

SUYANNE ARAÚJO DE SOUZA

**SUSCETIBILIDADE DE POPULAÇÕES DE TRIPES A INSETICIDAS E EFEITO DA
UTILIZAÇÃO DE ESPINOSINA, PIRETROIDE E SULFOXAMINA EM *Caliothrips
phaseoli* (HOOD) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NA CULTURA DA SOJA**

Botucatu

2021

SUYANNE ARAÚJO DE SOUZA

**SUSCETIBILIDADE DE POPULAÇÕES DE TRIPES A INSETICIDAS E EFEITO DA
UTILIZAÇÃO DE ESPINOSINA, PIRETROIDE E SULFOXAMINA EM *Caliothrips*
Phaseoli (HOOD) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Proteção de
plantas.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Regiane Cristina
de Oliveira

Coorientador: Dr. Oscar Arnaldo Batista
Neto e Silva

Botucatu

2021

S729s	Souza, Suyanne Araújo de Suscetibilidade de populações de tripes a inseticidas e efeito da utilização de espinosina, piretroide e sulfoxamina em <i>Caliothrips phaseoli</i> (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) na cultura da soja / Suyanne Araújo de Souza. -- Botucatu, 2021 81 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu Orientadora: Regiane Cristina de Oliveira Coorientador: Oscar Arnaldo Batista Neto e Silva 1. Thysanoptera. 2. Suscetibilidade. 3. Eficácia de controle. 4. Flutuação populacional. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SUSCETIBILIDADE DE POPULAÇÕES DE TRIPES A INSETICIDAS E EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE ESPINOSINA, PIRETROIDE E SULFOXAMINA EM *Caliothrips phaseoli* (HOOD) (Thysanoptera: Thripidae) NA CULTURA DA SOJA

AUTORA: SUYANNE ARAÚJO DE SOUZA

ORIENTADORA: REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA

COORIENTADOR: OSCAR ARNALDO BATISTA NETO E SILVA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:

Prof.^a Dr.^a REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. DIRCEU PRATISSOLI (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. PATRIK LUIZ PASTORI (Participação Virtual)
Laboratório de Entomologia Aplicada / Universidade Federal do Ceará

Botucatu, 30 de julho de 2021

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre me guiar, iluminar meus passos e me dar a força necessária.

Aos meus pais Sergio Bezerra de Souza e Solange Nascimento Araujo e a minha irmã Sofia Araujo de Souza por estarem do meu lado incondicionalmente e acreditarem em mim. Amo vocês.

Aos meus avós Raimundo Costa Araújo, Maria Alice Nascimento Araújo (*in memorian*), Manoel Nascimento de Souza (*in memorian*) e Vilma Bezerra de Souza, pelo amor e por serem meus exemplos de vida e superação.

À Faculdade de Ciências Agronômicas, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Proteção de Plantas e todo o corpo docente, por todas as oportunidades e acolhimento ao longo dos últimos anos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A Corteva agriscience™ pela contribuição com materiais utilizados durante os experimentos.

Aos membros da banca pelas sugestões e colaboração com este trabalho, em especial ao Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori pelos conselhos, ensinamentos e por sempre me incentivar.

A Prof. Dr.^a. Regiane Cristina de Oliveira pela orientação, atenção e pelos conselhos essenciais para o meu crescimento.

Ao Dr. Oscar Arnaldo Batista Neto e Silva pela coorientação, ensinamentos, paciência, disponibilidade, ajuda nessa reta final e compreensão em todos os momentos.

Aos meus colegas da Pós-graduação em Agronomia (Proteção de plantas), em especial a Ana Paula Mendes Lopes, por todos os momentos bons e ruins divididos.

RESUMO

Caliothrips phaseoli (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) faz parte de um grupo de espécies de tripses que são conhecidas por sua capacidade de colonizar diversas plantas. Seu curto ciclo de vida, a severidade de seus danos devido ao hábito alimentar, bem como a capacidade de transmitir viroses os tornam sérias pragas. Apesar de ser considerada praga secundária na cultura da soja, *C. phaseoli* possui potencial de causar danos nessa cultura. O manejo desse inseto-praga é realizado quase que exclusivamente com inseticidas e, no Brasil, não há diversidade de ingredientes ativos registrados. Dessa forma, é essencial conhecer a suscetibilidade desta praga aos produtos comerciais e implementar programas de monitoramento. O estudo buscou traçar as curvas de suscetibilidade para os ingredientes ativos mais utilizados no controle de *C. phaseoli* e avaliar o efeito da aplicação dos inseticidas registrados para lagartas na flutuação populacional de *C. phaseoli*. No primeiro experimento, foram realizados testes de suscetibilidade em tripses adultos, e no segundo, ensaios em condições de campo, a fim de avaliar o efeito da aplicação de inseticidas e do estágio fenológico da soja na flutuação populacional dos tripses. Os ingredientes ativos acefato, acetamipride, cloridrato de formetanato, espinetoram, imidaclopride e lambda-cialotrina foram testados em duas populações. A suscetibilidade, entre as populações, variou quando utilizados alguns ingredientes ativos. Em campo, a pulverização de espinosina, piretroide e sulfoxamina reduziu a população de ninfas e de adultos até, em média, o décimo dia após aplicação. O pico populacional de adultos foi observado no estágio R1. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que foram realizados experimentos para avaliar a relação dos diferentes níveis de suscetibilidade entre as populações testadas em laboratório, o efeito da aplicação de inseticidas registrados para lagartas na supressão populacional e a influência do estágio fenológico da soja na ocorrência de picos populacionais de tripses.

Palavras-chave: Thysanoptera; suscetibilidade; eficácia de controle; flutuação populacional

ABSTRACT

Caliothrips phaseoli (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) is part of a group of thrips species that are known for their ability to colonize many plants. Their short life cycle, the severity of their damage due to eating habits, as well as the ability to transmit viruses make them serious pests. Despite being considered a secondary pest in the soybean crop, *C. phaseoli* has the potential to cause damage to this crop. The management of this insect pest is carried out almost exclusively with insecticides and, in Brazil, there is no diversity of active ingredients registered. Therefore, it is essential to know the susceptibility of this pest to commercial products and implement monitoring programs. The study aimed to trace the susceptibility curves for the active ingredients most used in the control of *C. phaseoli* and to evaluate the effect of the application of registered insecticides for caterpillars on the population fluctuation of *C. phaseoli*. In the first experiment, susceptibility tests were carried out on adult thrips, and in the second, tests under field conditions, in order to evaluate the effect of the application of insecticides and the phenological stage of soybean on the population fluctuation of thrips. The active ingredients acephate, acetamiprid, formetanate hydrochloride, spinetoram, imidacloprid and lambda-cyhalothrin were tested in two populations. The susceptibility among populations varied when some active ingredients were used. In the field, the spraying of spinosine, pyrethroid and sulfoxamine reduced the population of nymphs and adults until, on average, the tenth day after application. The adult population peak was observed at stage R1. From the results obtained, it is concluded that experiments were carried out to evaluate the relationship of different levels of susceptibility between populations tested in the laboratory, the effect of the application of insecticides registered for caterpillars on population suppression and the influence of the phenological stage of soybean on occurrence of thrips population peaks.

Key-words: Thysanoptera; susceptibility; control effectiveness; population fluctuation

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 - A: Curvas de dose-resposta de acefato em *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) (MG-1). B: Curvas de dose-resposta de acetamipride em *C. phaseoli* (MG-1). C: Curvas de dose-resposta de cloridrato de formetanato em *C. phaseoli* (MG-1). D: Curvas de dose-resposta de espinetoram em *C. phaseoli* (MG-1). E: Curvas de dose-resposta de imidaclopride em *C. phaseoli* (MG-1). F: Curvas de dose-resposta de lambda-cialotrina em *C. phaseoli* (MG-1).....51

CAPÍTULO 2

Figura 2 - Eficácia ($\pm$ EPM) de controle de ninfas de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) com diferentes inseticidas até 20 dias após 1ª pulverização em plantas de soja. O nível de controle adotado foi de 4/5 tripes por planta. A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT - it)/IT) \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número de insetos vivos no tratamento com inseticida. Data 1ª pulverização: 13/01/21. Data 2ª pulverização: 22/01/21.....67

Figura 3 - Eficácia ($\pm$ EPM) de controle de adultos de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) com diferentes inseticidas até 20 dias após 1ª pulverização em plantas de soja. O nível de controle adotado foi de 4/5 tripes por planta. A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT - it)/IT) \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número de insetos vivos no tratamento com inseticida. Data 1ª pulverização: 13/01/21. Data 2ª pulverização: 22/01/21.....68

Figura 4 - Dinâmica da flutuação populacional de adultos de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) e fatores abióticos registrados durante a safra 2020/2021 da soja. Botucatu, SP.....70

Figura 5 - Dinâmica da flutuação populacional de adultos de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) e estágios fenológicos da cultura da soja durante a safra 2020/2021. Botucatu, SP.....71

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Linhas de referência de suscetibilidade de <i>Caliothrips phaseoli</i> (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) (MG-1) a inseticidas com bioensaios de tratamento superficial da dieta natural por meio de imersão (26°C±2°C, umidade relativa 70±10% e fotofase de 12 horas).....	50
---	----

CAPÍTULO 2

Tabela 2 - Correlação linear de Pearson entre as médias de amostragens de adultos de <i>Caliothrips phaseoli</i> (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) e fatores abióticos como temperatura, radiação solar, umidade relativa e precipitação na cultura da soja safra 2020/2021. Botucatu, SP	69
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	17
CAPÍTULO 1 - UMA REVISÃO SOBRE ASPECTOS BIOECOLÓGICOS, MANEJO INTEGRADO E RESISTÊNCIA DO COMPLEXO DE ESPÉCIES DE TRIPES A INSETICIDAS.....	19
1.1 INTRODUÇÃO.....	21
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	22
1.2.1 Aspectos bioecológicos de <i>Caliothrips phaseoli</i> (Hood) (Thysanoptera: Thripidae).....	22
1.2.2 Manejo integrado e o controle químico de Tripes.....	23
1.2.3 Resistência de tripes a inseticidas.....	27
1.2.4 Monitoramento da resistência de Tripes a inseticidas.....	29
REFERÊNCIAS.....	31
CAPÍTULO 2 - LINHAS DE REFERÊNCIA DE SUSCETIBILIDADE DE <i>Caliothrips phaseoli</i> (HOOD) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) A INSETICIDAS E MONITORAMENTO DA SUSCETIBILIDADE A ESPINETORAM.....	38
2.1 INTRODUÇÃO.....	41
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
2.2.1 Coleta e criação de <i>C. phaseoli</i>	43
2.2.2 Identificação dos espécimes coletados	44
2.2.3 Caracterização das linhas de referência de suscetibilidade de <i>C. phaseoli</i>	45
2.2.4 Monitoramento da suscetibilidade de <i>C. phaseoli</i> a espinetoram.....	46
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
2.3.1 Caracterização das linhas de referência de suscetibilidade de <i>C. phaseoli</i>	47
2.3.2 Monitoramento da suscetibilidade de <i>C. phaseoli</i> a espinetoram.....	52
2.4 CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

**CAPÍTULO 3 - EFEITO DA APLICAÇÃO DE ESPINOSINA,
PIRETROIDE E SULFOXAMINA EM *Caliothrips phaseoli* (HOOD)
(THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NA CULTURA DA**

SOJA.....	59
3.1 INTRODUÇÃO.....	61
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3.2.1 Ensaio em campo.....	62
3.2.2 Identificação dos espécimes coletados.....	64
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
3.4 CONCLUSÕES.....	72
REFERÊNCIAS.....	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
REFERÊNCIAS.....	79

INTRODUÇÃO GERAL

Caliothrips phaseoli (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) é considerada uma espécie praga fitófaga que pode ser encontrada em todas as partes das plantas, principalmente nas folhas e flores. Preferem atacar as partes jovens das plantas e isso pode estar relacionado a maior qualidade nutricional, principalmente devido a translocação de fotoassimilados das folhas mais velhas para as mais novas (BARKER; PILBEAM, 2015). Durante a alimentação, devido a ‘raspagem’ que realizam nos caules, folhas, flores e frutos a parte atacada pode tornar-se manchada e/ou enrolada (dano direto). O dano indireto está relacionado a transmissão de viroses que atacam culturas como: Tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimentão (*Capsicum annum* L.), melancia (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum. & Nakai), pepino (*Cucumis sativus* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) entre outras, no Brasil, Índia, Indonésia, África e Estados Unidos (CAMELO-GARCIA et al., 2014; SPADOTTI et al., 2014; LEÃO et al., 2015; JOHARI, 2015; WEBSTER et al., 2015; KARAVINA; GUBBA, 2017; SINGHA et al., 2019).

