with the cultivars Intacta 2 PRO (event MON 87701 x MON 89788) resistant to caterpillar attack and the cultivar GTS 40-3-2 (Round Up Ready technology), susceptible to attack by caterpillars. Indices of abundance, diversity and richness of insect species in cultivars were calculated. The observation between observations and crop insects and abundance levels of pollenophagous insects in the treatments were also calculated. The insects were found in yellow pan-traps over a nine-week period. The collections were transported to the Conservation Biological Control Laboratory (LABCON) at the Federal University of Lavras, where they were screened and identified to specific taxonomic levels. The Intacta 2 PRO cultivar (event MON 87701 x MON 89788) showed a higher parasitoid abundance index ( $p=0.02$ ). The treatments did not highlight a significant difference in the richness index ( $p=0.30$ ) and in the parasitoid diversity index ( $p=0.78$ ). The species *Astylus variegatus* showed greater abundance in the RR event ( $p=0.00044$ ). The glare between the predator *Condylostylus* spp. and the thysanopterans *Caliothrips phaseoli* and *Frankniella occidentalis* were positive in the RR event ( $R=0.45$ ;  $p=0.062$ ), but it was not significant, and it was positive and significant in the INTACTA event ( $R=0.64$ ;  $p=0.0043$ ). The ecological interaction between *Condylostylus* spp and thysanoptera requires more detailed studies, which are limited by the difficulty of studying these groups in a controlled environment.

**Keywords:** Soybean. Parasitoids. Diversity.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	OBJETIVOS .....	11
2.1	Objetivo Geral .....	11
2.2	Objetivos específicos .....	11
3	HIPÓTESES .....	11
4	REVISÃO DE LITERATURA .....	12
4.1.	Cultura da soja e sua importância.....	12
4.2.	Principais pragas e inimigos naturais na cultura da soja.....	13
4.2.1.	Lagartas e percevejos.....	13
4.2.2.	Inimigos naturais.....	14
4.3.	Soja geneticamente modificada.....	15
4.3.1.	Tripes.....	16
4.3.3.	<i>Astylus variegatus</i> .....	17
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5.1.	Área do experimento.....	19
5.2.	Coletas e identificação dos insetos .....	22
5.3.	Análises e estatísticas .....	28
6	RESULTADOS.....	29
7	DISCUSSÃO.....	39
8	CONCLUSÕES .....	42
	REFERÊNCIAS .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) atualmente, é o principal produto da agroindústria brasileira, sendo amplamente exportada para diversas regiões do mundo. Com previsões de uma produção recorde em 2023, a soja desempenha um papel de destaque na economia e no setor agrícola do país (CONAB, 2023).

Os fatores que contribuem para a sua importância econômica estão os elevados teores de proteína e de óleo, que são de 40% e 20%, respectivamente (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010), os quais são amplamente utilizados nas indústrias alimentícias e de cosméticos (BERTRAND et al., 1987; BARRETO, 2004).

O sistema de produção que envolve a cultura se caracteriza pelas grandes áreas cultivadas e em monocultura e a constante busca por aumentar a produtividade devido à alta demanda por estes produtos ocasionou uma adoção generalizada dos agricultores de cultivares contendo biotecnologias, destacando a soja como a cultura que mais utiliza cultivares transgênicas em todo o mundo. No ano de 2019, 48,2% da área cultivada na safra adotando cultivares transgênicas, seguida pelo milho (32%) e algodão (13,5%), visando a diminuição dos impactos causados pela aplicação de herbicidas e a grande disposição de recursos para os insetos-praga (ISAAA, 2019).

Atualmente, os grupos de pragas registradas nos sistemas de produção da soja que se destacam são os percevejos da família Pentatomidae (PANIZZI; SLANSKY JR., 1985; SLANSKY JR., 1985; CORRÊA-FERREIRA, 1993), as lagartas desfolhadoras da família Noctuidae e os tripses, que são responsáveis por danos diretos e indiretos na cultura da soja, além de ser potencial vetor de viroses que podem comprometer toda a produção.

Além das preocupações com as pragas, existe uma crescente demanda por estudos sobre os efeitos das cultivares transgênicas em organismos não-alvo das biotecnologias. Grupos de parasitoides e predadores, importantes no controle natural de pragas nos agroecossistemas são as principais preocupações de uma possível interferência pelas proteínas inseticidas.

Desta forma, enquanto as biotecnologias têm importância no enfrentamento de desafios no meio agrícola, direcionar o manejo para um equilíbrio sustentável e também compreender os impactos destas em toda a cadeia alimentar são fatores indispensáveis para o futuro da produção de soja e da agricultura a nível mundial.

Investigar possíveis alterações nas comunidades de parasitoides, predadores associados à cultura e polinizadores é crucial para garantir a sustentabilidade a longo prazo da agricultura.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral do trabalho foi estudar a diversidade de insetos em diferentes cultivares de soja geneticamente modificadas, com cultivares de composições genéticas distintas.

### **2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos do trabalho foram a realização do levantamento de índices ecológicos em cada tratamento, como índice de abundância e riqueza de parasitoides, índice de abundância de predadores e de polenófagos em ambos os tratamentos.

## **3 HIPÓTESES**

A hipótese é que a cultivar resistente ao ataque de lagartas Intacta 2 PRO (evento MON 87701 x MON 89788) apresente alterações na entomofauna quando comparada à cultivar G-T-S 40-3-2 (tecnologia Round Up Ready), sem resistência ao ataque de pragas. Essas alterações podem ser causadas em níveis tróficos basais, como as lagartas, que são diretamente afetados pelas proteínas inseticidas, mas também pode haver efeito *bottom-up* em outros níveis tróficos superiores, como os inimigos naturais.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1. Cultura da soja e sua importância

A soja (*Glycine max*) é uma planta de origem asiática, mais precisamente da região da China (CHUNG; SINGH, 2008). Presentemente, ela se destaca como a principal commodity em uma das culturas fundamentais para a economia mundial e brasileira, sendo o grão principal do setor primário do Brasil (TOLOI et al., 2021).

Em 2023, a soja completará 140 anos desde sua introdução em território brasileiro, mas foi a partir das décadas de 1940 e 1950, a soja iniciou um período de sucesso ao ser cultivada em todo o estado do Rio Grande do Sul, com apoio governamental. Na década de 1970, a soja se consolidou como a cultura agrícola de destaque no Brasil (EMBRAPA, 2016).

Esse fenômeno de ascensão da soja pode ser atribuído a uma convergência de fatores, como avanços tecnológicos, melhorias no manejo agrícola e políticas governamentais favoráveis. Atualmente, a soja desempenha um papel estratégico na economia brasileira, sendo cultivada em diversas regiões do país e destacando-se como uma fonte vital de receita para os produtores agrícolas (LAZAROTTO; HIRAKURI, 2016)

O Brasil, como um dos principais exportadores mundiais de soja, desempenha um papel crucial no fornecimento global desse importante produto agrícola. O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de soja, junto à Argentina e EUA. A cultura da soja ocupa 35 milhões de hectares no Brasil, o que resulta em cerca de 7 milhões de empregos no setor (MONTROYA et al., 2019). Em 2021, o Valor Bruto da Produção Agropecuária atingiu R\$1,129 trilhão, tendo a soja contribuído com R\$ 366 bilhões, o que enfatiza a importância da cultura para o Brasil (MAPA, 2022). e contribui com pelo menos 19% dos mais de 40% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro gerado pela agroindústria

No ano de 2023, é previsto uma produção recorde da commodity, que atingirá 317,6 milhões de toneladas, um crescimento de 44,9 milhões em relação à safra 2021/2022 (CONAB, 2023), sendo os estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Goiás, responsáveis por dois terços de toda a produção (CONAB, 2022).

O avanço da tecnologia associado à produção (defensivos químicos e biológicos, biotecnologia e melhoramento genético de sementes) contribui para o aumento da produtividade da soja. O principal destino da produção é a nutrição animal (HIRAKURI;

LAZZAROTTO, 2014), além de óleo para consumo humano, cosméticos e outros subprodutos (ROCHA et al., 2018; CONAB, 2019).

No Manejo Integrado de Pragas, a adoção de soja transgênica com resistência à ataque de insetos é uma das diversas estratégias de controle populacional de pragas (SOUSA FILHO et al., 2021). Esta resistência é devida à inserção do gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) na planta. O gene expresso produz proteínas (Cry) letais para diversos grupos de insetos (CRIALES-LEGORI et al., 2014). A tecnologia contribui para que um menor volume de produtos fitossanitários seja aplicado nos campos de produção (SILVA, 2013).

Em contraponto, agricultura desenvolvida com cultivos em monoculturas tem como característica níveis altos de homogeneidade genética, ocasionando uma maior vulnerabilidade dos sistemas agrícolas em sofrer com estresse abiótico e biótico, incluindo o ataque de pragas devido à concentração de recursos (ALTIERI, 2002).

## **4.2. Principais pragas e inimigos naturais na cultura da soja**

### **4.2.1. Lagartas e percevejos**

A cultura da soja é atacada por diversos insetos-praga, com destaque de representantes da família Noctuidae que inclui diversas pragas-chave da cultura, sendo elas: lagartas desfolhadoras *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) e *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae), as lagartas das vagens ou lagarta-das-maçãs *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae), as lagartas do gênero *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) a broca-das-axilas ou dos-ponteiros *Epinotia aporema* e a lagarta-elasma *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848).

*Anticarsia gemmatalis* é a principal desfolhadora da soja. A praga é agressiva, podendo causar cem por cento de desfolhamento na lavoura e atingir um consumo de até 90 cm<sup>2</sup> da área foliar em seu desenvolvimento máximo (GALLO et al., 2002).

A lagarta *C. includens* tem se apresentado com um sério problema fitossanitário, com diversos registros de surtos nas lavouras (BERNARDI, 2012). A distribuição do inseto abrange do norte dos Estados Unidos ao sul da América do sul (ALFORD; HAMOND, 1982), e no Brasil é encontrada em todas as regiões produtoras, desde o Rio Grande do Sul até Roraima (MARSARO JUNIOR et al., 2010).

No ano de 2013, foi identificada a presença da espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), até então considerada praga quarentenária no Brasil. Atualmente, têm como alvo diferentes culturas do sistema de produção, ocorrendo nas culturas de soja, milho, algodão e feijão (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013). *Helicoverpa armigera* se alimenta preferencialmente das partes reprodutivas das plantas, além de apresentarem alta capacidade reprodutiva e de dispersão (FENG et al., 2009).

O complexo *Spodoptera* tem aumentado, nos últimos anos, sua ocorrência em lavouras de soja sendo *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) e *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) as espécies de maior importância na soja. Além da resistência desenvolvida pelos insetos, o uso intensivo de inseticidas na soja favoreceu para que outro grupo de lagartas, o complexo *Spodoptera*, antes consideradas pragas consideradas pragas secundárias e naturalmente mais resistentes à tecnologia *Bt*, aumentassem seus danos nas lavouras por todo o país (BUENO et al., 2010).

O grupo *Spodoptera* ataca a soja principalmente na fase reprodutiva, o que causa danos severos à cultura (GAZZONI; YORINORI, 1995; SOSA-GOMEZ et al., 1993). As vagens também são alvo do ataque, principalmente de *S. cosmioides* e *S. eridania* (SANTOS et al., 2006).

Além das lagartas, o percevejo-marrom *Euchistus heros* (Fabricius, 1798), (Hemiptera: Pentatomidae) é praga importante da cultura (DEPIERE; PANIZZI, 2011; SILVA et al., 2012). A espécie causa danos diretos aos grãos que diminuem sua qualidade e favorece o surgimento de doenças fúngicas (GALILEO; HEINRICHS, 1978). Outro percevejo praga da cultura é *Nezara viridula* (Linnaeus) (Hemiptera, Pentatomidae) que pode ser controlado por diversos predadores, os quais podem ser mantidos no agroecossistema através de manejos conservacionistas (MCPHERSON et al., 1982; BUSCHMAN et al., 1984).

#### **4.2.2. Inimigos naturais**

Atualmente, existem cerca de vinte parasitoides relatados na cultura da soja, destacando-se entre eles *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae), *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus podisi* (Ashmead, Scelionidae) (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Insetos da família Ichneumonidae parasitam preferencialmente lagartas do quinto e sexto ínstar de *H. armigera* (CORRÊA-FERRERA et al. 2002).



As microvespas *Microcharops bimaculata* (Ashmead, 1985) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Microcharops anticarsiae* (Gupta, 1987) (Hymenoptera: Ichneumonidae) são parasitoides da praga *A. gemmatilis*. As fêmeas de *M. anticarsie* parasitam *A. gemmatilis* independente de seu estágio de desenvolvimento larval (CORRÊA-FERREIRA, 1979; MARQUES et al., 1979). *Microcharops bimaculata* também é apontado como parasitoide de *C. includens*, e *S. cosmioides* (CORRÊA-FERREIRA, 1979).

*Telenomus remus* (Nixon, 1937) (Hymenoptera: Scelionidae) é parasitoide de ovos importante no controle de lagartas do grupo *Spodoptera*, apresentando alta taxa de parasitismo (POMARI, 2011). *Hexacladia smithii* (Ashmead, 1891) (Hymenoptera: Encyrtidae) parasita adultos de *E. heros* (CORRÊA-FERREIRA et al., 1998A, 1998B; GODOY et al., 2007).

No grupo dos predadores, o *Geocoris sp.* é o inimigo natural mais encontrado nos campos de soja no Brasil, controlando pragas como tripes, ácaros, afídeos, cigarrinhas e ovos de lagartas (GRAVENA, 1983).

### 4.3. Soja geneticamente modificada

Dentre os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), encontra-se organismos classificados como materiais não transgênicos, que receberam apenas inserção de material genético da mesma espécie ou sofreram alterações no seu genoma. De outro modo, os transgênicos sofreram alterações genéticas com a inserção de genes de um organismo de outra espécie (ULTCHAK, 2018).

A primeira planta geneticamente modificada liberada pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) foi o algodão que expressa a proteína Cry1Ac (Bollgard®). Em seguida, culturas como a soja e o milho *Bt* foram aprovadas. A primeira biotecnologia disponível para a soja foi a Intacta RR2 PRO®. As cultivares que apresentam a tecnologia INTACTA RR PRO®, são resistentes ao ataque de diversos insetos-praga, sobretudo representantes da família Noctuidae. No ano de 2015, o mercado disponibilizava apenas uma única tecnologia *Bt*, que foi cultivada em uma área de aproximadamente 6,3 milhões de hectares, 20% da área total de soja (CÉLERES, 2015).

No Manejo Integrado de Pragas, a adoção da soja transgênica com resistência à insetos é uma das diversas estratégias de controle populacional de pragas (SOUSA FILHO et al., 2021). Esta resistência é devida à inserção do gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915)

na planta. O gene expresso produz proteínas letais para diversos grupos de insetos (CRIALESILEGORI et al., 2014).

Alguns insetos apresentam resistência à tecnologia, originada nas mutações genéticas que ocorrem naturalmente (FFRENCH-CONSTANT, 2007). Unidas às mutações genéticas, há uma pressão de seleção, selecionando populações resistentes à estas tecnologias (ANDOW, 2008).

As plantas *Bt*, amplamente utilizadas no manejo de pragas tem mostrado resultados positivos sobre as pragas alvo. Por outro lado, gera questionamentos sobre possíveis impactos em organismos que não são o alvo da tecnologia (NARANJO, 2009; ROMEIS et al., 2014).

Desta maneira, é importante avaliar estes efeitos adversos que as plantas *Bt* podem acarretar nas comunidades não-alvo, como efeitos diretos e indiretos, letais e subletais e um possível estresse nas comunidades presentes no agroecossistema (GUEDES et al., 2017).

#### 4.3.1. Tripes

Os tripes pertencem à ordem Thysanoptera e são insetos que podem causar danos significativos nas lavouras brasileiras e em todo o mundo (LIMA et al., 2013). As principais espécies de tripes que tem a cultura da soja como alvo pertencem à família Thripidae, sendo elas: *Caliothrips braziliensis* (Morgan, 1929), *Caliothrips phaseoli* (Pergande, 1895), *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1910), *Arorathrips mexicanus* (Crawford DL, 1909) e *Thrips palmi* (Karny, 1925).

O aparelho bucal do inseto penetra nas células vegetais para o consumo de seiva foliar, o que causa danos diretos às plantas, como necrose e deformações nas folhas (HOFFMANN-CAMPO, 2000). Estes danos podem ser severos devido à capacidade destes insetos de transmitir doenças viróticas, como a queima do broto (MOLINARI; GAMUNDI, 2008). Os tripes podem se alimentar de plantas infectadas por vírus e infectar outras plantas saudáveis, comprometendo a lavoura.

Os inimigos naturais destes grupos incluem o predador *Orius* spp., que apresenta associação positiva com as espécies *Frankliniella* sp, e *Haplothrips gowdeyi* (Franklin, 1908) (SILVEIRA et al., 2005) e insetos da família Dolichopodidae, que são predadores generalistas e podem realizar o controle natural de tripes e ácaros (ULRICH, 2004; BICKEL, 2009).

#### 4.3.2. Família Dolichopodidae

A família Dolichopodidae pertence à ordem Diptera, com aproximadamente 7.358 espécies registradas, distribuídas em 268 gêneros. Os dolycopodídeos demonstram uma notável diversidade, sendo uma das famílias com mais espécies dentro da ordem (YANG et al., 2006; ).

No Brasil, no momento presente, são registrados 30 gêneros e 192 espécies de Dolycopodídeos, em todo o território e distribuídos em todo o território em diferentes agroecossistemas (CAPELLARI, 2017).

A diversidade do grupo em diferentes habitats reflete a adaptabilidade dessa família a uma variedade de condições ambientais. Eles desempenham um papel de reguladores de populações de insetos em muitos ecossistemas e podem ser objeto de estudo para entender melhor suas interações ecológicas (BROOKS, 2005; BICKEL, 2009; GELBIČ; OLEJNÍČEK, 2011).

O gênero *Condylostylus* ocorre com abundância elevada em áreas com cultivos de hortaliças, como também nas áreas de sistemas agroflorestais (HARTERREITEN-SOUZA et al., 2014).

Apesar de Dolycopodidae ser uma família com muitas espécies, atualmente, carecemos de informações precisas sobre a associação destas espécies com os ambientes agrícolas e como suas abundâncias estão distribuídas em diferentes habitats.

#### 4.3.3. *Astylus variegatus*

*Astylus variegatus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Melyridae), também conhecida como larva-angorá, é um coleóptero de tamanho médio que se alimenta de recursos florais (Willemstein, 1987). O ciclo de vida de *A. variegatus* é de aproximadamente um ano e as larvas habitam no solo.

O besouro já foi registrado em países como Argentina, Paraguai e está distribuído praticamente em todo o território brasileiro (SOUZA; CARVALHO, 1994). Temperaturas elevadas estão entre os principais fatores que contribuem para a movimentação e flutuação populacional do inseto no campo e nos habitats (ROSSETTO; ROSSETTO, 1976; MATIOLI; FIGUEIRA, 1988).

Há registros da espécie atacando as culturas do sorgo e do milho, considerada praga secundária da última. O inseto é favorecido nas épocas mais secas, em que as larvas aumentam

os danos em mudas e sementes de milho antes da germinação (BIANCO, 1991). Os adultos atacam as panículas de sorgo e foi registrado perdas de 5% da produção (ROSSETTO; ROSSETTO, 1976). Atualmente, *A. variegatus* carece de bibliografia na cultura da soja, demandando ainda estudos sobre suas relações ecológicas com a cultura.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1. Área do experimento

O experimento foi conduzido em condições de campo no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA (CDCT) – Fazenda Muquém, área experimental da Universidade Federal de Lavras. A fazenda possui 158 hectares e está situada a uma altitude de 910 metros com latitude sul de 21° 14' e longitude oeste de 45°00'. A fazenda experimental se localiza no município de Lavras/MG, na região do Campos das Vertentes (Figura 1) à uma distância de 5km do campus da universidade. A soja foi semeada nos tratamentos em novembro de 2022. Cada área obtinha dimensões de 2400 metros quadrados (30m x 80m) em solo Latossolo Vermelho-Amarelo, relevo ondulado.

Baseado na classificação climática de Köppen, o clima de Lavras é categorizado como Cwa, caracterizando-se como subtropical, com invernos secos e verões chuvosos. Com isso, as estações na região são bem definidas, com inverno apresentando invernos relativamente frios e verões quentes, além de variações sazonais de temperatura não extremas, caracterizando um clima mesotérmico. A temperatura média do mês mais quente em Lavras é superior a 22 °C. A temperatura média anual é registrada em 19,9 °C. No que diz respeito à pluviosidade, a região apresenta uma média anual de 1486 mm, distribuídos ao longo do ano (ALVARES et al., 2013)

O experimento foi composto por dois tratamentos, denominados de INTACTA e RR. O tratamento INTACTA foi constituído pela soja cultivar Intacta 2 PRO (evento MON 87701 x MON 89788), geneticamente modificada para a expressão do gene da proteína inseticida Cry1Ac. O tratamento RR foi constituído pela soja cultivar GTS 40-3-2 (tecnologia *Round Up Ready*), cultivar com resistência ao glifosato e suscetível ao ataque de pragas.