Caliothrips phaseoli se alimenta preferencialmente de fabáceas, como feijão-comum *Phaseolus vulgaris* L., soja *Glycine max* L., ervilha *Pisum sativum* L. e, amendoim *Arachis hypogaea* L. (BOIÇA JUNIOR et al., 2015; ROMERO; DILLON; ZAVALA, 2020; IBRAHIM et al., 2020; BREUIL et al., 2021). No Brasil, a espécie também foi relatada infestando o cultivo de hortelã *Mentha* sp. L. (LIMA et al., 2016) e algumas plantas consideradas invasoras (LIMA; ZUCCHI, 2016). Os estudos referentes à biologia e o controle da espécie concentraram-se principalmente em *P. vulgaris* (JESUS et al., 2010; SOUZA et al., 2012; BOIÇA JÚNIOR et al., 2015) e *G. max* (LIMA; MONTEIRO; ZUCCHI, 2013; TOLDI et al., 2016). Apesar de ser considerada praga secundária na cultura da soja, a cada ano a infestação de *C. phaseoli* tem aumentado, resultando em redução de 10 à 25% na colheita, o que foi comprovado por estudos desenvolvidos na Argentina (GAMUNDI et al., 2005; GAMUNDI; PEROTTI; DIZ, 2006).

As populações de artrópodes-praga podem ser afetadas por variações de temperatura, precipitação, umidade ou disponibilidade de recursos, bem como por fatores bióticos como idade da planta hospedeira, tendo em vista que o estágio fenológico da cultura pode afetar o conteúdo nutricional, bem como a presença de defesas químicas e morfológicas (JOOST; RILEY, 2008; ROSADO et al., 2015;

MOREIRA et al., 2016; WITTMANN et al., 2017). A identificação destes fatores naturais de supressão das populações de pragas é importante para definir de forma mais assertiva as estratégias de amostragem, monitoramento e tomada de decisão.

No Brasil, a presença de *C. Phaseoli* atacando soja já foi detectada nos Estados da Bahia, Maranhão, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins (MONTEIRO, 1999; LINK; COSTA; CARVALHO, 2008; LIMA; MONTEIRO; ZUCCHI, 2013; SANTOS et al., 2021). O manejo deste inseto-praga é dificultado principalmente pelo seu potencial biótico, polifagismo e tipo de reprodução e, o controle químico, tem sido o mais utilizado, independente da cultura atacada. Considerando as outras espécies de tripes e os cultivos atacados, chega-se a seis grupos químicos disponíveis pertencentes aos grupos dos metilcarbamatos de naftila, metilcarbamatos de oxima, neonicotinoides, spinosinas, organofosforados e piretroides. Considerando apenas *C. phaseoli* na cultura da soja, tem-se disposição 19 produtos comerciais registrados, sendo todos formulados com a molécula Acefato pertencente ao grupo químico dos organofosforados (AGROFIT, 2021).

A utilização de grupos químicos com diferentes mecanismos de ação é de fundamental importância para a implementação de um efetivo programa de Manejo da Resistência de Insetos (MRI) e por esta razão, novas opções de moléculas inseticidas devem ser avaliadas visando o controle da espécie-praga na cultura, mesmo que ainda não estejam devidamente autorizadas para uso. Além disso, para a implementação de estratégias de MRI, é imprescindível que se obtenha conhecimentos básicos como a caracterização e o monitoramento da suscetibilidade em populações de campo da praga-alvo.

Portanto, devido à escassez de moléculas inseticidas disponíveis aos sojicultores para o controle de *C. phaseoli*, objetivou-se avaliar o impacto de alguns inseticidas utilizados em soja sobre a população da praga, bem como fornecer subsídios para a implementação de estratégias de MRI, mediante a caracterização das linhas de referência e monitoramento da suscetibilidade.

CAPÍTULO 1

UMA REVISÃO SOBRE ASPECTOS BIOECOLÓGICOS, MANEJO INTEGRADO E RESISTÊNCIA DO COMPLEXO DE ESPÉCIES DE TRIPES A INSETICIDAS

RESUMO

O complexo de espécies fitófagas pertencentes à ordem Thysanoptera são consideradas uma das pragas mais destrutivas de culturas em estufa e campo aberto devido ao seu dano de alimentação às partes da planta, como folhagem e flores, e por algumas espécies serem vetoras de tospovirose (dano indireto). Além disso, os tripes são difíceis de manejar em sistemas de produção devido a fatores como ampla gama de hospedeiros, alta capacidade reprodutiva das fêmeas, rápido ciclo de vida e pela capacidade de habitar os botões terminais fechados, os quais podem funcionar como barreira de proteção a inseticidas, mas apesar deste hábito a resistência a várias classes de inseticidas químicos sintéticos já foi relatada. A ocorrência de tripes no Brasil e no mundo tem afetado a produção de alimentos em espécies que vão desde grandes culturas até hortifruticultura e, ainda, até as pequenas culturas ou “minor crops”. Neste sentido, esforços devem ser feitos para estudar a biologia e ferramentas de manejo das espécies de tripes, na qual a compreensão das estratégias utilizadas dentro do manejo integrado de pragas são essenciais para buscar posicionamentos mais assertivos e com redução dos impactos ambientais, econômicos e sociais. Nesta revisão abordaremos aspectos bioecológicos, bem como as diversas táticas de manejo que podem ser utilizadas para o manejo de tripes, casos de resistência à inseticidas químicos sintéticos que já foram relatados e monitoramento da resistência a inseticidas.

Palavras-chave: Thysanoptera; biologia; manejo integrado de pragas; resistência; monitoramento

ABSTRACT

The phytophagous species complex belonging to the order Thysanoptera are considered one of the most destructive pests of greenhouse and open field crops due to their feeding damage to plant parts such as foliage and flowers, and because some species are vectors of tospoviruses (indirect damage). In addition, thrips are difficult to manage in production systems due to factors such as wide host range, high reproductive capacity of females, fast life cycle and the ability to inhabit the closed terminal buds, which can act as a protective barrier to insecticides, but despite this habit, resistance to several classes of synthetic chemical insecticides has already been reported. The occurrence of thrips in Brazil and in the world has affected food production in species ranging from large crops to horticultural and even small crops or "minor crops". In this sense, efforts should be made to study the biology and management tools of thrips species, in which an understanding of the strategies used within the integrated pest management is essential to seek more assertive positions and reduce environmental, economic and social impacts. In this review we will address bioecological aspects, as well as the various management tactics that can be used to manage thrips, cases of resistance to synthetic chemical insecticides that have already been reported and monitoring of resistance to insecticides.

Key words: Thysanoptera; biology; integrated pest management; resistance; scouting

1.1 INTRODUÇÃO

Os tripses pertencem a ordem Thysanoptera, são insetos considerados pequenos (1,5-3 mm de comprimento) e estão espalhados por todo o mundo. Seu ciclo de vida inclui ovo, dois instares larvais, duas a três fases inativas, ou seja, sem alimentação, e o adulto (TRUMAN, 2019). Podem ser encontrados em todas as partes das plantas, principalmente nas folhas e flores, com preferência pelas partes jovens. Os danos as plantas podem ocorrer tanto de forma direta quanto de forma indireta. Os tripses causam danos diretos aos caules, folhas, flores e frutos por sugar o conteúdo celular e introduzir toxinas (PALMER, 1990; MOUDEN et al., 2017). Eles também podem causar danos indiretos por serem vetores de tospovírus (BATUMAN et al., 2020).

Embora seja considerada uma praga secundária na cultura da soja, a cada ano a incidência e nível de infestação de tripses tem aumentado nas lavouras brasileiras, podendo ser encontradas várias espécies, como *Caliothrips impurus* (Priesner), *C. phaseoli* (Hood), *C. brasiliensis* (Morgan), *Frankliniella schultzei* (Trybom), *F. tritici* (Fitch), *Scirtothrips dorsalis* (Hood); *Thrips palmi* (Karny) e *T. tabaci* (Lindeman) (EL-WAHAB, 2016; ROMERO; DILLON; ZAVALA, 2020; PEREIRA et al., 2020). A predominância de uma ou outra espécie e o dano pode variar dependendo das condições climáticas da região, de forma que altas temperaturas podem aumentar a infestação ao passo que altas precipitações e valores de umidade relativa podem diminuir a densidade populacional (CLOYD, 2009; ZAINAB; SATHUA; SINGH, 2016).

Estudos realizados na Argentina demonstraram que uma população de, aproximadamente, 73 tripses/folículo no terço superior da planta em estágio fenológico R5, pode reduzir a fotossíntese em até 45%, a condutividade estomática em 36% e a transpiração em 30%, as quais podem resultar em perdas de até 17% de rendimento ou de 10 a 25% (GAMUNDI et al., 2005; 2006; GAMUNDI; PEROTTI, 2009).

De forma geral, não há relatos de espécie mais relevante dentre os tripses, mas *C. phaseoli* já foi relatado atacando culturas como soja (*Glycine max* L.) (GAMUNDI et al., 2005; GAMUNDI; PEROTTI; DIZ, 2006; GAMUNDI & PEROTTI, 2009), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (BELTRAN; HELMAN; PETERLIN, 2004), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (JESUS et al., 2010; BOIÇA-JUNIOR et al., 2015), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (BOITO et al., 2006), e tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (RODRIGUEZ; ZAMAR; VASICEK, 2014). Todas as espécies polífagas de tripses

possuem ciclos de vida curto e podem atingir altas infestações durante o ciclo da cultura. Dessa forma, devido à rápida velocidade de ação, as pulverizações com produtos fitossanitários são frequentemente realizadas para o manejo de tripes. Mundialmente, os principais grupos químicos utilizados para o manejo de espécies de tripes são avermectinas, espinosinas, neonicotinoides, organofosforados e piretroides (MOUDEN et al., 2017). No entanto, o uso excessivo de inseticidas, combinado com o potencial biótico e o tipo de reprodução dos tripes, pode fazer com que a frequência de indivíduos resistentes a inseticidas, numa população de tripes, aumentem rapidamente, acarretando na perda da eficiência de controle da molécula inseticida.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Aspectos bioecológicos de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae)

A família Thripidae (Thysanoptera: Terebrantia) contém aproximadamente 2.020 espécies descritas distribuídas em 284 gêneros (ZHANG; MOUND; FENG, 2019). O gênero *Caliothrips* contém 21 espécies descritas, das quais dez são conhecidas na América do Norte, enquanto as demais são encontradas ao redor do mundo, em países tropicais e subtropicais (HODDLE; MOUND; PARIS, 2012). As ninfas possuem o corpo com coloração amarela sem asas, os adultos são alados e as asas anteriores são geralmente escuras com bandas claras e com cerdas espaçadas no primeiro nervo e o tarso das pernas possui um único segmento (BORBON; MAZZITELLI; ESTRADA, 2013).

Possuem cerca de 2 mm de comprimento e costumam se abrigar no interior das folhas ou dos folíolos novos, ainda não abertos, passando por quatro instares, sendo dois móveis e dois sésseis e possuem aparelho bucal raspador-sugador (HODDLE; MOUND; PARIS, 2012). Os adultos desta espécie são haplodiploides e podem se reproduzir sexualmente ou partenogeneticamente. Esta espécie quando multiplicados em fabácea sob condições de laboratório (25 ± 1 °C, umidade relativa de $72\pm 6\%$ e fotofase de 12 horas), apresentou duração do ciclo ovo-adulto, com reprodução sexuada, de 19,03 dias e, quando com reprodução assexuada, de 24,60 dias (SOSA; ZAMAR; TORREJON, 2017). Além disso, quando se reproduzem por partenogênese têm períodos mais longos de longevidade e maiores taxas de

fecundidade e oviposição do que quando se reproduzem sexualmente (TANG et al., 2015).

Assim como em outros insetos, o tempo de duração do ciclo de vida pode ser influenciado pela temperatura do ambiente e planta hospedeira. Em condições de laboratório ($25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$; $72\% \pm 6\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 h (claro/escuro), *C. phaseoli* completou o ciclo de vida em 20,6 dias quando alimentado com folhas de *Nicotiana tabacum* L., 19 dias quando em *P. vulgaris*, 16 dias em *Nicotiana glauca* (Graham) e não conseguiu completar o ciclo quando alimentado com folhas de *Cicer arietinum* L. (SOSA; ZAMAR; TORREJON, 2017). Essa diferença na duração do ciclo de acordo com a planta hospedeira pode estar relacionada com a presença e densidade de tricomas glandulares, o que dificulta a inserção do aparelho bucal para alimentação, bem como reduz a mobilidade dos insetos (MOUDEN; LEISS, 2020).

C. phaseoli é amplamente distribuído no Caribe e América do Sul (MOUND; MARULLO, 1996). Sua ocorrência já foi relatada principalmente em culturas da família fabaceae como soja (*Glycine max* L.) (GAMUNDI et al., 2005, 2006; GAMUNDI; PEROTTI, 2009), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (TOLEDO-PERDOMO; SAGASTUMENNA, 2019) e amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (BREUIL et al., 2021). Também já foi relatado infestando outras plantas cultivadas como algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), pessegueiro (*Prunus persica* (L.)) (Rosaceae) (BELTRAN; HELMAN; PETERLIN, 2004; SCHUBER et al., 2008) e tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (Solanaceae) (RODRÍGUEZ; ZAMAR; VASICEK, 2014).

1.2.2 Manejo integrado e o controle químico de Tripes

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) considera o agroecossistema e visa o monitoramento e prevenção a longo prazo de pragas e do dano que estas podem causar por meio da utilização de táticas de controle combinadas como, por exemplo, o controle biológico, manipulação do habitat, práticas culturais, uso de variedades resistentes e controle químico (STENBERG, 2017). No contexto do MIP, o monitoramento é a chave para o manejo de tripes não apenas para determinar presença ou ausência destas espécies, mas também para detectar tendências sazonais de aumento populacional e para avaliar a eficácia das estratégias de manejo implementadas.

Armadilhas adesivas coloridas são comumente utilizadas para monitorar tripses por ser prático, acessível para fins de pesquisa, bem como para uso comercial, e podem ser utilizadas tanto para o monitoramento quanto como uma estratégia de manejo (MAO et al., 2018; BARA; LAING, 2020; LEMIC et al., 2020). Em outros países e em culturas como feijão, morango, nectarina e pimenta, a eficácia dessas armadilhas adesivas tem sido aprimorada por meio da adição de semioquímicos. O feromônio de agregação de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), que possui ação intraespecífica, é comercializado como Thriplineams® e pode ser utilizado em estratégias de controle como “atrai e mata” e captura em massa, bem como em sistemas onde há o cultivo da espécie de interesse econômico em consórcio com outra espécie que possa servir como abrigo e fonte de alimentação para inimigos naturais (sistema push-pull) (NIASSY et al., 2016; HAZIR; OLÇULU; OZTURK, 2020).

Diversas táticas de manejo podem ser utilizadas para o manejo de tripses. As estratégias de controle cultural são componentes importantes de programas de manejo integrado de tripses e estão entre as práticas mais sustentáveis. Conforme citado anteriormente, uma das possibilidades é a utilização do sistema push-pull onde são cultivadas plantas em consórcio, geralmente uma de interesse econômico e outra com o objetivo de atrair inimigos naturais, fornecendo recursos florais para alimentação e abrigo destas espécies (BHATTACHARYYA, 2017). A faixa de cultivo de picão-preto (*Bidens alba* L.) em consórcio com tomate atraiu e hospedou a espécie de predador *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae), o que contribuiu para a supressão da população de espécies de *Frankliniella* spp. (TYLER-JULIAN et al., 2018). Outra possibilidade dentro do controle cultural é a utilização de cobertura do solo do tipo mulching. Os tripses podem localizar plantas hospedeiras adequadas por meio de pistas visuais que incluem o espectro ultravioleta (UV), materiais que refletem a radiação UV podem interferir na localização hospedeira e a utilização de cobertura do solo reduziu de 10 a 50% a infestação de *Frankliniella* spp. durante o ano avaliado (TYLER-JULIAN et al., 2018).

Plantas que recebem nitrogênio em excesso contém maiores densidades populacionais de tripses e outros insetos e isso está relacionado a maior atratividade das fêmeas a plantas nestas condições. Dessa forma, evitar a fertilidade excessiva de nitrogênio também pode contribuir para a redução das populações de tripses (CHOW; CHAU; HEINZ, 2012). Além disso, o manejo da irrigação pode criar um ambiente

menos favorável para os tripes e reduzir o número de adultos, mas a alta umidade pode favorecer a fecundidade de fêmeas de *Frankliniella bispinosa* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae) (SCHUCH; REDAK; BETHKE, 1998; STEINER; SPOHR; GOODWIN, 2011). Observar os arredores da estufa ou campo aberto onde há cultivo da espécie de interesse econômico também é importante. Algumas plantas daninhas podem atrair e exercer o papel de hospedeiro alternativo de tripes, além de poder servir como “reservatório” para os vírus do gênero Tospovírus, como ervilhaca-vilosa (*Vicia villosa* Roth), mostarda-dos-campos (*Sinapis arvensis* L.) e meliloto-amarelo (*Melilotus officinalis* L.) (ATAKAN; PEHLIVAN, 2021). Portanto, é de suma importância que os restos culturais e plantas daninhas sejam removidos da área para evitar que haja migração populacional de espécies-praga.

Inimigos naturais fornecem um serviço importante, embora muitas vezes despercebido, reduzindo populações de pragas. Das inúmeras espécies de inimigos naturais que atacam tripes, os insetos antocorídeos estão entre os mais importantes agentes de controle biológico em campos abertos e culturas protegidas (FUNDERBURK et al., 2016; MOUDEN et al., 2017). Em alguns sistemas de cultivo, reduzir as populações iniciais da praga com inseticidas que sejam seletivos permite que o controle biológico aumentativo seja bem-sucedido e tenha bom custo-benefício (SANAD; HASSAN, 2019).

Outra estratégia que pode ser utilizada para aumentar as populações de predadores consiste em liberações inoculativas de predadores quando os números de insetos ainda são baixos, ou fornecer fontes alternativas de alimento para predadores, na forma de presas não-pragas, pólen ou outro suplemento alimentar para sustentar predadores antes que as presas estejam disponíveis (SHEHAWY et al., 2021; KHALIQ et al., 2018). No entanto, o pólen pode aumentar o desempenho reprodutivo de tripes, consequentemente, os suplementos alimentares visando beneficiar insetos benéficos precisam ser aplicados com cautela (FU et al., 2019).

Como parasitoide, as espécies *Thripobius semiluteus* (Boucek) (Hymenoptera: Eulophidae), *Ceraninus menes* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) e *Thripastichus gentilei* (Del Guercio) (Hymenoptera: Eulophidae) foram relatadas parasitando a fase de ninfa (CASTRO; SERRÃO, 2015; ETIENNE; RYCKEWAERT; MICHEL, 2015; BALOU et al., 2016). Os fungos entomopatogênicos *Lecanicillium lecanii* (Zimmermann) (Hypocreales: Cordycipitaceae), *Metarhizium anisopliae* (Metschn) (Hypocreales: Clavicipitaceae), *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin

(Hypocreales: Clavicipitaceae) e *Isaria fumosorosea* (Wise) (Hypocreales: Cordycipitaceae) relatados por sua capacidade de infectar as fases de ninfas e adultos, sendo mais severos para os adultos, com exceção de *I. fumosorosea* (ANNAMALAI; KAUSHIK; SELVARAJ, 2016; HERNÁNDEZ; GIRON; SANCHEZ, 2017; KUMAR et al., 2017). Dentre os nematoides entomopatogênicos, destaca-se a espécie *Steinernema feltiae* (Filipjev) (Nematoda: Steinernematidae) que pode penetrar em ninfas e nas fases inativas de tripes (DLAMINI; ALLSOPP; MALAN, 2019).

Outra tática de controle pertencente ao MIP é a resistência de plantas. A superfície de uma planta hospedeira pode servir como barreira física devido a características morfológicas, como cutículas cerosas e/ou estruturas epidérmicas incluindo tricomas. A população de *Thrips tabaci* (Linderman) (Thysanoptera: Thripidae) foi afetada negativamente devido a maior quantidade de cera epicuticular e estômatos na superfície de folhas de cebola (SILVA et al., 2015). Junto com a resistência constitutiva da planta hospedeira, as defesas induzidas podem ser exploradas para o manejo (STENBERG et al., 2017).

As plantas transgênicas que conferem resistência foram desenvolvidas, mas não estão em uso comercial. Algumas cultivares transgênicas expressam inibidores de protease que reduzem a disponibilidade de aminoácidos para o crescimento e desenvolvimento de tripes (MOUDEN et al., 2017). Algodão transgênico desenvolvido nos Estados Unidos contendo uma nova toxina de *Bacillus thuringiensis* protege as mudas de danos de tripes (GRAHAM; STEWART, 2018). Apesar da evolução dessas táticas de manejo integrada, os inseticidas continuam sendo o ponto central de muitos programas de manejo de tripes e o uso de produtos de amplo espectro, como piretroides, neonicotinoides, organofosforados e carbamatos, pode afetar o desempenho de espécies de inimigos naturais (GAO; LEI; REITZ, 2012; FUNDERBURK et al., 2016).

O posicionamento incorreto de produtos químicos sintéticos em programas de MIP pode selecionar indivíduos resistentes e ocasionar em ressurgimento de pragas e surtos de pragas secundárias. Esforços para realizar o manejo da resistência a inseticidas por meio da rotação entre produtos químicos com diferentes modos de ação são prejudicados em sistemas onde muito poucas classes de inseticidas eficazes estão disponíveis, como é o caso da cultura da soja no Brasil, onde constam 19

produtos no portfólio, mas todos pertencem ao grupo dos organofosforados (MOUDEN et al., 2017; AGROFIT, 2021).

1.2.3 Resistência de tripes a inseticidas

A resistência é um caso típico da evolução Darwiniana, em que a contínua pressão de seleção aumenta a frequência relativa de indivíduos pré-adaptados da população do inseto-praga (GEORGHIOU, 1983). Desse modo, o gene que confere resistência a uma determinada tática de controle já existe numa dada população da espécie-praga, mesmo que tal agente de manejo não tenha sido introduzido no controle da praga (FFRENCH-CONSTANT, 2007). Além disso, de acordo com a definição estabelecida pelo IRAC em 2012, a resistência de insetos aos inseticidas também pode ser definida como uma mudança hereditária na sensibilidade de uma população de certa espécie-praga que é observada pela ausência de controle com um determinado produto, quando utilizada a dose recomendada pelo fabricante.

Dentre as consequências do estabelecimento de resistência, pode-se citar a aplicação mais frequente de inseticidas, aumento da dose do produto e substituição por um outro composto que pode ser mais caro e mais tóxico (amplo espectro) (GEORGHIOU, 1983). A taxa de evolução da resistência em populações de tripes está associada principalmente a três parâmetros biológicos: (a) tempo de geração curto (poucos dias), (b) alto índice reprodutivo e (c) um sistema de determinação do sexo haplodiploide (JENSEN, 2000a; REITZ, 2009; HOU et al., 2013). O curto tempo de geração permite a presença de várias gerações durante um ciclo de produção agrícola. Como resultado, as fêmeas podem acasalar-se com descendência resistente, podendo aumentar a frequência de alelos que carregam a resistência em uma população, além disso o elevado número de gerações durante o ano pode expor a praga à uma alta pressão de seleção por inseticidas, o que aumenta as chances de selecionar indivíduos resistentes (IMMARAJU et al., 1992).

Em um sistema de reprodução baseado em haplodiploidia os machos são gerados uniparentalmente, a partir de ovos haploides não fertilizados, e as fêmeas são formadas biparentalmente, a partir de ovos diploides fertilizados (MORITZ, 1998). Essa aceleração na seleção de indivíduos resistentes pode ocorrer porque os genes de resistência que surgem por meio de mecanismos de mutações são expostos à pressão de seleção desde o primeiro ciclo em machos homozigotos, independente de

dominância intrínseca ou recessividade (HAVRON et al., 1987; HEMING, 1995; CARRIERE, 2003). Em sistemas de reprodução haplodiploide, a evolução da resistência se dá em taxa semelhante, independente do alelo de resistência ser dominante, semidominante ou recessivo, enquanto a recessividade causa retardação em populações diploides (DENHOLM et al., 1998).

Os mecanismos de resistência relacionados às populações de tripes incluem a desintoxicação metabólica e alterações do sítio de ação do inseticida (BRODSGAARD, 1994; JENSEN, 2000a; ESPINOSA et al., 2005). Em relação à detoxificação metabólica, existem três grupos de enzimas envolvidas, as esterases, glutathione S-transferases e monooxigenases do citocromo P450 (MAYMO et al., 2002; SAHA, 2016). A principal função desses sistemas enzimáticos é converter substâncias, como inseticidas, em compostos biologicamente menos ativos que são hidrofílicos e posteriormente são removidos durante a excreção (JENSEN, 2000a). Além da detoxificação metabólica, a insensibilidade a acetilcolinesterase tem sido indicada como um mecanismo de resistência aos organofosforados (WANG et al., 2010; HE et al., 2012; ZHANG et al., 2013; XU; WU; HAN, 2014). Mutações no receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR) sugere que a resistência de populações de *Frankliniella intosa* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) a espinosade é causada pela diminuição da sensibilidade no nAChR (HIRUTA et al., 2018).