Figura 1 – Imagem aérea do Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA (CDCT) Lavras, MG, 2023.



Fonte: Do Autor, adaptado do Google Earth (2023).

Figura 2 – Imagem aérea dos tratamentos e as dimensões da área útil. Lavras, MG, 2023.



Fonte: Do Autor, adaptado do Google Earth (2023).



## 5.2. Coletas e identificação dos insetos

As coletas foram realizadas entre os meses de Janeiro e Março de 2023. A primeira coleta foi na fase fenológica R1, caracterizada pelo início do florescimento da cultura. A última coleta foi na fase fenológica R8, momento em que a soja atinge a maturidade completa. As coletas foram realizadas uma vez por semana durante nove semanas consecutivas.

As armadilhas são constituídas de pratos plásticos de coloração amarela (15 cm), coloração ideal para a atração dos insetos de interesse da pesquisa. Os pratos foram preenchidos com solução de água, sal e detergente à 10%. Os dois primeiros elementos têm o objetivo de conservar o inseto capturado na armadilha e o último elemento contribui para a diminuição da tensão superficial da água (Figura 6).

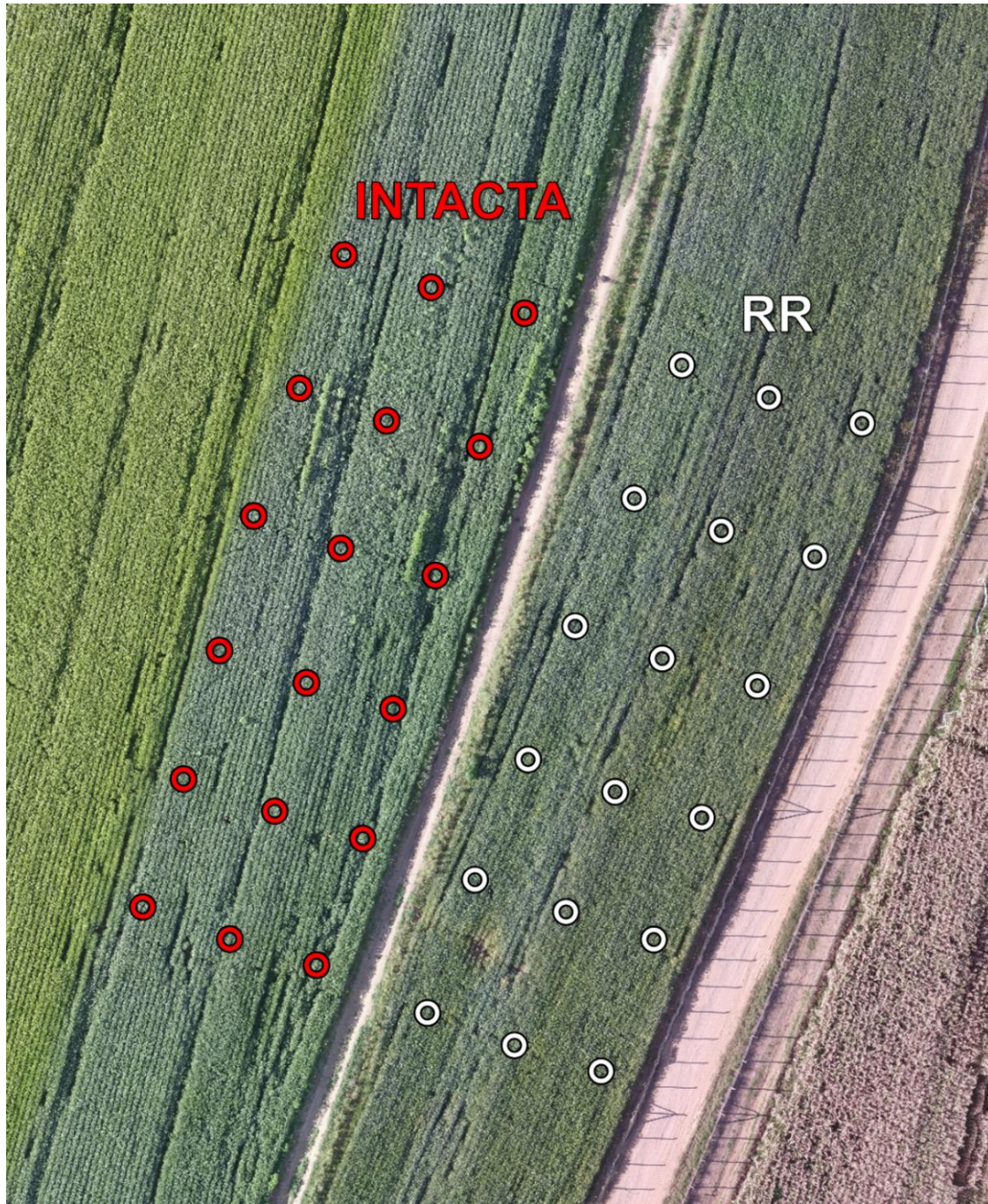
As coletas foram realizadas com as armadilhas dispostas da seguinte maneira: 3 linhas, cada linha contendo 6 armadilhas e 18 armadilhas em cada tratamento. Os distanciamentos adotados entre as armadilhas foram de 14 metros dentro linha e 10 metros entre as linhas (Figura 2).

Os insetos coletados foram transportados até o Laboratório de Controle Biológico Conservativo, localizado no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, onde foi realizada a triagem e separação dos grupos de interesse da pesquisa.

Para a identificação das famílias, foram utilizadas chaves de identificação específicas, e o nível de identificação dos parasitoides foi até morfoespécies. Os tripses e os coleópteros foram identificados até o nível de espécie e os dípteros até o nível de gênero.



Figura 3 – Localização das armadilhas instaladas no campo. Lavras, MG, 2023.



Fonte: Google Earth (2023).

Figura 4 – Ajuste da armadilha no tratamento RR. Lavras, MG, 2023.



Fonte: do Autor (2023).

Figura 5 – Fase vegetativa da soja no tratamento INTACTA. Lavras, MG, 2023.



Fonte: do Autor (2023).

Figura 6 – Instalação de uma armadilha amarela (*pan-trap*) no campo. Lavras, MG, 2023



Fonte: do Autor (2023).

Figura 7 – Microscópio estereoscópico para triagem no Laboratório de Controle Biológico Conservativo da UFLA. Lavras, MG, 2023.



Fonte: do Autor (2023).

Figura 8 – Insetos em processo de triagem. Lavras, MG, 2023.



Fonte: do Autor (2023).

### 5.3. Análises e estatísticas

Os dados das amostragens realizadas para os insetos capturados em ambos os tratamentos foram submetidos a curvas de rarefação de Coleman. Posteriormente foram levantados os índices ecológicos de abundância e riqueza (S) de espécies e o índice de diversidade de Shannon (H').

Os índices de diversidade foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias, os quais não foram cumpridos. Devido a isto, os dados foram analisados por meio de um modelo linear generalizado (Generalized Linear Models – GLM) com distribuição ajustada para cada variável.

Foi realizada a análise não métrica multidimensional (NMDS), a análise de variância de similaridade (ANOSIM) e a porcentagem de similaridade (SIMPER).

Testes de qui-quadrado da razão de verossimilhança (log-likelihoodratio) foram utilizados para comparar o efeito dos tratamentos. As análises foram realizadas nos programas estatísticos EstimateS® (COLWELL, 2005), PRIMER+Permanova® e RStudio®.

## 6 RESULTADOS

A Tabela 1 mostra todos os táxons coletados que foram de interesse da pesquisa e suas frequências relativas. Ao todo foram 28.218 insetos identificados. Os táxons de parasitoides representaram 2,55% dos indivíduos coletados no tratamento INTACTA, enquanto no tratamento RR, os parasitoides representaram 1,55% dos insetos coletados.

Na Figura 9, estão representadas as curvas de rarefação de indivíduos parasitoides coletados em ambos os tratamentos.

Tabela 1 – Abundância, frequência relativa (FR%), riqueza, diversidade (H'), e estimador de riqueza Chao-1 de todos os indivíduos coletados nos tratamentos INTACTA e RR de Janeiro a Março de 2023. Lavras, MG, 2023.

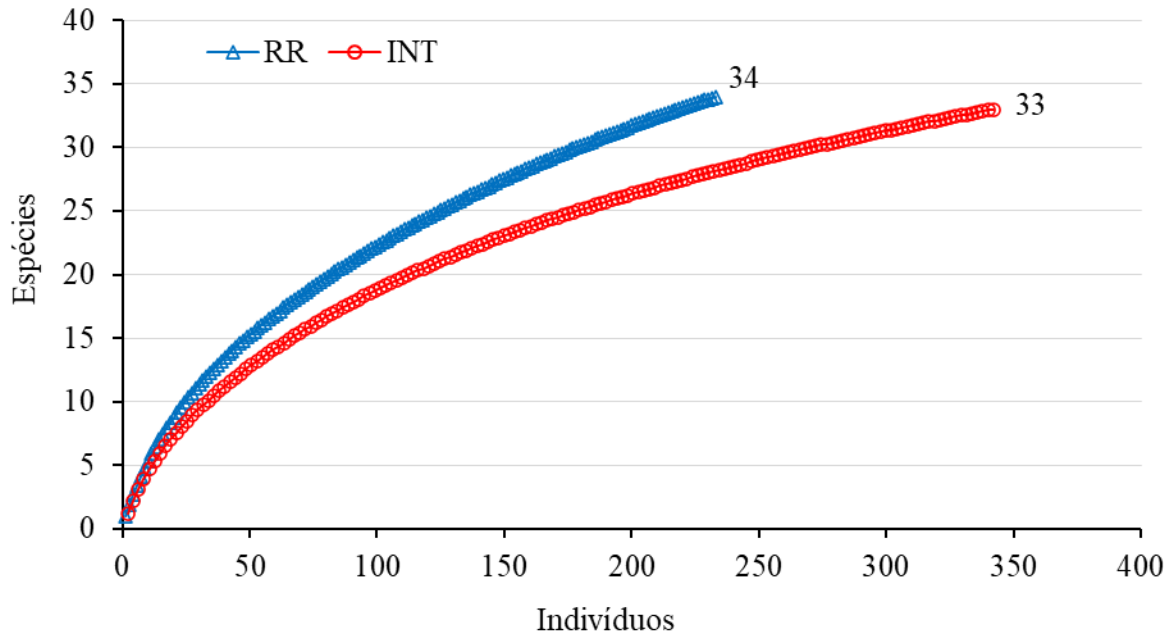
<b>TAXONS – Ordens/Morfoespécies</b>	<b>INT</b>	<b>FR (%)</b>	<b>RR</b>	<b>FR (%)</b>	<b>TOT.</b>	<b>FR TOTAL (%)</b>
<b>HYMENOPTERA</b>						
<b>1. Figitidae sp1</b>	129	0,96	43	0,29	172	0,61
<b>2. Figitidae sp2</b>	78	0,58	75	0,51	153	0,54
<b>3. Encyrtidae sp7</b>	44	0,33	25	0,17	69	0,24
<b>4. Platygastriidae sp1</b>	14	0,10	5	0,03	19	0,07
<b>5. Encyrtidae sp5</b>	10	0,07	11	0,07	21	0,07
<b>6. Braconidae sp3</b>	6	0,04	-	-	6	0,02
<b>7. Eulophidae sp1</b>	6	0,04	1	0,01	7	0,02
<b>8. Ceraphronidae sp1</b>	5	0,04	8	0,05	13	0,05
<b>9. Ichneumonidae sp1</b>	5	0,04	2	0,01	7	0,02
<b>10. Scelionidae sp1</b>	5	0,04	10	0,07	15	0,05
<b>11. Encyrtidae sp4</b>	4	0,03	4	0,03	8	0,03
<b>12. Scelionidae sp2</b>	4	0,03	-	-	4	0,01
<b>13. Braconidae sp1</b>	3	0,02	2	0,01	5	0,02
<b>14. Braconidae sp4</b>	3	0,02	-	-	3	0,01
<b>15. Aphelinidae sp1</b>	2	0,01	-	-	2	0,01
<b>16. Braconidae sp5</b>	2	0,01	-	-	2	0,01
<b>17. Encyrtidae sp2</b>	2	0,01	1	0,01	3	0,01
<b>18. Eulophidae sp2</b>	2	0,01	1	0,01	3	0,01
<b>19. Ichneumonidae sp3</b>	2	0,01	-	-	2	0,01
<b>20. Monomachidae sp1</b>	2	0,01	1	0,01	3	0,01
<b>21. Mymaridae sp2</b>	2	0,01	11	0,07	13	0,05
<b>22. Aphelinidae sp2</b>	1	0,01	0	-	1	0,00
<b>23. Bethyidae sp1</b>	1	0,01	1	0,01	2	0,01
<b>24. Diapriidae sp2</b>	1	0,01	-	-	1	0,00
<b>25. Encyrtidae sp1</b>	1	0,01	3	0,02	4	0,01

26. Encyrtidae sp3	1	0,01	1	0,01	2	0,01
<b>TAXONS –</b>						<b>FR</b>
<b>Ordens/Morfoespécies</b>	<b>INT</b>	<b>FR (%)</b>	<b>RR</b>	<b>FR (%)</b>	<b>TOT.</b>	<b>TOTAL (%)</b>
27. Encyrtidae sp6	1	0,01	2	0,01	3	0,01
28. Figitidae sp3	1	0,01	-	-	1	0,00
29. Ichneumonidae sp2	1	0,01	-	-	1	0,00
30. Mymaridae sp3	1	0,01	1	0,01	2	0,01
31. Pteromalidae sp2	1	0,01	-	-	1	0,00
32. Pteromalidae sp4	1	0,01	-	-	1	0,00
33. Scelionidae sp3	1	0,01	5	0,03	6	0,02
34. Braconidae sp2	-	-	3	0,02	3	0,01
35. Diapriidae sp1	-	-	1	0,01	1	0,00
36. Diapriidae sp3	-	-	1	0,01	1	0,00
37. Eulophidae sp3	-	-	2	0,01	2	0,01
38. Eulophidae sp4	-	-	1	0,01	1	0,00
39. Mymaridae sp1	-	-	3	0,02	3	0,01
40. Mymaridae sp4	-	-	1	0,01	1	0,00
41. Platygasteridae sp2	-	-	2	0,01	2	0,01
42. Platygasteridae sp4	-	-	1	0,01	1	0,00
43. Pteromalidae sp1	-	-	2	0,01	2	0,01
44. Pteromalidae sp3	-	-	1	0,01	1	0,00
45. Scelionidae sp4	-	-	1	0,01	1	0,00
46. Trichogrammatidae sp1	-	-	1	0,01	1	0,00
<b>Sub-total</b>	342	2,55	233	1,57	575	2,04
<b>Riqueza</b>		33		34		46
<b>THYSANOPTERA</b>						
1. <i>Caliothrips phaseoli</i>	2839	21,20	2792	18,83	5631	19,96
2. <i>Frankliniella occidentalis</i>	1374	10,26	1111	7,49	2485	8,81
3. <i>Frankliniella schultzei</i>	102	0,76	99	0,67	201	0,71
4. <i>Haplothrips gowdeyi</i>	0	0,00	2	0,01	2	0,01
<b>Sub-total</b>	4315	32,22	4004	27,01	8319	29,48
<b>Riqueza</b>		3		4		4
<b>OUTROS</b>						
1. <i>Astylus variegatus</i> (Coleoptera)	254	1,90	1626	10,97	1880	6,66
2. <i>Condylostylus</i> spp. (Diptera)	3825	28,56	4725	31,87	8550	30,30
<b>TOTAL</b>	13393	100	14825	100	28218	100
<b>RIQUEZA (S)</b>		36		38		50
<b>CHAO-1</b>		46		53		-
<b>SHANNON H'</b>		1,383		1,419		-

Fonte: do Autor (2023).



Figura 9 – Curva de rarefação de indivíduos parasitoides coletados em cada tratamento. Lavras, MG, 2023.



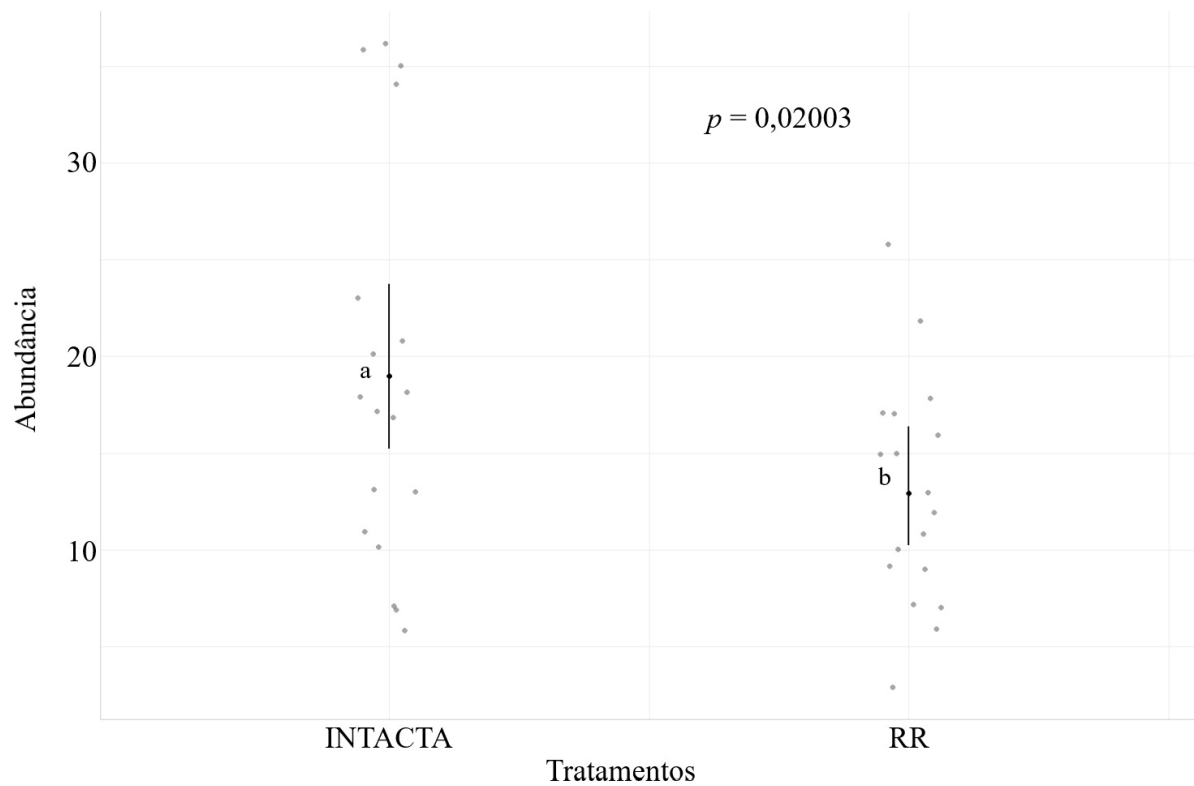
Fonte: do Autor (2023).

As famílias Figitidae e Encyrtidae apresentaram as maiores frequências relativas com 1,54% e 0,47%, respectivamente, no tratamento INTACTA e no tratamento RR, com 0,8% para Figitidae e 0,32% para Encyrtidae.

No que se refere a família Figitidae, os táxons Figitidae sp1 e Figitidae sp2 apresentaram as maiores frequências relativas, com 0,61% e 0,54%, respectivamente, nos dois tratamentos.

A análise estatística demonstrou uma diferença significativa na abundância de parasitoides entre os tratamentos INTACTA e RR, com um valor de  $p = 0,02003$ , indicando que a abundância de parasitoides no tratamento INTACTA foi estatisticamente maior em comparação com o tratamento RR.

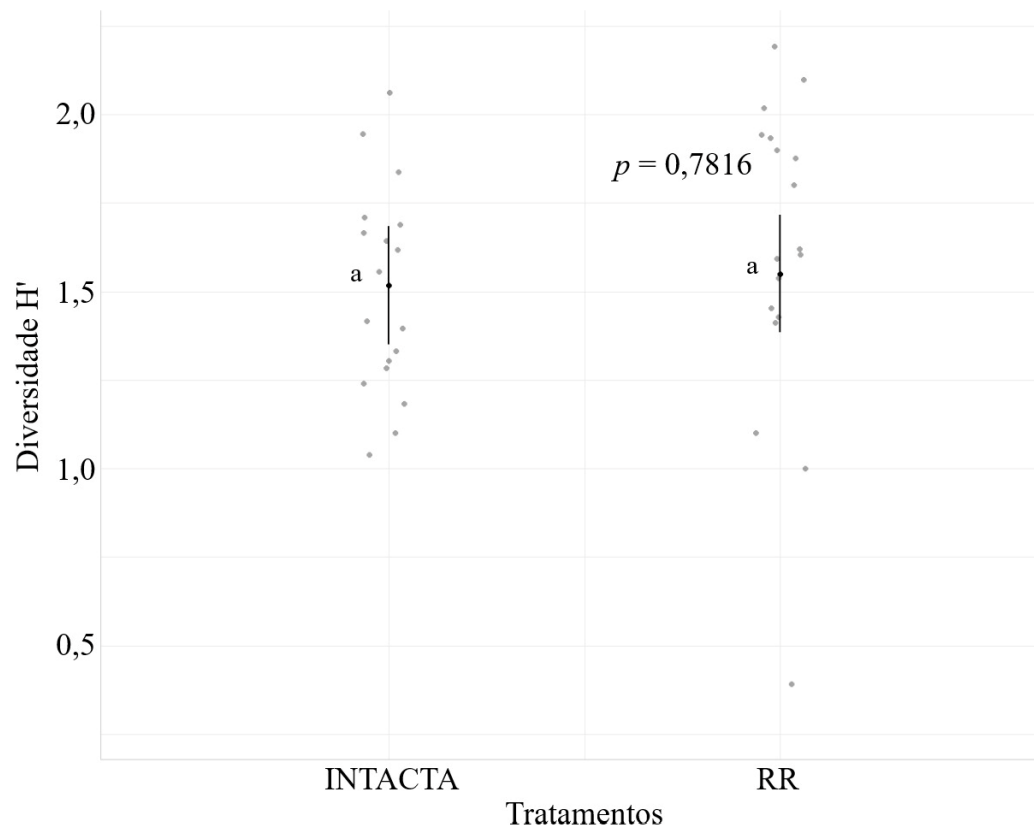
Figura 10 - Abundância de parasitoides nos tratamentos INTACTA e RR. Lavras, MG, 2023



Fonte: do Autor (2023).