Os possíveis mecanismos de resistência em espécies como *F. occidentalis* incluem penetração reduzida, detoxificação por P450-monooxigenases, esterases e glutathione S-transferases e alterações da acetilcolinesterase. A resistência do local-alvo aos piretroides, também chamada resistência knockdown, também pode ser um mecanismo de resistência em *F. occidentalis* (ESPINOSA et al., 2005).

A resistência, em geral, tem sido observada como afiliada aos custos adaptativos dos insetos resistentes, ou seja, na ausência da pressão de seleção, os indivíduos resistentes apresentam menores valores biológicos comparados aos suscetíveis, como por exemplo: menor fecundidade, longevidade, aptidão relativa, tamanho e largura do corpo dos indivíduos da progênie, maior tempo de desenvolvimento, maior suscetibilidade aos organismos não alvo, além de reduzir o número e tempo das atividades de alimentação, como foi observado para espinetoram, espinosade e tiametoxam (GAO et al., 2014; LI et al., 2017). Contudo, baseado nos parâmetros avaliados em populações de *F. occidentalis* não foi

detectado custo adaptativo em relação a resistência à inseticidas (BIELZA et al., 2008).

No entanto, a resistência também pode estar relacionada a mutações genéticas. A mutação pode ocorrer tanto por erros na inserção de bases nucleotídicas pela enzima DNA polimerase durante a replicação tanto por danos ao DNA por agentes externos (RAGAGNIN et al., 2016). A mutação do sítio-alvo G275E de *Foa6* foi associada pela primeira vez com resistência a espinosade em *F. occidentalis* na Espanha (PUINEAN et al., 2013). A mutação *Foa6* G275E também já foi associada à resistência ao espinosade em cepas de *Thrips palmi* (Karny) (Thysanoptera: Thripidae) (BAO et al., 2014). A substituição do aminoácido G por V (G275V) também foi relatada como causadora de resistência ao espinosade e espinetoram em *F. occidentalis* (HIRUTA et al., 2018; CHEN et al., 2021).

1.2.4 Monitoramento da resistência de Tripes a inseticidas

O monitoramento da resistência é um componente importante do Manejo da Resistência de Insetos (MRI), visto que perdas de suscetibilidades podem ser detectadas e usadas para a escolha de estratégias de manejo que diminuam o risco de falhas de controle em campo. A geração de informações básicas sobre toxicidade e/ou níveis atuais de tolerância a inseticidas são essenciais pois a partir dessas informações, é possível determinar a dose de campo mais apropriada para seu manejo efetivo. O MRI compreende o monitoramento juntamente com rotações entre diferentes classes de inseticidas e é mais efetiva quando a frequência de resistência ainda é baixa. Entretanto, na maioria das vezes, a resistência só é detectada quando há falhas no controle (CONSTANT; ROUSH, 1990).

Programas de monitoramento geralmente envolvem comparações de doses letais e coeficientes angulares das curvas de dose-resposta (LI et al., 2016; WANG et al., 2016). Esta metodologia se adequa a situações onde a resistência já atingiu altos níveis, mas pode ser ineficiente para detectá-la num programa preventivo onde a frequência ainda é baixa (ROUSH; MILLER, 1986). Nos casos onde a frequência de resistência ainda é baixa, o método da concentração diagnóstica pode ser mais eficiente, desde que haja uma metodologia de bioensaio definida e adequada para a praga a ser testada (ROUSH; MILLER, 1986), levando em conta as características biológicas da praga e o modo de ação do produto.

A rapidez e a precisão na obtenção de resultados são as principais vantagens da técnica da concentração diagnóstica pois utiliza um número reduzido de indivíduos quando comparado com a técnica da comparação de doses letais (ROUSH; MILLER, 1986).

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2021. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 25 Jun. 2021.
- ANNAMALAI, M.; KAUSHIK, H. D.; SELVARAJ, K. Bioefficacy of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Lecanicillium lecanii* Zimmerman against *Thrips tabaci* Lindeman. **Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences**, v. 86, n. 2, p. 505-511, 2016.
- ATAKAN, E.; PEHLIVAN, S. Seasonal Abundance of Thrips Species (Thysanoptera) and Predatory Bug, *Orius niger* (Wolff, 1811) (Hemiptera: Anthocoridae) on Weeds in an Okitsu Mandarin Grove. **Alinteri Journal of Agriculture Science**, v. 36, n. 1, p. 90-98, 2021.
- BALOU, M. M. et al. Identification of natural enemies of maple thrips, *Taeniothrips inconsequens* (Uzel) (Thy.: Thripidae) in Ilam Province. **Plant Pest Research**, v. 6, n. 3, p. 83-87, 2016.
- BARA, G. T.; LAING, M. D. Attractiveness of different coloured sticky traps to the South African citrus thrips (*Scirtothrips aurantii* Faure) in avocado, KwaZulu-Natal, South Africa. **African Entomology**, v. 28, n. 1, p. 133-141, 2020.
- BATUMAN, O. et al. Development of an IPM Strategy for Thrips and Tomato spotted wilt virus in Processing Tomatoes in the Central Valley of California. **Pathogens**, v. 9, n. 8, p. 636, 2020.
- BELTRÁN, R.; HELMAN, S.; PETERLIN, O. Control de *Caliothrips phaseoli* Hood y *Frankliniella schultzei* Trybon y *Aphis gossypii* Glover con insecticidas sistémicos aplicados a las semillas de algodón. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v. 33, n. 1, p. 39-48, 2004.
- BHATTACHARYYA, M. The push-pull strategy: A new approach to the eco-friendly method of pest management in agriculture. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, n. 3, p. 604-607, 2017.
- BIELZA, P. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 64, n. 11, p. 1131-1138, 2008.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L. et al. Infestation of *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) on bean cultivars grown in the winter, rainy, and dry seasons in Brazil. **Environmental entomology**, v. 44, n. 4, p. 1139-1148, 2015.
- BOITO, G. T. et al. Primera cita de dos especies de insectos sobre el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) en Córdoba, Argentina. **Agriscientia**, v. 23, n. 2, p. 99-103, 2006.

BORBÓN, C. M; MAZZITELLI, E.; ESTRADA, M. L. A. **El Trips del poroto, *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) dañando hojas de duraznero**. Disponível em: <<http://inta.gob.ar/documentos/el-trips-del-poroto-caliothrips-phaseoli-hoodthysanoptera-thripidae-danando-hojas-de-duraznero>>. Acesso em: 10 Jun. 2021.

BREUIL, S. et al. Exploring species composition and population dynamics of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in peanut crops in Argentina. **Phytoparasitica**, v. 49, n. 4 p. 1-8, 2021.

BRODSGAARD, H. F. Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue-on-glass test. **Journal of economic entomology**, v. 87, n. 5, p. 1141-1146, 1994.

CARRIÈRE, Y. Haplodiploidy, sex, and the evolution of pesticide resistance. **Journal of economic entomology**, v. 96, n. 6, p. 1626-1640, 2003.

CASTRO, J. C. Z.; SERRÃO, J. E. *Thripastichus gentilei*: A New Agent for Biological Control of the Guava Thrips in Brazil (Hymenoptera: Eulophidae). **Entomologia Generalis**, v. 35, n. 3, p. 151-155, 2015.

CHEN, Y. et al. Mutation (G275E) of nAChR subunit Foa6 associated with spinetoram resistance in Australian western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). **Molecular Biology Reports**, v. 48, n. 4, p. 3155-3163, 2021.

CHOW, A.; CHAU, A.; HEINZ, K. M. Reducing fertilization: a management tactic against western flower thrips on roses. **Journal of Applied Entomology**, v. 136, n. 7, p. 520-529, 2012.

CONSTANT, R. H. F.; ROUSH, R. T. Resistance detection and documentation: the relative roles of pesticidal and biochemical assays. In: ROUSH, R. T.; TABASHNIK, B. E. (eds.). **Pesticide resistance in arthropods**. Springer, 1990. p. 4-38.

CLOYD, R. A. Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse. **Pest Technology**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2009.

DENHOLM, I. et al. Challenges with managing insecticide resistance in agricultural pests, exemplified by the whitefly *Bemisia tabaci*. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 353, n. 1376, p. 1757-1767, 1998.

DLAMINI, T. M.; ALLSOPP, E.; MALAN, A. P. Management of *Frankliniella occidentalis* (western flower thrips), and the potential use of entomopathogenic nematodes: a South African perspective. **African Entomology**, v. 27, n. 2, p. 265-278, 2019.

EL-WAHAB, A. et al. Survey, seasonal abundance of thrips species and first record of two thrips species associated with soybean and weed plants in Egypt. **Egyptian**

Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology, v. 9, n. 3, p. 49-68, 2016.

ESPINOSA, P. J. et al. Metabolic mechanisms of insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). **Pest management science**, v. 61, n. 10, p. 1009-1015, 2005.

ETIENNE, J.; RYCKEWAERT, P.; MICHEL, B. Thrips (Insecta: Thysanoptera) of Guadeloupe and Martinique: updated check-list with new information on their ecology and natural enemies. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 1, p. 298-304, 2015.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

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

FU, B. et al. Oviposition, feeding preference, and biological performance of *Thrips hawaiiensis* on four host plants with and without supplemental foods. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 13, n. 3, p. 441-452, 2019.

FUNDERBURK, J. et al. Biotic resistance limits the invasiveness of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), in Florida. **Insect science**, v. 23, n. 2, p. 175-182, 2016.

GAMUNDI, J. C. et al. Evaluación del daño de trips *Caliothrips phaseoli* (Hood) en soja. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 64, n. 4, p. 371-372, 2005.

GAMUNDI, J. C.; PEROTTI, E. M.; DIZ, J. Control y evaluación de daños de *Caliothrips phaseoli* (Hood) en cultivos de soja. **Para mejorar la producción**, v. 33, n. 1, p. 77-80, 2006.

GAMUNDI, J. C.; PEROTTI, E. Evaluación de daño de *Frankliniella schultzei* (Trybom) y *Caliothrips phaseoli* (Hood) en diferentes estados fenológicos del cultivo de soja. **Para mejorar la producción**, v. 42, n. 1, p. 1-5, 2009.

GAO, Y.; LEI, Z.; REITZ, S. R. Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. **Pest management science**, v. 68, n. 8, p. 1111-1121, 2012.

GAO, C. et al. Thiamethoxam resistance selected in the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae): cross-resistance patterns, possible biochemical mechanisms and fitness costs analysis. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 114, n. 1, p. 90-96, 2014.

GEORGHIOU, G. P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU, G. P. (eds.). **Pest resistance to pesticides**. Springer, 1983. p. 769-792.

GRAHAM, S. H.; STEWART, S. D. Field study investigating Cry51Aa2. 834_16 in cotton for control of thrips (Thysanoptera: Thripidae) and tarnished plant bugs (Hemiptera: Miridae). **Journal of economic entomology**, v. 111, n. 6, p. 2717-2726, 2018.

HAVRON, A. et al. Selection on the male hemizygous genotype in arrhenotokous insects and mites. **Entomophaga**, v. 32, n. 1, p. 261-268, 1987.

HAZIR, A.; OLÇULU, M.; ÖZTÜRK, Naim. Investigations on the Use of Kairomone and Pheromone Attractants for Control of Thrips Species (Thysanoptera: Thripidae) by Mass-trapping in Nectarine Orchards. **Journal of Agricultural Sciences**, v. 26, n. 3, p. 290-298, 2020.

HE, Y. et al. Using synergists to detect multiple insecticide resistance in field populations of rice stem borer. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 103, n. 2, p. 121-126, 2012.

HEMING, B. S. History of the germ line in male and female thrips, in: PARKER, B. L.; SKINNER, M.; LEWIS, T. (eds.). **Thrips Biology and Management**, Plenum Press, 1995. p. 505-535.

HERNÁNDEZ, R. A. T.; GIRÓN, J. A. O.; SÁNCHEZ, D. Preliminary Observations on Pathogenicity of Commercial Formulations of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* Entomopathogenic Fungi for Control of *Frankliniella invasor* Under Laboratory Conditions. **Southwestern Entomologist**, v. 42, n. 4, p. 1035-1041, 2017.

HIRUTA, E. et al. Nicotinic acetylcholine receptor $\alpha 6$ subunit mutation (G275V) found in a spinosad-resistant strain of the flower thrips, *Frankliniella intonsa* (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of Pesticide Science**, v. 43, n. 4, p. 272-276, 2018.

HODDLE, M. S.; MOUND, L. A.; PARIS, D. L. 2012. **Thrips of California**. CBIT Publishing, Queensland. Disponível em: <http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/overview/classification.html>. Acesso em: 19 Nov. 2019.

HOU, W. et al. Biochemical mechanism of resistance to spinosad in *Frankliniella occidentalis*. **Chinese Journal of Applied Entomology**, v. 50, n. 4, p. 1042-1048, 2013.