O índice de diversidade de Shannon avalia a diversidade em uma amostra considerando a riqueza de espécies e a uniformidade na distribuição das espécies. A análise estatística indicou que não houve uma diferença significativa entre os valores de diversidade de Shannon obtidos para os parasitoides ( $p = 0,07816$ ).

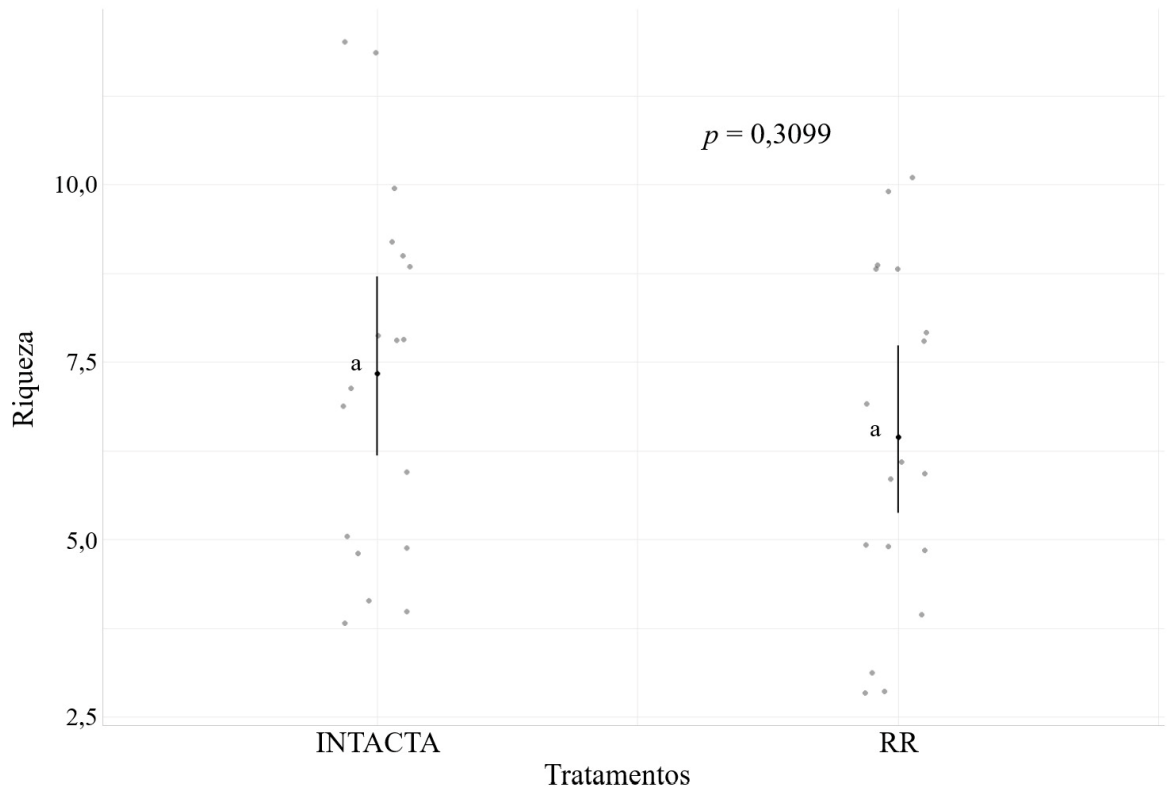
Figura 11 - Índice de diversidade de Shannon-Weaver de parasitoides para os dois tratamentos. Lavras, MG, 2023



Fonte: do Autor (2023).

No que se refere a riqueza, os resultados mostraram que no tratamento INTACTA a contagem foi de 33 espécies, enquanto no tratamento RR foi de 34 espécies. Estatisticamente, não houve diferença significativa na riqueza entre os tratamentos ( $p = 0,3099$ ).

Figura 12 – Riqueza de morfoespécies de parasitoides coletadas nos dois tratamentos. Lavras, MG, 2023

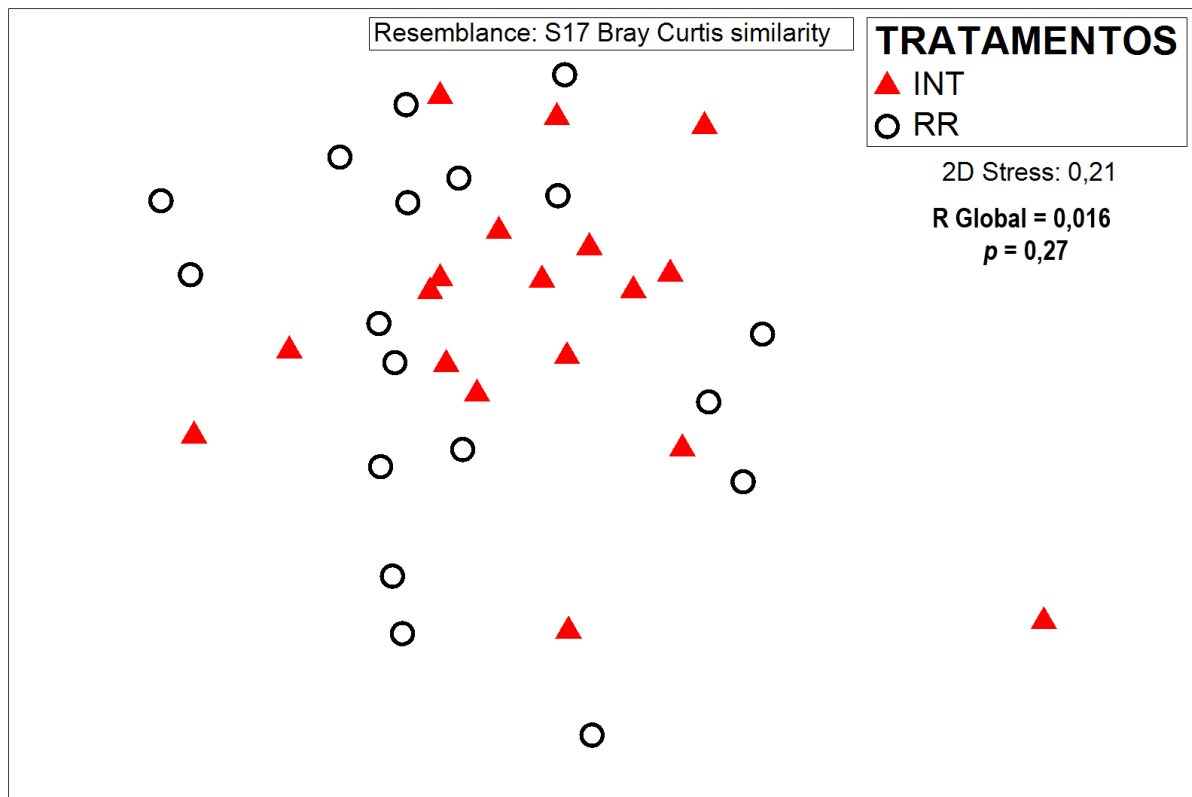


Fonte: do Autor (2023).

A Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrica (NMDS) não indicou uma segregação clara dos pontos de amostras no espaço, indicando uma sobreposição substancial na composição das amostras. A dissimilaridade entre os tratamentos, avaliada pela análise de SIMPER foi alta, com o valor de 75,26%. Isso sugere diferenças substanciais na composição das amostras entre os tratamentos. As espécies *Figitidae* sp1, *Figitidae* sp2, *Encyrtidae* sp7 e *Encyrtidae* sp5 foram as que mais contribuíram para esta dissimilaridade, sendo responsáveis por mais de 58% da diferença.

A análise de similaridade ANOSIM não detectou uma diferença significativa entre os tratamentos (ANOSIM = 0,279), com um R Global de 0,016 apenas. O valor de Stress de 0,21 na análise de NMDS indica um grau aceitável de ajuste dos dados ao modelo, embora a segregação não tenha sido claramente observada.

Figura 13 – Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) indicando a distribuição dos pontos de amostras no espaço. Lavras, MG, 2023



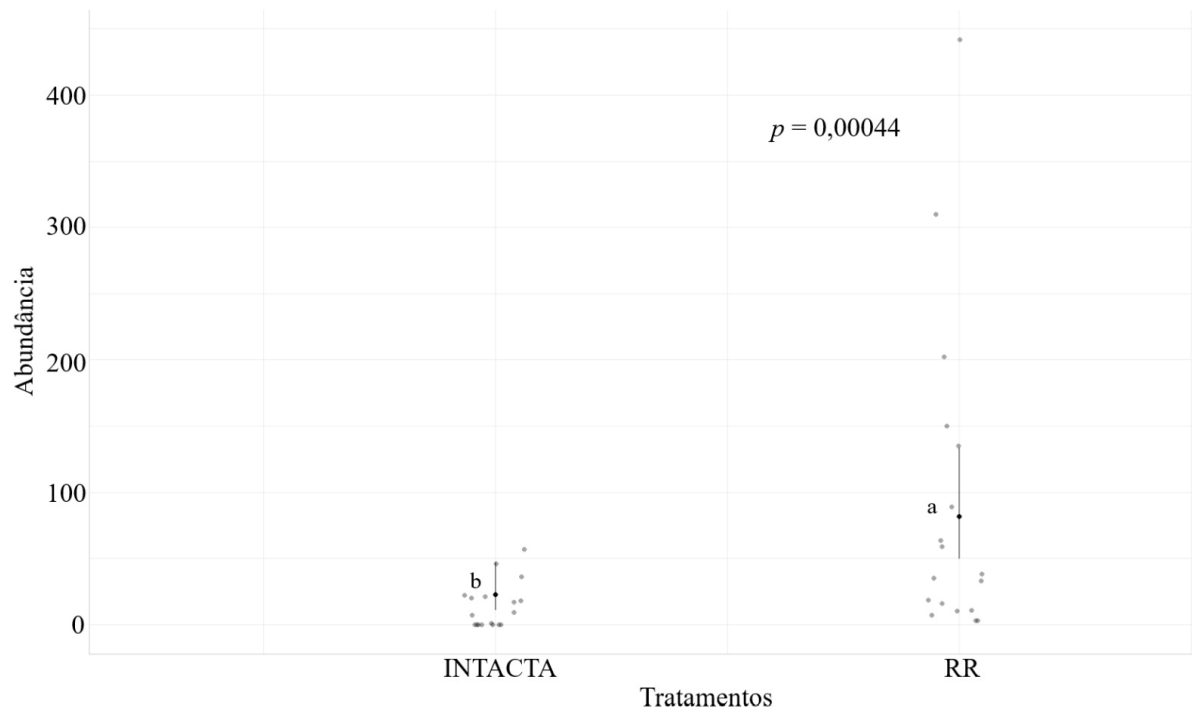
Fonte: do Autor (2023).