IMMARAJU, J. A. et al. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. **Journal of economic entomology**, v. 85, n. 1, p. 9-14, 1992.

INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (IRAC). **Susceptibility Test Methods Series**. 2009. Disponível em <https://www.irac-online.org/content/uploads/Method_010_v3_june09.pdf>. Acesso em: 29 Jan. 2020.

JENSEN, S. E. Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, n. 2, p. 131-146, 2000a.

JESUS, F. G. de et al. Infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B e *Caliothrips phaseoli* em genótipos de Feijoeiro. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 637-648, 2010.

KHALIQ, A. et al. Suitability of *Thrips tabaci* L. (Thysanoptera: Thripidae) as prey for the phytoseiid mite, *Neoseiulus barkeri* Hughes (Acari: Phytoseiidae). **African Entomology**, v. 26, n. 1, p. 131-135, 2018.

KUMAR, V. et al. Evaluation of insecticides for curative, preventive, and rotational use on *Scirtothrips dorsalis* South Asia (Thysanoptera: Thripidae). **Florida Entomologist**, v. 100, n. 3, p. 634-647, 2017.

LEMIC, D. et al. The impact of visual cards on pest populations in greenhouse tomato production. **European journal of horticultural science**, v. 85, n. 1, p. 22-29, 2020.

LI, X. et al. Fitness trade-off associated with spinosad resistance in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of economic entomology**, v. 110, n. 4, p. 1755-1763, 2017.

MAO, L. et al. Attraction effect of different colored cards on thrips *Frankliniella intonsa* in cowpea greenhouses in China. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2018.

MAYMO, A. C. et al. Evaluation of metabolic detoxifying enzyme activities and insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis*. **Pest management science**, v. 58, n. 9, p. 928-934, 2002.

MORITZ, G. Structure, growth and development, in: LEWIS, T. (eds.). **Thrips as Crop Pests**. CAB International, 1998. p. 15-63.

MOUND, L. A.; MARULLO, R. The thrips of Central and South America: an introduction. **Memoirs on Entomology**, v. 6, n. 1, p.1-488, 1996.

MOUDEN, S. et al. Integrated pest management in western flower thrips: past, present and future. **Pest management science**, v. 73, n. 5, p. 813-822, 2017.

MOUDEN, S.; LEISS, K. A. Host plant resistance to thrips (Thysanoptera: Thripidae) – current state of art and future research avenues. **Current Opinion in Insect Science**, v. 45, n. 1, p. 28-34, 2020.

NIASSY, S. et al. Active aggregation among sexes in bean flower thrips (*Megalurothrips sjostedti*) on cowpea (*Vigna unguiculata*). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 158, n. 1, p. 17-24, 2016.

PALMER, J. M. Identification of the common thrips of tropical Africa (Thysanoptera: Insecta). **International Journal of Pest Management**, v. 36, n. 1, p. 27-49, 1990.

PEREIRA, J. L. et al. Glyphosate Impact on Arthropods Associated to Roundup Ready and Conventional Soybean (*Glycine max* L.). **Planta Daninha**, v. 38, 2020.

PUINEAN, A. M. et al. A nicotinic acetylcholine receptor transmembrane point mutation (G275E) associated with resistance to spinosad in *Frankliniella occidentalis*. **Journal of Neurochemistry**, v. 124, n. 5, p. 590-601, 2013.

REITZ, S. R. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. **Florida Entomologist**, v. 92, n. 1, p. 7-13, 2009.

RODRÍGUEZ, S.; ZAMAR, M. I.; VASICEK, A. L. Diversidad de tisanópteros en el cultivo de tabaco, en malezas y otros cultivos asociados, en Jujuy (Argentina). **Revista Agronómica del Noroeste Argentino**, v. 34, n. 2, p. 239-241, 2014.

ROMERO, B.; DILLON, F. M.; ZAVALA, J. A. Different soybean cultivars respond differentially to damage in a herbivore-specific manner and decrease herbivore performance. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 14, n. 1, p. 89-99, 2020.

ROUSH, R. T.; MILLER, G. L. Considerations for design of insecticide resistance monitoring programs. **Journal of economic entomology**, v. 79, n. 2, p. 293-298, 1986.

SAHA, D. Host plant-based variation in fitness traits and major detoxifying enzymes activity in *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae), an emerging sucking pest of tea. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 36, n. 3, p. 106-118, 2016.

SANAD, A. S.; HASSAN, G. M. Controlling the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) by releasing the predatory phytoseiid mites and pesticides on pepper in a greenhouse. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 29, n. 1, p. 1-8, 2019.

SCHUBER, J. M. et al. Thysanoptera coletados em pomares de *Prunus persica* no município de Araucária, Paraná. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 3, p. 411-414, 2008.

SCHUCH, U. K.; REDAK, R. A.; BETHKE, J. A. Cultivar, fertilizer, and irrigation affect vegetative growth and susceptibility of chrysanthemum to western flower thrips. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 123, n. 4, p. 727-733, 1998.

SHEHAWY, A. A. et al. Predacious effect of some predatory mites on Thrips tabaci Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) infesting Rogina tomato hybrid. **African Entomology**, v. 29, n. 1, p. 212-223, 2021.

SILVA, V. C. P. et al. Morphological and chemical characteristics of onion plants (*Allium cepa* L.) associated with resistance to onion thrips. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 1, p. 85-92, 2015.

SOSA, M. R.; ZAMAR, M. I.; TORREJON, S. E. Ciclo de vida y reproducción de *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) sobre Fabaceae y Solanaceae (Plantae) en condiciones de laboratorio. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 76, n. 3-4, p. 1-6, 2017.

STENBERG, J. A. A conceptual framework for integrated pest management. **Trends in plant science**, v. 22, n. 9, p. 759-769, 2017.

STEINER, M. Y.; SPOHR, L. J.; GOODWIN, S. Relative humidity controls pupation success and dropping behaviour of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). **Australian journal of entomology**, v. 50, n. 2, p. 179-186, 2011.

TANG, L. et al. The life table parameters of *Megalurothrips usitatus* (Thysanoptera: Thripidae) on four leguminous crops. **Florida entomologist**, v. 98, n. 2, p. 620-625, 2015.

TOLEDO-PERDOMO, C. E.; SAGASTUME-MENA, H. A. Comportamiento de poblaciones de trips (Insecta: Thysanoptera) asociados al ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) en Guatemala. **Revista Científica De FAREM-Estelí**, v. 30 n. 1, p. 76-85, 2019.

TRUMAN, J. W. The evolution of insect metamorphosis. **Current Biology**, v. 29, n. 23, p. R1252-R1268, 2019.

TYLER-JULIAN, K. et al. Evaluation of a push-pull system for the management of *Frankliniella* species (Thysanoptera: Thripidae) in tomato. **Insects**, v. 9, n. 4, p. 187, 2018.

WANG, L. et al. Cross-resistance and possible mechanisms of chlorpyrifos resistance in *Laodelphax striatellus* (Fallén). **Pest management science**, v. 66, n. 10, p. 1096-1100, 2010.

WANG, Z. et al. Field-evolved resistance to insecticides in the invasive western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in China. **Pest management science**, v. 72, n. 7, p. 1440-1444, 2016.

XU, L.; WU, M.; HAN, Z. Biochemical and molecular characterisation and cross-resistance in field and laboratory chlorpyrifos-resistant strains of *Laodelphax striatellus* (Hemiptera: Delphacidae) from eastern China. **Pest management science**, v. 70, n. 7, p. 1118-1129, 2014.

ZAINAB, S.; SATHUA, S. K.; SINGH, R. N. Study of population dynamics and impact of abiotic factors on thrips, *Scirtothrips dorsalis* of chilli, *Capsicum annuum* and comparative bio-efficacy of few novel pesticides against it. **International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology**, v. 9, n. 3, p. 451-456, 2016.

ZHANG, Y. et al. Overexpression of carboxylesterase-1 and mutation (F439H) of acetylcholinesterase-1 are associated with chlorpyrifos resistance in *Laodelphax striatellus*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 106, n. 1-2, p. 8-13, 2013.

ZHANG, S.; MOUND, L.; FENG, J. Morphological phylogeny of Thripidae (Thysanoptera: Terebrantia). **Invertebrate Systematics**, v. 33, n. 4, p. 671-696, 2019.

CAPÍTULO 2

LINHAS DE REFERÊNCIA DE SUSCETIBILIDADE DE *Caliothrips phaseoli* (HOOD) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) A INSETICIDAS E MONITORAMENTO DA SUSCETIBILIDADE A ESPINETORAM

RESUMO

A soja (*Glycine max* L.) se destaca como o principal produto agrícola exportado pelo Brasil. As plantas de soja cultivadas podem sofrer infestações de artrópodes-praga, como *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) conhecido como tripes, que diminuem a produtividade. O manejo dessa espécie tem sido realizado quase que exclusivamente com inseticidas, mas ainda são necessários estudos sobre a suscetibilidade da espécie aos principais inseticidas utilizados. Portanto, objetivou-se caracterizar as linhas de referência de suscetibilidade de *C. phaseoli* a inseticidas e monitorar a suscetibilidade a espinetoram. Para a caracterização da suscetibilidade de populações (Goiás ou Minas Gerais) de *C. phaseoli*, utilizou-se o tratamento superficial da dieta natural por meio de imersão nas caldas. Após a caracterização das linhas de referência de suscetibilidade de *C. phaseoli* a acefato, acetamipride, cloridrato de formetanato, espinetoram, imidaclopride e lambda-cialotrina, foram definidas as concentrações diagnósticas (CL₉₅). Adicionalmente, foi realizado o monitoramento da suscetibilidade ao espinetoram da população Goiás. A partir dos resultados de curvas de concentração-resposta da população Minas Gerais, as CL₅₀/mL água obtidas foram de 33,67 ppm de acefato, 58,24 ppm de acetamipride, 283,96 ppm de cloridrato de formetanato, 0,06 ppm de espinetoram, 94,03 ppm de imidaclopride e 244,18 ppm de lambda-cialotrina. Já as doses diagnósticas, baseadas na CL₉₅/mL água foram de 134,30 ppm de acefato, 449,58 ppm de acetamipride, 741,61 ppm de cloridrato de formetanato, 0,58 ppm de espinetoram, 4046,00 ppm de imidaclopride e 2001,00 ppm de lambda-cialotrina. Observou-se diferença na suscetibilidade de *C. phaseoli* entre as populações Minas Gerais e Goiás. Entretanto, devido às diferentes condições geográficas e falta do histórico do uso de produtos fitossanitários nas áreas não foi possível afirmar o grau de resistência da população Goiás.

Palavras-chave: Thysanoptera; químico sintético; monitoramento da resistência; manejo da resistência

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* L.) stands out as the main agricultural product exported by Brazil. Cultivated soybean plants can suffer arthropod pest infestations, such as *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) known as thrips, which decrease productivity. The management of this species has been carried out almost exclusively with insecticides, but studies on the susceptibility of the species to the main insecticides used are still needed. Therefore, the objective was to characterize the reference lines of susceptibility of *C. phaseoli* to insecticides and to monitor the susceptibility to spinetoram. To characterize the susceptibility of populations (Goiás or Minas Gerais) of *C. phaseoli*, the surface treatment of the natural diet by immersion in the syrups was used. After characterizing the reference lines of susceptibility of *C. phaseoli* to acephate, acetamiprid, formetanate hydrochloride, spinetoram, imidacloprid and lambda-cyhalothrin, diagnostic concentrations (CL₉₅) were defined. Additionally, the monitoring of the susceptibility to spinetoram of the Goiás population was carried out. From the results of the concentration-response curves of the Minas Gerais population, the LC₅₀/mL water obtained were 33.67 ppm of acephate, 58.24 ppm of acetamiprid, 283.96 ppm of formetanate hydrochloride, 0.06 ppm of spinetoram, 94.03 ppm of imidacloprid and 244.18 ppm of lambda-cyhalothrin. The diagnostic doses, based on LC₉₅/mL water, were 134.30 ppm of acephate, 449.58 ppm of acetamiprid, 741.61 ppm of formetanate hydrochloride, 0.58 ppm of spinetoram, 4046.00 ppm of imidacloprid and 2001.00 ppm lambda-cyhalothrin. There was a difference in the susceptibility of *C. phaseoli* between the populations of Minas Gerais and Goiás. However, due to the different geographic conditions and lack of history of the use of phytosanitary products in the areas, it was not possible to state the degree of resistance of the Goiás population.

Key words: Thysanoptera; synthetic chemical; resistance monitoring; resistance management

2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil produziu 124,8 milhões de toneladas de soja na safra 2019/2020, o que garantiu a primeira posição entre os países produtores de soja do mundo (CONAB, 2020; USDA, 2020). Apesar dos constantes recordes de produção obtidos, a cultura da soja possui limitantes fitossanitários, como a ocorrência de artrópodes-praga. Embora seja considerada uma praga secundária, a cada ano, o nível de infestação por tripes tem aumentado nas lavouras brasileiras, podendo ser encontradas espécies como *Caliothrips brasiliensis* (Morgan), *C. impurus* (Priesner), *C. phaseoli* (Hood), *Frankliniella schultzei* (Trybom), *F. tritici* (Fitch), *Scirtothrips dorsalis* (Hood), *Thrips palmi* (Karny) e *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae) (LINK; COSTA; CARVALHO, 1981; PEREIRA et al., 2020). A predominância de uma ou outra espécie pode variar dependendo da vegetação nativa e das condições climáticas da região (MINAEI; MOUND, 2020; CLOYD, 2009).

O gênero *Caliothrips* possui cerca de 21 espécies descritas, das quais 10 são relatadas apenas na América do Norte enquanto as outras podem ser encontradas em países tropicais e subtropicais (HODDLE; MOUND; PARIS, 2012). A espécie *C. phaseoli* é distribuída no Caribe e América do Sul e há relatos de ocorrência em soja (*Glycine max* L.) (GAMUNDI et al., 2005; GAMUNDI; PEROTTI; DIZ, 2006; GAMUNDI & PEROTTI, 2009), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (BELTRAN; HELMAN; PETERLIN, 2004), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (JESUS et al., 2010; BOIÇA-JUNIOR et al., 2015), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (RODRIGUEZ; ZAMAR; VASICEK, 2014) e amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (BOITO et al., 2006).

Estudos realizados com *C. phaseoli* evidenciaram que, quando multiplicados em *P. vulgaris* e sob condições de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $72 \pm 6\%$ e fotofase de 12 horas), a duração do ciclo ovo-adulto, com reprodução sexuada, foi de 19,0 dias e, quando assexuada, 24,6 dias (SOSA; ZAMAR; TORREJON, 2017). Nesse contexto, *C. phaseoli* pode alcançar até 5 gerações simultâneas durante o ciclo fenológico da soja quando em reprodução sexuada, e até 4 gerações em reprodução assexuada, o que pode contribuir para a aceleração da evolução da resistência já que a contínua pressão de seleção em conjunto com o curto ciclo de vida da espécie aumenta a frequência relativa de indivíduos pré-adaptados (GEORGHIOU, 1983).

Frequentemente o manejo de tripes é realizado com produtos químicos, no entanto, o uso excessivo dos inseticidas sem posicionamento técnico adequado em conjunto com o curto ciclo de vida, o alto potencial biótico, o amplo espectro enzimático advindo do polifagismo e o sistema reprodutivo haplodiploide, podem contribuir com o rápido aumento da frequência de indivíduos resistentes a inseticidas nas populações de campo (GAO; LEI; REITZ, 2012). Populações nativas de *C. phaseoli* e de outras espécies de tripes podem possuir alelos resistentes em baixa frequência, antes mesmo da exposição aos inseticidas. A pré-existência destas características resistentes aumenta a probabilidade de evolução da frequência de resistência (ROUSH; MCKENZIE, 1987).

Além disso, o rápido ciclo de vida de *C. phaseoli* permite o desenvolvimento de várias gerações por ano, o que também pode contribuir para a evolução da frequência de indivíduos resistentes aos inseticidas em uma população (IMMARAJU; MORSE; HOBZA, 1990). O uso intensivo de inseticidas tende a remover a maior parte dos indivíduos suscetíveis da população, consequentemente permitindo aumento da proporção ou frequência de indivíduos com genótipos resistentes (GAO; LEI; REITZ, 2012). Assim, o uso excessivo e incorreto dos produtos químicos pode levar a rápida evolução da frequência de resistência em uma população devido à pressão de seleção exercida (ROUSH et al., 1990).

Os principais grupos de inseticidas químicos sintéticos que são utilizados para manejo são avermectinas, espinosinas, neonicotinoides, organofosforados e piretroides (MOUDEN et al., 2017). O acefato, pertencente ao grupo dos organofosforados, é utilizado principalmente para manejo de insetos sugadores, apresenta baixo custo, boa eficiência e possui registro para espécies de tripes na cultura do algodão, amendoim, feijão, soja e tomate. O acetamipride pertence ao grupo dos neonicotinoides e também possui baixo custo e boa eficiência, além de ser registrado para tripes na cultura do tomate e outros insetos sugadores em diversas culturas. Cloridrato de formetanato é inseticida e acaricida registrado principalmente para espécies de tripes em diversas culturas. Espinetoram é um inseticida semi-sintético registrado para lepidópteros em grandes culturas, entretanto, apresenta elevados níveis de eficácia contra tripes (SIEBERT et al., 2016). Imidaclopride é um neonicotinoide que apresenta baixo custo, boa eficiência e é registrado para diversas espécies de insetos sugadores, incluindo tripes, em diversas culturas. Lambda-

cialotrina também possui baixo custo, boa eficiência de forma geral e é registrado para tripses na cultura do amendoim e cebola.

Diante desse contexto, é importante conhecer o 'status' de suscetibilidade de *C. phaseoli* aos inseticidas citados anteriormente que são os mais utilizados comercialmente, bem como monitorar a suscetibilidade. Dessa forma, foram caracterizadas as linhas de referência de uma população de *C. phaseoli* coletada em Minas Gerais aos principais inseticidas comerciais e realizado o monitoramento da suscetibilidade da mesma espécie coletada em soja em Goiás ao espinetoram.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Coleta e criação de *C. phaseoli*

Ninfas e adultos de *C. phaseoli* foram coletados diretamente em plantas de soja no estágio fenológico R7 em Planura/MG (48°44'01.10" W, 20°06'46.60" S) e no estágio R2 em Rio Verde/GO (50°57'04.40" W, 17°12'36.25" S). Os insetos foram transportados para o laboratório do Grupo de Pesquisa em Manejo Integrado de Pragas na Agricultura - AGRIMIP. No laboratório, os insetos foram multiplicados em plantas de feijão-carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) e acondicionados em sala climatizada a $26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Após estabelecimento da criação em laboratório, duas amostras contendo, aproximadamente, 10 insetos de cada população, foram armazenadas em álcool 90° sendo uma encaminhada ao laboratório de Virologia Vegetal da FCA/UNESP para identificação da espécie por meio de análise molecular e outra à Universidade Federal do Piauí (UFPI) para identificação taxonômica.

Para obtenção das plantas de feijão-carioca, sementes foram cultivadas em bandejas (74 x 337 x 670; 162 células) com substrato (turfa, vermiculita e resíduo orgânico; Carolina Soil®). Após sete dias, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 0,5 L, contendo substrato composto por mistura na proporção 2:2:1 (solo, areia, esterco). A adubação foi realizada com 500 mg de nitrogênio, 500 mg de cloreto de potássio e 2 mg de fósforo por litro de solo, no momento do transplante. As plantas foram cultivadas em casa-de-vegetação vedada

e a partir do estágio V3 (aproximadamente 14 dias após o transplante) foram ofertadas para alimentação e oviposição de *C. phaseoli*.

2.2.2 Identificação dos espécimes coletados

Para a identificação molecular, foi feita a extração do DNA total de, aproximadamente, 10 espécimes de cada população de acordo com o protocolo Chelex modificado (BOONHAM et al., 2002). Os insetos foram macerados em tubos de 1,5 ml com 50 µl de solução Chelex a 5% e, as amostras incubadas a 94°C por 5 min e posteriormente centrifugadas por 5 min a 14.000 rpm.

As amostras de DNA foram submetidas à reação de PCR com os primer's degenerados mtD-7.2F 5'-ATTAGGAGCHCCHGAYATAGCATT-3' e mtD-9.2R 5'-CAGGCAAGATTAAAATATAAACTTCTG-3', que amplificam 433pb do gene mitochondrial COI (BRUNNER; FLEMING; FREY, 2002). A amplificação foi realizada em volume final de 25 µl, contendo 2,5 µl de DNA, 12,5 µl de GoTaq Green Master Mix Kit (Promega, Brasil) e 0,25 µl de cada iniciador. O ciclo utilizado foi: 94°C - 3min, 35 ciclos de 95°C - 30 seg, 55°C - 30 seg, 72°C - 45 seg e extensão final de 72°C - 5min. Os produtos de PCR foram visualizados em eletroforese com gel de agarose a 1%, corado com brometo de etídio e purificados utilizando o QIAquick Gel Extraction Kit Qiagen. Os amplicons foram sequenciados em ambas direções e as sequências submetidas a análise de BLAST no GenBank (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Estas etapas foram realizadas em colaboração com o laboratório de Virologia Vegetal da UNESP/FCA.

Para a identificação morfológica, a amostra contendo aproximadamente 10 espécimes coletados de ambas as populações, foi preparada armazenando os indivíduos em álcool 90° e enviados ao prof. Elison Fabricio Bezerra Lima da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Amílcar Ferreira Sobral, Floriano/PI. O método de montagem dos exemplares foi baseado em Monteiro (1994) e Mound e Marullo (1996), com uma pequena modificação no último passo da clarificação dos exemplares. Ao invés de transferir os espécimes diretamente do etanol 100% para o óleo de cravo, um passo intermediário contendo uma mistura de etanol 100% e óleo de cravo (1:1) foi acrescentada. Para concluir a identificação dos espécimes, os indivíduos foram macerados e desidratados para a montagem das lâminas e posterior

análise em microscópio com base na chave morfológica proposta por Monteiro (1994) e Mound e Marullo (1996).

2.2.3 Caracterização das linhas de referência de suscetibilidade de *C. phaseoli*

Para a caracterização das linhas de referência de suscetibilidade, foram realizados bioensaios de ingestão com a técnica de tratamento superficial da dieta natural. Vagens de feijão-carioca *P. vulgaris* foram adquiridas em supermercado e submetidas ao processo de lavagem e higienização com hipoclorito de sódio à 0,5% visando eliminar agentes contaminantes. As vagens foram então cortadas em seções de, aproximadamente, 20 mm de comprimento. As extremidades foram seladas com vaselina sólida. Posteriormente, as vagens foram submetidas ao processo de imersão por 30 segundos nos respectivos tratamentos, retiradas e colocadas em superfície de papel alumínio para secagem.

Foram testados os seguintes inseticidas em suas respectivas concentrações: Acefato (Orthene 750 BR®): 0 ppm, 20 ppm, 25 ppm, 32 ppm, 56 ppm e 160 ppm; acetamipride (Mospilan WG®): 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 80 ppm, 120 ppm, 160 ppm e 320 ppm; cloridrato de formetanato (Dicarzol 500 SP®): 0 ppm, 101 ppm, 254 ppm, 320 ppm e 508 ppm; espinetoram (Exalt®): 0 ppm, 0,014 ppm, 0,053 ppm, 0,1 ppm, 0,3 ppm, 0,4 ppm e 0,6 ppm; imidaclopride (Evidence 700 WG®): 0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, 160 ppm, 560 ppm; e lambda-cialotrina (Karate Zeon 50 CS®): 0 ppm, 10 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 300 ppm, 800 ppm e 1000 ppm. Placas de Petri (5 cm de diâmetro) foram forradas com papel filtro, devidamente identificadas e separadas de acordo com as concentrações dos inseticidas. A partir da solução estoque com concentração de 1000 ppm de i.a. do produto comercial, as respectivas concentrações de cada inseticida foram diluídas em água destilada, adicionando-se também o surfactante Tween 20® à 0,1% e permaneceram em béqueres de 200 mL. As vagens foram colocadas dentro das placas de Petri do respectivo tratamento. Com o auxílio de um sugador composto por pipeta tipo Pasteur de vidro, cano plástico de 0,5cm de diâmetro e tecido tipo "nylon" (vedação), os adultos com até 96 horas de idade foram aspirados e transferidos. As placas de Petri foram mantidas em sala à $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Para determinação dos períodos de avaliação dos bioensaios para cada inseticida, foram realizados pré-testes selecionando-se os períodos que proporcionaram melhores valores para os parâmetros avaliados (coeficiente angular, χ^2), demonstrando maior ajuste aos modelos de Probit e log-log complementar. De acordo com o período selecionado para cada inseticida (24, 48 ou 72 h), os indivíduos foram avaliados e considerados mortos quando não mostraram sinais de movimento ou reação ao toque, realizado com auxílio de um pincel de cerdas finas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 repetições (1 placa por repetição, 10 adultos por placa) para cada concentração, totalizando 50 adultos por concentração. Os dados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit e de log-log complementar utilizando o programa SAS (Proc probit) (SAS INSTITUTE, 2002). A partir da curva de concentração-resposta, a concentração letal CL_{50} , o respectivo intervalo de confiança (IC 95%) e o valor do coeficiente angular foram estimados. Para a estimativa das CL_{90} e CL_{99} e respectivos intervalos de confiança (IC 95%), os dados foram submetidos ao modelo binomial com função de ligação complemento log-log (gompit) (Proc Probit) (SAS INSTITUTE, 2002).