A ordem Thysanoptera foi representada por 32,22% dos indivíduos coletados no tratamento INTACTA, enquanto no tratamento RR representou 27,01%. O díptero *Condylostylus* spp obteve a frequência relativa de 28,56% em INTACTA e 31,87% no tratamento RR. A frequência relativa de *A. variegatus* no tratamento INTACTA foi de 1,90%, ao passo que no tratamento RR, o inseto representou 10,97% dos indivíduos coletados.

Em relação aos representantes da ordem Thysanoptera, *C. phaseoli* apresentou a maior frequência relativa com 21,20%, seguido de *F. occidentalis* com 10,26% e *F.* com 0,76%.

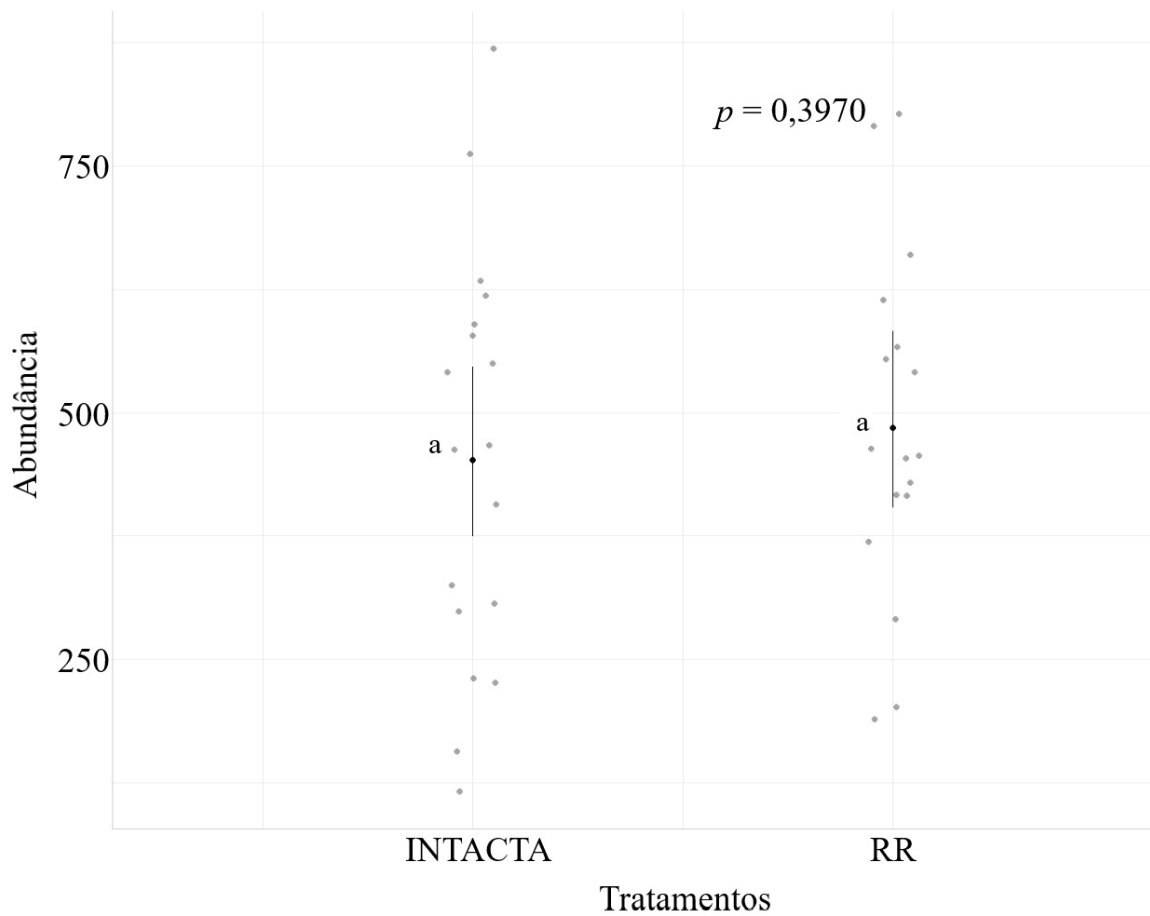
A abundância de *A. variegatus* mostrou uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, com um valor de  $p=0,00044$ . Portanto, a abundância de *A. variegatus* foi significativamente maior no tratamento RR em comparação com o tratamento INTACTA. Não foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa na abundância de *Condylostylus* spp entre os tratamentos ( $p=0,3970$ ).

Figura 14 – Abundância de indivíduos de *Astylus variegatus* nos tratamentos INTACTA e RR. Lavras, MG, 2023



Fonte: do Autor (2023).

Figura 15 – Abundância de *Condylostylus* spp. nos tratamentos INTACTA e RR. Lavras, MG, 2023.



Fonte: do Autor (2023).

Houve uma correlação positiva forte e significativa ( $R = 0,64$ ;  $p = 0,0043$ ) entre a abundância de *Condylostylus* spp. e as abundâncias das espécies *F. occidentalis* e *C. phaseoli* no tratamento INTACTA. Além disso, foi observada uma correlação positiva média ( $R = 0,45$ ), mas não significativas ( $p = 0,062$ ) entre a abundância de *Condylostylus* spp. e as abundâncias das espécies *F. occidentalis* e *C. phaseoli* no tratamento RR.

Figura 16 – Gráfico de correlação entre *Condylostylus* spp. e os tripes *C. phaseoli* e *F. occidentalis* no tratamento INTACTA. Lavras, MG, 2023.

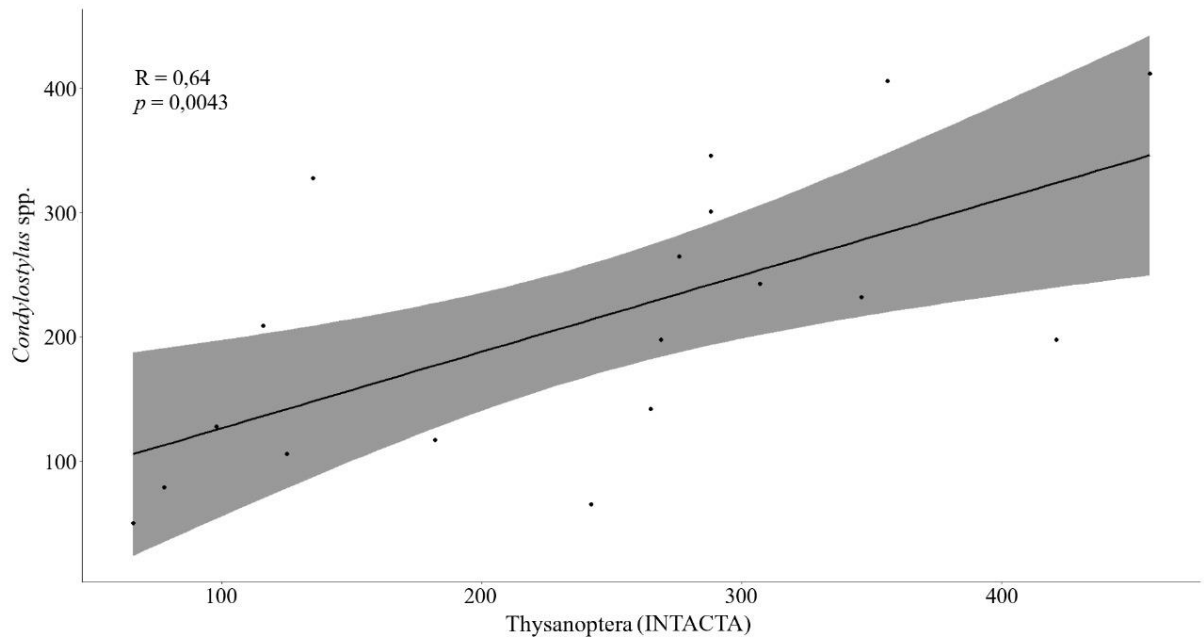
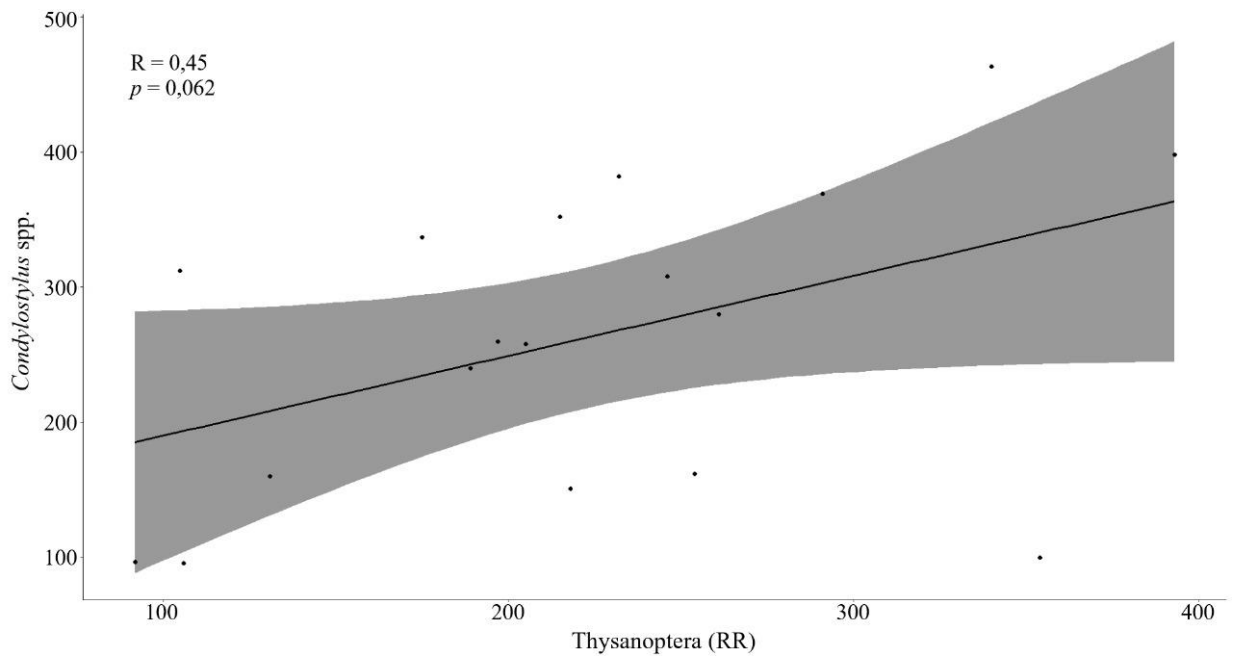


Figura 17 – Gráfico de correlação entre *Condylostylus* spp. e os tripes *C. phaseoli* e *F. occidentalis* no tratamento RR. Lavras, MG, 2023.