2.2.4 Monitoramento da suscetibilidade de *C. phaseoli* a espinetoram

O monitoramento da suscetibilidade foi realizado com adultos de até 96 horas de idade por meio do bioensaio de ingestão com a técnica de tratamento superficial da dieta natural (vagem de feijão) utilizando a população coleta em Goiás. Foram utilizadas as concentrações 0,06 ppm, 0,04 ppm, 0,40 ppm e 0,58 ppm equivalentes às CL_{50} , o menor valor do intervalo de confiança referente a CL_{50} e as CL_{90} e CL_{95} de espinetoram (Exalt®), respectivamente, encontradas para a população de laboratório (MG-1), seguindo o mesmo procedimento descrito no item 2.2.3.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 5 repetições (1 placa por repetição, 10 adultos por placa) para cada concentração, totalizando 50 adultos - um por concentração. A mortalidade foi avaliada dois dias após infestação.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Caracterização das linhas de referência de suscetibilidade de *C. phaseoli*

A partir da análise dos intervalos de confiança constatou-se que houve variabilidade dos valores de CL₅₀ para a maioria dos inseticidas testados. A menor concentração necessária para causar mortalidade foi obtida quando se utilizou o espinetoram (CL₅₀ equivalente a 0,06 ppm), acefato (33,67 ppm), acetamipride (58,24 ppm), imidaclopride (94,03 ppm), lambda-cialotrina (244,18 ppm) e cloridrato de formetanato (283,96 ppm) (Tabela 1).

Níveis variáveis de suscetibilidade a diferentes inseticidas podem ser encontrados como resultado da exposição diferencial aos inseticidas mesmo que em uma mesma localidade, devido a fatores como: variabilidade genética dos indivíduos presente em uma mesma população; pelo comportamento dos tripes, visto que as ninfas são encontradas na folhagem, as pupas no solo e os adultos possuem ótima mobilidade, os quais podem dificultar a exposição aos inseticidas, e até mesmo devido ao histórico de pulverizações (SILVA et al., 2003; HELYER; BROBYN, 2008).

O espinetoram (Exalt®) é um inseticida químico semi-sintético recomendando para o manejo de lagartas na cultura da soja. Entretanto, devido ao aparelho bucal raspador - semelhante ao de insetos da ordem Lepidoptera - sugador do tripes e seu hábito alimentar de sugar o conteúdo celular das folhas, este ingrediente ativo já foi relatado como eficaz para diversas espécies de tripes (KUMAR et al., 2017; WALTER et al., 2018; MATHARU; TANWAR, 2020; RENKEMA et al., 2020). Atualmente, a maior parte da soja cultivada no Brasil é geneticamente modificada com a expressão de proteínas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* (Bt) para o manejo de insetos-praga principalmente da ordem Lepidoptera, o que requer uma menor quantidade de pulverizações com inseticidas químicos e diminui a exposição de organismos “não-alvo” como o tripes, o que pode explicar a alta suscetibilidade dos insetos testados ao espinetoram (SPECHT et al., 2018).

Dos produtos comerciais testados, somente acefato e imidaclopride possuem registro para tripes na soja, o que leva a acreditar que são os mais utilizados para manejo. Entretanto, estes apresentaram baixos valores de CL₅₀, ou seja, foram um dos tratamentos mais letais para os indivíduos nas condições testadas. Para a cultura

da soja, acefato (Orthene 750 BR®) e acetamipride (Mospilan WG®) também são registrados para *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), *Nezara viridula* (Linnaeus) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae). Diante desse contexto e considerando outras tecnologias existentes para o manejo de lagartas, como a adoção de plantas *Bt* para o manejo de insetos-praga principalmente da ordem Lepidoptera e outras moléculas existentes para manejo de percevejos na cultura da soja, o controle de tripses por meio destes produtos pode se dar por efeito “não-alvo”, o que pode justificar os baixos valores de CL₅₀ para estes produtos.

De forma contrária, os insetos testados apresentaram baixa suscetibilidade a lambda-cialotrina (Karate Zeon 50 CS®) e cloridrato de formetanato (Dicarzol 500 SP®) evidenciados pelos altos valores de CL₅₀ apresentados (Tabela 1). Karate Zeon 50 CS® é registrado para *A. gemmatalis*, *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) e *N. viridula* na cultura da soja, enquanto que Dicarzol 500 SP® é registrado para diversas espécies de tripses em outras culturas e *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae) em citros. Essa baixa suscetibilidade pode ser explicada pelo baixo custo de venda destes produtos, o que pode justificar a escolha de uso pelo sojicultor, e pelo Dicarzol ser considerado um dos principais produtos para manejo de tripses do mercado (“Top of mind no seguimento”).

Não foram encontrados relatos na literatura mundial sobre a definição da linha básica e o monitoramento da suscetibilidade de *C. phaseoli* aos inseticidas testados. Os ensaios descritos foram executados com alguns dos ingredientes ativos como espinetoram e imidaclopride em *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae) (HERRON et al., 2011; MORETTI et al., 2019). Acetamipride e outros ingredientes como abamectina, beta-cipermetrina, bifentrina, carbosulfam, cialotrina, clorfenapir, clorpirifós, espinetoram, espinosade, espirotetramato, foxim, imidaclopride, metomil e tiametoxam em *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) (WANG et al., 2012; ZHANG et al., 2013; GUILLEN; NAVARRO; BIELZA, 2014; CAO et al., 2015; LEE et al., 2017; ZHANG et al., 2018; CAO et al., 2019; YAN; WANG, 2020ab). Dessa forma, esta deficiência de trabalhos para esta espécie reforça a importância das informações obtidas, que podem auxiliar na tomada de decisão e

direcionar de forma mais assertiva os posicionamentos técnicos para manejo desta espécie e para o manejo da resistência a inseticidas.

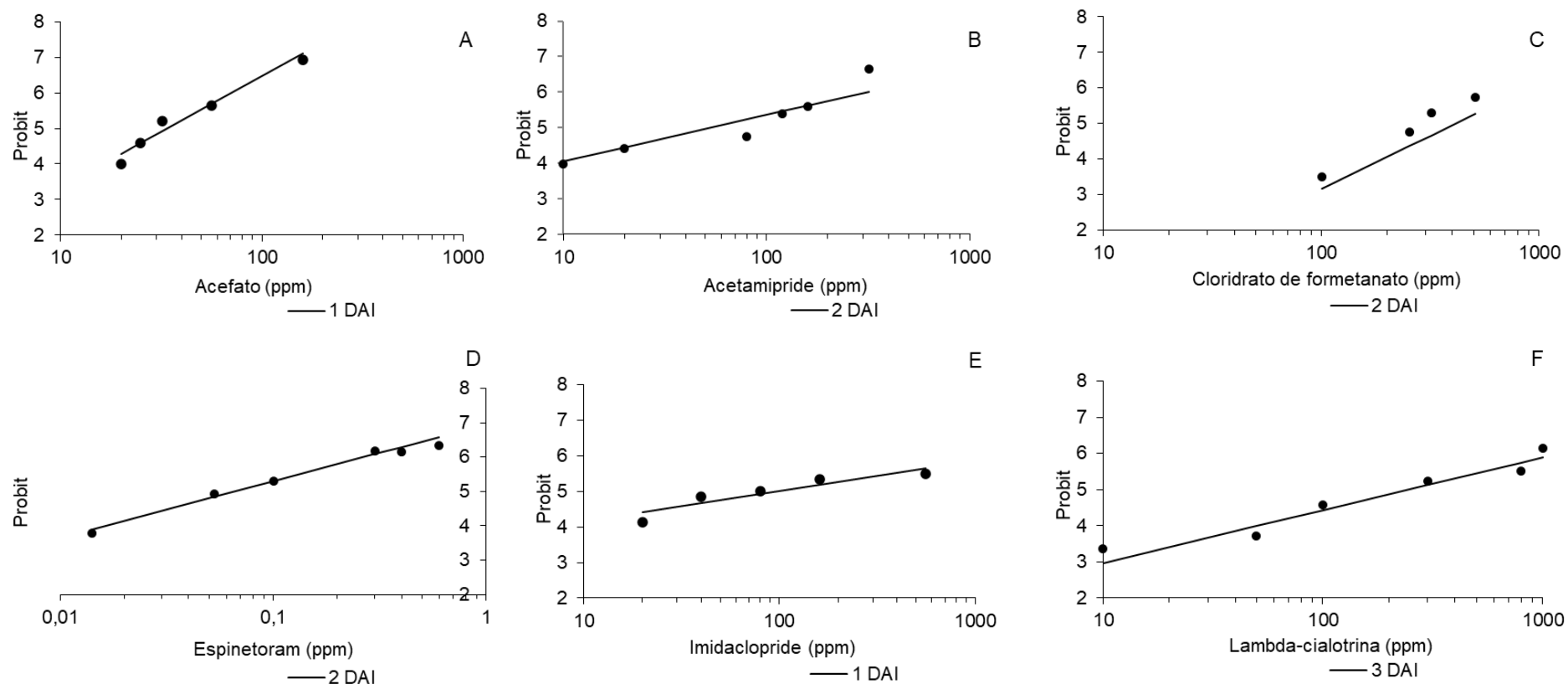
Tabela 1 - Linhas de referência de suscetibilidade de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) (MG-1) a inseticidas com bioensaios de tratamento superficial da dieta natural por meio de imersão ($26 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas)

Modelo de regressão								
Inseticida*	N ¹	Probit			Log-log complementar ³			
		CL ₅₀ (IC 95%) ²	Coefficiente angular ($\pm$ EPM)	χ^2 (g.l.)	CL ₉₀ (IC 95%)	CL ₉₅ (IC 95%)	Coefficiente angular ($\pm$ EPM)	χ^2 (g.l.) ⁵
Acefato	320	33,67 (26,23-42,65)	3,13 ($\pm$ 0,59)	26,95 (4)	94,14 (68,28-169,25)	134,30 (99,95-222,46)	2,83 ($\pm$ 0,52) ⁴	30,35 (4)
Acetamipride	320	58,24 (35,85-90,25)	1,19 ($\pm$ 0,15)	26,28 (4)	318,61 (232,30-549,46)	449,58 (308,92-927,25)	1,75 ($\pm$ 0,34)	16,88 (4)
Cloridrato de Formetanato	400	283,96 (215,73-341,45)	3,20 ($\pm$ 0,70)	11,72 (3)	627,90 (511,28-931,59)	741,61 (583,37-1211,00)	3,64 ($\pm$ 0,73)	12,57 (3)
Espinetoram	281	0,06 (0,04-0,09)	1,65 ($\pm$ 0,21)	29,67 (4)	0,40 (0,29-0,58)	0,58 (0,42-0,91)	1,62 ($\pm$ 0,21)	31,10 (4)
Imidaclopride	306	94,03 (52,70-162,74)	0,85 ($\pm$ 0,17)	18,32 (2)	2085,00 (842,89-15503,00)	4046,00 (1379,00-46843,00)	0,91 ($\pm$ 0,19)	19,19 (2)
Lambda-cialotrina	280	244,18 (159,58-344,00)	1,46 ($\pm$ 0,23)	16,88 (3)	1402,00 (977,92-2412,00)	2001,00 (1323,00-3848,00)	1,70 ($\pm$ 0,23)	15,99 (3)

*Uso do adjuvante Tween 20 a 0,01% em todos os bioensaios; ¹Número de insetos testados; ²Concentração letal 50 (ppm) e intervalo de confiança à 95%;

³Concentração letal 90 e 95 (ppm) e intervalo de confiança à 95%; ⁴Erro padrão da média; ⁵Valor do qui-quadrado calculado e grau de liberdade (g.l.).