## 7 DISCUSSÃO

A família Figitidae foi a mais frequente no tratamento INTACTA em comparação com o tratamento RR. Os representantes desta família são, com muita frequência, associados a diferentes grupos de dípteros (WHARTON et al., 1998), podendo realizar seu controle biológico em campo. Também podem ser parasitoides de espécies da ordem Neuroptera (GAULD; BOLTON, 1988). Em função de sua associação com dípteros, relatada na literatura, esperávamos que pudesse estar, neste trabalho, também associado às morfoespécies de *Condylostylus*. No entanto, ao fazer a análise de correlação entre os representantes da família Figitidae e *Condylostylus* spp (dados não apresentados), não foi constatada uma relação ecológica significativa entre os parasitoides e estes predadores.

A família Encyrtidae foi a segunda em abundância em ambos os tratamentos. Esta família apresenta uma característica biológica em seu ciclo reprodutivo, a poliembrião. Essa característica biológica é vantajosa porque aumenta significativamente a capacidade reprodutiva desses parasitoides que, em um único evento de parasitismo, é capaz produzir muitos descendentes, gerando uma abundância que contribui para o controle de pragas nos agroecossistemas. Neste caso, supomos que este fato pode ter mascarado maiores diferenças entre os tratamentos, mas, segundo a análise de SIMPER, ambas morfoespécies (sem testar a significância), foram mais abundantes no tratamento INTACTA.

Em relação à riqueza e diversidade  $H'$  total de parasitoides, os tratamentos INTACTA e RR não apresentaram uma diferença significativa. No entanto, deve-se considerar que a ausência de uma diferença significativa não define, necessariamente, que não há efeitos ou impactos nos parasitoides, mas apenas que esses efeitos não foram detectados com base nas dimensões específicas de riqueza e diversidade usadas na presente análise. Embora não tenha sido observada uma diferença estatisticamente significativa, o monitoramento da riqueza e diversidade de espécies ao longo do tempo possibilitaria um levantamento mais abrangente e conclusivo sobre possíveis variações destes índices em campos de produção.

No que se refere à abundância total de parasitoides entre os tratamentos, foi observada diferença significativa, sendo que o tratamento INTACTA apresentou maior média que o tratamento RR, resultado que não seria esperado, considerando possíveis efeitos tóxicos da proteína Cry1Ac no ambiente.

Por outro lado, poderíamos supor que, se as lagartas presentes no tratamento INTACTA ficassem mais vulneráveis devido à presença da proteína Cry1Ac, isso poderia explicar uma

maior abundância de parasitoides nesse tratamento. Parasitoides podem se beneficiar de hospedeiros com saúde afetada e, conseqüentemente, sua abundância poderia ser maior em comparação com o tratamento RR, onde as lagartas não sofrem esta interferência. No caso deste estudo, não foi observada uma presença significativa de lepidópteros em nenhum dos tratamentos, o que não nos permite concluir definitivamente o porquê da maior abundância de parasitoides no tratamento INTACTA. Além disso, outros fatores também podem estar envolvidos na determinação da abundância de parasitoides, demandando uma investigação mais aprofundada para validar a hipótese.

O estudo realizado por Marques (2017) apresentou resultados consistentes ao não identificar efeitos significativos das cultivares de soja *Bt* e não-*Bt* na ocorrência de insetos não-alvo. Essas pesquisas destacam que, embora tenha sido observado um efeito temporal na flutuação e densidade populacional dos insetos, a presença da tecnologia *Bt* não foi determinante nesse contexto. Além disso, Marques não encontrou impacto significativo da soja *Bt* na abundância e diversidade total dos insetos.

Bellinati (2013) relata resultados semelhantes em relação ao predador não-alvo *Cycloneda sanguinea*). Assim, as proteínas Cry1Ac e Cry1F, seja de forma combinada ou isolada, não demonstraram efeitos adversos sobre essa espécie de coccinelídeo, uma das mais comuns nos agrossistemas brasileiros.

No entanto, é importante ressaltar que a pesquisa contínua é fundamental para monitorar a longo prazo os possíveis efeitos e garantir a segurança ambiental e a sustentabilidade das práticas agrícolas.

*Astylus variegatus* obteve abundância significativamente maior no tratamento RR em comparação com o tratamento INTACTA. Essa diferença na abundância pode estar relacionada ao momento do florescimento da soja do tratamento RR em relação à soja no tratamento INTACTA e à expressão do gene da proteína Cry1Ac na soja INTACTA. A diferença no momento do florescimento entre as duas variedades de soja é relevante, uma vez que pode afetar a disponibilidade de recursos florais para os insetos. O florescimento da soja no tratamento RR antecedeu o florescimento da soja no tratamento INTACTA. Além disso, como a soja Intacta expressa o gene de uma proteína inseticida na região das flores, levanta-se a hipótese sobre uma possível interferência da proteína nos insetos que se alimentaram do pólen. Estudos de biologia molecular podem ser úteis para investigar essa questão de forma mais detalhada. Esses estudos podem ajudar a determinar se a ingestão de pólen da soja Intacta, contendo a proteína Cry1Ac, afeta o comportamento alimentar de *A. variegatus* ou de outros insetos polinizadores.

No que se refere à correlação entre a presença de tripes e *Condylostylus* spp. nos tratamentos, os resultados indicaram, para o tratamento INTACTA, correlação positiva e significativa entre *Condylostylus* spp. e as espécies *F. occidentalis* e *C. phaseoli*. No tratamento RR, embora também haja uma correlação positiva, esta foi menor, e não significativa ( $p=0,06$ ). Essas correlações podem indicar que a presença de *Condylostylus* spp. está associada com a abundância de *F. occidentalis* e *C. phaseoli*, embora a força dessa associação possa variar entre os tratamentos.

O ciclo de vida de *Condylostylus* spp. apresenta desafios para a realização de estudos detalhados sobre sua taxa de predação em grupo Thysanoptera, devido à fase larval ocorrer estritamente no solo. Além disso, a criação desses predadores em laboratório se mostra inviável até o momento. Uma possibilidade para obter mais dados sobre essa interação ecológica seria realizar uma avaliação do nível de dano causado por Thysanoptera nas diferentes cultivares de soja e compará-los com a abundância de *Condylostylus* spp.

## 8 CONCLUSÕES

- 1) As cultivares G-T-S 40-3-2 (tecnologia *Round Up Ready*), suscetível ao ataque de pragas e Intacta 2 PRO (evento MON 87701 x MON 89788), que expressa a proteína Cry1Ac, não apresentaram diferença significativa nos índices de riqueza e diversidade de parasitoides.
- 2) Os eventos não demonstraram diferença significativa no índice de abundância do predador *Condylostylus* spp.
- 3) Houve diferença significativa na abundância de *Astylus variegatus* nos tratamentos.
- 4) A correlação entre *Condylostylus* spp e as espécies *Caliothrips phaseoli* e *Frankniella occidentalis* foi positiva em ambos os tratamentos. O tratamento INTACTA demonstrou correlação mais forte, enquanto no tratamento RR a correlação foi de nível médio, mas não significativa

## REFERÊNCIAS

- ALFORD, A. R.; HAMMOND JUNIOR, A. N. *Plusiinae* (Lepidoptera: Noctuidae), populations in Louisiana soybeans ecosystems as determined with looplure-baited traps. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v.75, n. 4, p. 647-650, 1982, v. 75, n. 4, p. 647-650, 1982.
- ALTIERI, M.A. **Biotecnología agrícola: mitos, riscos ambientais e alternativas**. 2002.
- ANDOW, D. A.; FITT, G. P.; GRAFIUS, E. J.; JACKSON, R. E.; RADCLIFFE, E. B.; RAGSDALE, D. W.; ROSSITER, L. **Pesticide and transgenic plant resistance management in the field. Global Pesticide Resistance in Arthropods**. CABI, Fordshire, UK, 118-145, 2008.
- BARRETO, C. D. A. **Os impactos socioambientais do cultivo de soja no Brasil**. II Encontro da ANPPA. Associação Nacional de Pesquisas em Agricultura Sustentável, 2004.
- BARRETO, M. R.; GUIMARAES, C. T.; TEIXEIRA, F. F.; PAIVA, E.; VALICENTE, F. H. **Effect of Baculovirus spodoptera isolates in Spodoptera frugiperda (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae and their characterization by RAPD**. *Neotropical Entomology*, 34, 67-75, 2005.
- BELLINATI, A. R. **Método para avaliação de risco ambiental de toxinas Bt sobre organismos não-alvo em laboratório: foco no predador *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). 71 f., il. Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- BERNARDI, O. **Avaliação do risco de resistência de lepidópteros-praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil**. Diss. Universidade de São Paulo, 2012.
- BERTRAND, J. L. C.; LECLERCQ, V. **O mundo da soja**. São Paulo: HUCITEC, 1987.
- BIANCO, R. **Pragas e seu controle**, In: Gomes, J.; Gerage, A.C.(Ed.). **A Cultura do Milho no Paraná**. Londrina: IAPAR, p.187-22, 1991.
- BICKEL, D. J. ***Amblypsilopus* (Diptera: Dolichopodidae: Sciapodinae) from the Southwest Pacific, with a focus on the radiation in Fiji and Vanuatu**. *Fiji Arthropods XIII*. Bishop Museum Occasional Papers, v. 103, p. 3-61, 2009.
- BORÉM, A.; SANTOS, F. R. **Variedades resistentes a herbicidas: legislação e liberação**. In: **Congresso Brasileiro De Ciência Das Plantas Daninhas**. 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cenários e perspectivas da conectividade para o agro/ Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação**. Brasília: MAPA/AECS, 2021. Disponível em:< <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/ruralconectado/livro>>. Acesso em: out. 2023.

BROOKS, S. E.; WHEELER, T. A. **Ethiomyia, a new genus of holarctic Dolichopodinae (Diptera: Dolichopodidae)**. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 107(3), 489-500, 2005.

BOBROWSKI, V. L., PASQUALI, G., BODANESE-ZANETTINI, M. H., PINTO, L. M. N., & FIUZA, L. M. **Characterization of two *Bacillus thuringiensis* isolates from South Brazil and their toxicity against *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)**. Biological control, 25(2), 129-135, 2002.

BROOKS, S.E. **Systematics and phylogeny of Dolichopodinae (Diptera: Dolichopodidae)**. Zootaxa 857: 1-158, 2005.

BROOKES, G. **The farm level economic and environmental contribution of Intacta soybeans in South America: the first five years**. GM Crops & Food, v. 9, n. 3, p. 140-151, 2018.

BUENO, R. C. O. D. F.; CARNEIRO, T. R.; BUENO, A. D. F.; PRATISSOLI, D., FERNANDES, O. A.; VIEIRA, S. S. **Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs**. Brazilian Archives of Biology and Technology, 53, 133-139, 2010.

CAPELLARI, R. S. **Lista das espécies de Dolichopodidae (Insecta, Diptera) do Estado do Mato Grosso do Sul**. Iheringia. Série Zoologia, 107, e2017135, 2017

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos - safra 2020/21 – terceiro levantamento**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, v. 8, n. 3, p. 1-86, 2020.

CONAB. **Perspectivas para a agropecuária: safra 2019/2020**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento Conab, v. 7, 2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 08 de out. 2023.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Incidência de parasitas em lagartas da soja**. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1978, Londrina. Anais... Londrina: EMBRAPA-CNPSO, v. 2, p. 79-91, 1979.

CORREA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. 1999.

CRIALESI-LEGORI, P. C. B.; DAVOLOS, C. C., LEMES, A. R. N.; MARUCCI, S. C., LEMOS, M. V. F.; FERNANDES, O. A.; DESIDÉRIO, J. A. **Interação de proteínas Cry1 e Vip3A de *Bacillus thuringiensis* para controle de lepidópteros-praga**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 49, 79-87, 2014.

CZEPAK, C., ALBERNAZ, K. C., VIVAN, L. M., GUIMARÃES, H. O., CARVALHAIS, T. **Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Tropical, 43, 110-113, 2013.

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.

EMBRAPA. **Embrapa Soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/intacta/sistema>  
Acesso em: 11 Out. 2023.

FAO. IPPC Secretariat. **Prevention, preparedness, and response guidelines for *Spodoptera frugiperda***. FAO on behalf of the Secretariat of the International Plant Protection Convention. Rome, 2021.

FENG, Z., LIU, H., LANG, J., LI, Y., SHU, M., & CHEN, Z. **SK66-his, a novel glycine-rich peptide derived from *Drosophila* with antibacterial activity**. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 73(3), 769-771, 2009.

FFRENCH-CONSTANT, R. H. **Which came first: insecticides or resistance?**. *Trends in Genetics*, v. 23, n. 1, p. 1-4, 2007.

FIGUEIREDO, M.; PENTEADO-DIAS, A. M.; CRUZ, I. **Danos provocados por *Spodoptera frugiperda* na produção de matéria seca e nos rendimentos de grãos, na cultura do milho**. 2005.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.;. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920p.

GAZZONI, D. L.; YORINIORI, J. T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Embrapa, Serviço de Produção de Informação, 1995.

GELBIČ, I.; OLEJNÍČEK, J. **Ecology of Dolichopodidae (Diptera) in a wetland habitat and their potential role as bioindicators**. *Central European Journal of Biology*, 6, 118-129, 2011.

GODOY, C. B.; ÁVILA, C. J.; ARCE, C. C. M. **Controle biológico de percevejos fitófagos da soja na região de Dourados, MS**. 2007.

GRAVENA, S.; STERLING, W. L. **Natural predation on the cotton leafworm (*Lepidoptera: Noctuidae*)**. *Journal of Economic Entomology*, v. 76, n. 4, p. 779-784, 1983.

GUEDES, R. N. C.; SMAGGHE, G.; STARK, J. D.; DESNEUX, N. **Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized integrated pest management programs**. *Annual review of entomology*, 61, 43-62, 2016.

HARTERREITEN-SOUZA, E. S.; TOGNI, P. H. B.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. **The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region**. *Agroforestry Systems*, 88, 205-219, 2014.

HOFFMANN-CAMPO, C. B., MOSCARDI, F., CORRÊA-FERREIRA, B. S., OLIVEIRA, L. J., SOSA-GÓMEZ, D. R., PANIZZI, A. R., OLIVEIRA, E. D. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado (Vol. 30)**. Londrina: Embrapa soja, 2000.

ISAAA - INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRIBIOTECH APPLICATIONS. **Global status of commercialized biotech/GM crops: 2019**. ISAAA Briefs Disponível em: <http://www.isaaa.org> > Acessado em 05 de out de 2023.

JÚNIOR, A. L. M.; DA SILVA PEREIRA, P. R. V.; DA SILVA, W. R.; GRIFFEL, S. C. P. **Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no estado de Roraima**. Revista Acadêmica Ciência Animal, 8(1), 71-76, 2010.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319)

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. (2014)

LIMA, É. F. B.; MONTEIRO, R. C.; ZUCCHI, R. A. **Thrips species (Insecta: Thysanoptera) associated to Fabaceae of agricultural importance in Cerrado and Amazon-Caatinga ecotone from Brazilian Mid-North**. Biota Neotropica, v. 13, p. 283-289, 2013b.

MARQUES, G. L.; BEN, J. R.; CORSO, I. C. **Parasitas de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 em Passo Fundo, RS**. Seminario Nacional de Pesquisa de Soja, v. 1, n. 1978, p. 107-111, 1979.

MARQUES, L. H. DA 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**. 2017.

MATIOLI, J. C.; FIGUEIRA, A. R. **Dinâmica populacional e efeitos da temperatura ambiental e precipitação pluviométrica sobre *Astylus variegatus* (Germar, 1824) e *A. sexmaculatus* (Perty, 1830) (Coleoptera; Dasytidae)**. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v. 45, p. 125-142, 1988.

MCPHERSON, R. M.; PITIS, J. R.; NEWSOM, L. D.; CHAPIN, J. B.; HERZOG, D. C. **Incidence of tachinid parasitism of several stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) species associated with soybean**. Journal of Economic Entomology, 75(5), 783-786, 1982.

MOLINARI, A. M.; GAMUNDI, J. C. **Presencia de trips en cultivos de soja**. Tercera Edición. INTA EEA Oliveros, Informe para Extensión, n. 60, p. 6, 1996.

MONTOYA, M. A.; BERTUSSI, L. A., LOPES, R. L.; FINAMORE, E. B. **Uma nota sobre consumo energético, emissões, renda e emprego na cadeia de soja no Brasil**. Revista Brasileira de Economia, 73, 345-369, 2019.

NARANJO, S. E. **Impacts of Bt crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns**. CABI Reviews, n. 2009, p. 1-11, 2009.

PANIZZI, A. R.; SLANSKY JR, F. **Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas**. Florida entomologist, p. 184-214, 1985.



PAPE, T.; BLAGODEROV, V.; MOSTOVSKI, M. B. **Order Diptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q.(Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness.** Zootaxa, v. 3148, n. 1, p. 222–229-222–229, 2011.

POMARI, A.; BUENO, A. D. F.; BUENO, R. D. F.; MENEZES JUNIOR, A. D. O.; FONSECA, A. **Preferência de parasitismo de *Telenomus remus* em ovos de *Spodoptera frugiperda* nas culturas de algodão, milho e soja.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS, 5., 2011, Jaguariúna. [Anais...]. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011.

ROCHA, B. G.; AMARO, H. T.; PORTO, E. M.; GONÇALVES, C. C.; DAVID, A. M.; LOPES, E. B. **Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas.** Revista de Ciências Agrárias, 41(2), 376-384, 2018.

ROSSETTO, C. J.; ROSSETTO, D. ***Astylus Variegatus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Dasytidae) danificando sorgo.** Bragantia, v. 35, p. 131-132, 1976.

SANTOS, A. C.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F. **Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais.** Controle biológico de pragas na prática, v. 1, p. 221-227, 2006.

SILVA, G. V. **Efeitos de plantas *Bt* de soja e milho sobre pragas não-alvo e seus inimigos naturais.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; LOUZADA, J. N. C.; CARVALHO, L. M. **Percevejos predadores (*Orius* spp.) (Hemiptera: Anthocoridae) e tripses (Thysanoptera): interação no mesmo habitat?.** Revista Árvore, 29, 767-773, 2005.

MOSCARDI, F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. **A case study in biological control: soybean defoliating caterpillars in Brazil.** International Crop Science I, 115-119, 1993.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C., OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja.** 2014.

SOUSA FILHO, W. J. D. **Eficiência de Tecnologias de Milho *Bt* No Controle de *Spodoptera frugiperda*.** 2021.

SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. **Aspectos Morfológicos do Adulto de *Astylus variegatus*.** Pesq. agropec. bras, Brasília, v. 29, n. 5, p. 689-694, 1994.

SOUZA, C. S. F. et al.,. **Efficiency of biological control for fall armyworm resistant to the protein Cry1F.** Brazilian Journal of Biology, v. 81, p. 154-163, 2020.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V. D.; YANO, S. A. C. **Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 48, 689-692, 2013.

TOLOI, M. N. V.; BONILLA, S. H.; TOLOI, R. C.; SILVA, H. R. O.; NÄÄS, I. D. A. **Development indicators and soybean production in Brazil.** Agriculture, 11(11), 1164, 2021.

ULRICH, H. **Predation by adult Dolichopodidae (Diptera): a review of literature with an annotated prey-predator list.** Studia dipterologica, v. 11, n. 2, p. 369-403, 2004.

ULTCHAK, A. A. D. M. S. **Organismos geneticamente modificados: a legalização no Brasil e o desenvolvimento sustentável.** INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar, v. 15, n. 2, p. 125-142, 2018.

WHARTON, R. A, S. M. OVRUSKI, AND F. E. GILSTRAP. **Neotropical Eucoidae (Cynipoidea) associated with fruit infesting Tephritidae, with new records from Argentina, Bolivia and Costa Rica.** J. Hym. Res. 7: 102-115, 1998.

YANG, D. **World catalogue of Dolichopodidae (Insecta: Diptera).** China Agricultural University Press, 2006.