Figura 1 – A: Curvas de dose-resposta de acefato em *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) (MG-1). B: Curvas de dose-resposta de acetamipride em *C. phaseoli* (MG-1). C: Curvas de dose-resposta de cloridrato de formetanato em *C. phaseoli* (MG-1). D: Curvas de dose-resposta de espinetoram em *C. phaseoli* (MG-1). E: Curvas de dose-resposta de imidaclopride em *C. phaseoli* (MG-1). F: Curvas de dose-resposta de lambda-cialotrina em *C. phaseoli* (MG-1)



2.3.2 Monitoramento da suscetibilidade de *C. phaseoli* a espinetoram

Foram observadas diferenças na suscetibilidade a espinetoram entre as populações Minas Gerais e Goiás. Ao expor os adultos da população coletada em Goiás a concentração diagnóstica (CL₉₅) para espinetoram definida para a população de *C. phaseoli* coletada em Minas Gerais (0,58 ppm) obteve-se aproximadamente 35% de mortalidade. Apesar da diferença de suscetibilidade entre as duas populações, não se pode afirmar que a população Goiás apresenta grau de resistência, já que esta diferença pode ter sido encontrada devido a variabilidade genética das populações ou, ainda, devido as condições geográficas das regiões de coleta. Para solucionar esta dúvida, seria necessário definir a linha básica de suscetibilidade desta população colhida em Goiás ao espinetoram, bem como realizar ciclos de pressão de seleção em laboratório. Estudos realizados após o uso comercial da molécula inseticida podem gerar dúvidas a respeito do grau de resistência por dificultar o entendimento das causas como variabilidade genética, condições geográficas, pressão de seleção já exercida em campo, ou ainda a combinação dos fatores. Assim, o melhor entendimento sobre a avaliação da suscetibilidade de populações de pragas aos inseticidas deve ser uma abordagem proativa (antes da liberação comercial do inseticida), para que seja possível detectar qualquer mudança na eficácia e fornecer um aviso prévio para refinar as estratégias de controle a serem adotadas.

A variação regional na suscetibilidade de tripes a inseticidas já foi observada para *Thrips palmi* (Karny) (Thysanoptera: Thripidae), *T. tabaci*, *Frankliniella intosa* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) e *F. occidentalis* (GAO et al., 2019; NEGASH; AZEREFEGNE; AYALEW, 2021). Essas diferenças na suscetibilidade aos inseticidas testados também podem ser atribuídas ao histórico de uso dos produtos, já que a exposição dos insetos a mesma molécula pode acelerar o processo de seleção de indivíduos resistentes, bem como à frequência de aplicações (BELETE; FERDU; GASHAWBEZA, 2019). Estudos demonstraram maior ocorrência de resistência aos inseticidas quando se aumenta a frequência de aplicação, já que dessa forma há um aumento da pressão de seleção e, considerando que o trips possui curto ciclo de vida e pode atingir até doze gerações por ano, dependendo da temperatura, aumenta-se a possibilidade de selecionar indivíduos resistentes (MOUDEN et al., 2017; FU et

al., 2018; LEACH; HOEPTING; NAULT, 2019; RADOSEVICH; CLOYD; HERRICK, 2020).

2.4 CONCLUSÕES

A população de *C. phaseoli* coletada em Minas Gerais apresenta alta suscetibilidade a espinetoram, seguido por acefato, acetamipride e imidaclopride.

De forma contrária, a população de *C. phaseoli* coletada em Minas Gerais apresenta baixa suscetibilidade a lambda-cialotrina e cloridrato de formetanato.

Observa-se diferença na suscetibilidade de populações de *C. phaseoli* coletado em Minas Gerais e em Goiás ao inseticida espinetoram.

REFERÊNCIAS

BELETE, N.; FERDU, A.; GASHAWBEZA, A. Field evaluation of commonly used synthetic insecticides against thrips (Thysanoptera: Thripidae) on onion in the central Rift Valley of Ethiopia. **Pest Management Journal of Ethiopia**, v. 21, n. 1, p. 23-34, 2019.

BELTRÁN, R.; HELMAN, S.; PETERLIN, O. Control de *Caliothrips phaseoli* Hood y *Frankliniella schultzei* Trybon y *Aphis gossypii* Glover con insecticidas sistémicos aplicados a las semillas de algodón. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v. 33, n. 1, p. 39-48, 2004.

BOIÇA JÚNIOR, A. L. et al. Infestation of *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) on bean cultivars grown in the winter, rainy, and dry seasons in Brazil. **Environmental entomology**, v. 44, n. 4, p. 1139-1148, 2015.

BOITO, G. T. et al. Primera cita de dos especies de insectos sobre el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) en Córdoba, Argentina. **Agriscientia**, v. 23, n. 2, p. 99-103 2006.

BOONHAM, N. et al. The detection of Tomato spotted wilt virus (TSWV) in individual thrips using real time fluorescent RT-PCR (TaqMan). **Journal of virological methods**, v. 101, n. 1-2, p. 37-48, 2002.

BRUNNER, P. C.; FLEMING, C.; FREY, J. E. A molecular identification key for economically important thrips species (Thysanoptera: Thripidae) using direct sequencing and a PCR-RFLP-based approach. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, n. 2, p. 127-136, 2002.

CAO, Y. et al. Toxicity measurement of five insecticides to *Frankliniella occidentalis*. **Hubei Agricultural Science**, v. 54, n. 1, p. 3939-3941, 2015.

CAO, Y. et al. Sublethal effects of imidacloprid on the population development of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Insects**, v. 10, n. 1, p. 3, 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Portal de informações agropecuárias**. 2020. Disponível em <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-estimativa-de-evolucao-graos.html>>. Acesso em: 09 Nov. 2020.

CLOYD, R. A. Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse. **Pest Technology**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2009.

FU, B. et al. Resistance development, stability, cross-resistance potential, biological fitness and biochemical mechanisms of spinetoram resistance in *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Thripidae). **Pest management science**, v. 74, n. 7, p. 1564-1574, 2018.

GAMUNDI, J. C. et al. Evaluación del daño de trips *Caliothrips phaseoli* (Hood) en soja. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 64, n. 4, p. 371-372, 2005.

GAMUNDI, J. C.; PEROTTI, E. M.; DIZ, J. Control y evaluación de daños de *Caliothrips phaseoli* (Hood) en cultivos de soja. **Para mejorar la producción**, v. 33, n. 1, p. 77-80, 2006.

GAMUNDI, J. C.; PEROTTI, E. Evaluación de daño de *Frankliniella schultzei* (Trybom) y *Caliothrips phaseoli* (Hood) en diferentes estados fenológicos del cultivo de soja. **Para mejorar la producción**, v. 42, n. 1, p. 1-5, 2009.

GAO, Y.; LEI, Z.; REITZ, S. R. Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. **Pest management science**, v. 68, n. 8, p. 1111-1121, 2012.

GAO, Y. et al. Geographical and interspecific variation in susceptibility of three common thrips species to the insecticide, spinetoram. **Journal of Pest Science**, v. 94, n. 1, p. 93-99, 2019.

GEORGHIOU, G. P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU, G. P. (eds.). **Pest resistance to pesticides**. Springer, 1983. p. 769-792.

GUILLÉN, J.; NAVARRO, M.; BIELZA, P. Cross-resistance and baseline susceptibility of spirotetramat in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of economic entomology**, v. 107, n. 3, p. 1239-1244, 2014.

HELYER, N. L.; BROBYN, P. J. Chemical control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande). **Annals of Applied Biology**, v. 121, n. 2, p. 219-231, 1992.

HODDLE, M. S.; MOUND, L. A.; PARIS, D. L. 2012. **Thrips of California**. CBIT Publishing, Queensland. Disponível em: <http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/overview/classification.html>. Acesso em: 26 Jun. 2021.

IMMARAJU, J. A.; MORSE, J. G.; HOBZA, R. F. Field evaluation of insecticide rotation and mixtures as strategies for citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance management in California. **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 2, p. 306-314, 1990.

JESUS, F. G. de et al. Infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B e *Caliothrips phaseoli* em genótipos de Feijoeiro. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 637-648, 2010.

KUMAR, V. et al. Evaluation of insecticides for curative, preventive, and rotational use on *Scirtothrips dorsalis* South Asia 1 (Thysanoptera: Thripidae). **Florida Entomologist**, v. 100, n. 3, p. 634-646, 2017.

LEACH, A. B.; HOEPTING, C. A.; NAULT, B. A. Grower adoption of insecticide resistance management practices increase with extension-based program. **Pest management science**, v. 75, n. 2, p. 515-526, 2019.

LEE, Y. et al. Insecticide susceptibility of western flower thrip, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on horticultural crops in Gyeonggi area. **Korean journal of applied entomology**, v. 56, n. 2, p. 179-186, 2017.

LINK, D.; COSTA, E. C.; CARVALHO, S. Níveis de infestação e danos de *Caliothrips phaseoli* em soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 11, n. 4, p. 257-260, 2008.

MATHARU, K. S.; TANWAR, P. S. Bioefficacy of novel insecticides against cotton thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae). **IJCS**, v. 8, n. 3, p. 1167-1170, 2020.

MINAEI, K.; MOUND, L. Thysanoptera host-plant associations, with an account of species living on Tamarix, and a new species of *Lissothrips* (Phlaeothripidae). **Zootaxa**, v. 4868, n. 2, p. 275-283, 2020.

MONTEIRO, R. C. **Espécies de tripes (Thysanoptera, Thripidae) associadas a algumas culturas no Brasil**. 1994. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1994.

MOUND, L. A.; MARULLO, R. The thrips of Central and South America: an introduction. **Memoirs on Entomology, International**, v. 6, n. 1, p. 1-488, 1996.

MOUDEN, S. et al. Integrated pest management in western flower thrips: past, present and future. **Pest management science**, v. 73, n. 5, p. 813-822, 2017.

NEGASH, B.; AZEREFEGNE, F.; AYALEW, G. Regional variation in susceptibility of thrips (Thysanoptera: Thripidae) to insecticides on onion in the Rift Valley of Ethiopia. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 41, n. 2, p. 1579-1584, 2021.

PEREIRA, J. L. et al. Glyphosate Impact on Arthropods Associated to Roundup Ready and Conventional Soybean (*Glycine max* L.). **Planta Daninha**, v. 38, n. 1, p. 1-11, 2020.

RADOSEVICH, D. L.; CLOYD, R. A.; HERRICK, N. J. Effects of Spray Volume and Application Frequency on Insecticide Efficacy Against Adult Western Flower Thrips (*Frankliniella Occidentalis*) under Greenhouse Conditions. **HortScience**, v. 55, n. 10, p. 1708-1714, 2020.

RENKEMA, J. M. et al. Efficacy of insecticides for season-long control of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in winter strawberries in Florida. **Crop Protection**, v. 127, n. 1, p. 104945, 2020.

RODRIGUEZ, S.; ZAMAR, M. I.; VASICEK, A. L. Diversidad de tisanópteros en el cultivo de tabaco, en malezas y otros cultivos asociados, en Jujuy (Argentina). **La Revista Agronómica del Noroeste Argentino**, v. 34, n. 2, p. 239-241, 2014.

ROUSH, R. T.; MCKENZIE, J. A. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. **Annual review of entomology**, v. 32, n. 1, p. 361-380, 1987.

ROUSH, R. et al. Resistance detection and documentation: the relative roles of pesticidal and biochemical assays. In: GEORGHIOU, G. P. (eds.). **Pest resistance to pesticides**. Springer, 1983. p. 769-792.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system: getting started with the SAS learning**. Cary, 2000. 81p.

SIEBERT, M. W. et al. Efficacy of spinetoram against thrips (Thysanoptera: Thripidae) in seedling cotton, *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Cotton Science**, v. 20, n. 4, p. 309-319, 2016.

SILVA, A. L. et al. Eficiência agronômica de inseticidas no controle do *Thrips tabaci* Lind., 1888 (Thysanoptera, Thripidae) na cultura do alho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 1, p. 39-42, 2003.

SPECHT, A. et al. *Owlet moths* (Lepidoptera: Noctuoidea) associated with Bt and non-Bt soybean in the Brazilian savanna. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 1, p. 248-256, 2018.

SOSA, M. R.; ZAMAR, M. I.; TORREJON, S. E. Ciclo de vida y reproducción de *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) sobre Fabaceae y Solanaceae (Plantae) en condiciones de laboratorio. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 76, n. 3-4, p. 1-6, 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Production, Supply and Distribution**. 2020. Disponível em <
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/topCountriesByCommodity>>
. Acesso em: 09 Nov. 2020.

WALTER, N. T. et al. Toxicity of different insecticides against two thrips (Thysanoptera: Thripidae) pests of concern in Central America. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 4, p. 627-633, 2018.

WANG, S. et al. Resistance risk and resistance stability of *Frankliniella occidentalis* to imidacloprid, emamectin benzoate, and phoxim. **The journal of applied ecology**, v. 23, n. 12, p. 3429-3434, 2012.

YAN, G.; WANG, S. Cross-resistance and the underlying mechanisms of clothianidin resistant population of *Frankliniella occidentalis* to insecticides. **The Journal of Applied Ecology**, v. 31, n. 10, p. 3282-3288, 2020a.

YAN, G.; WANG, S. Resistance risk and resistance stability of *Frankliniella occidentalis* to nitenpyram, clothianidin and thiamethoxam. **The Journal of Applied Ecology**, v. 31, n. 10, p. 3289-3295, 2020b.

ZHANG, Z. J. et al. Indoor toxicity of different insecticides to *Frankliniella occidentalis*. **Zhejiang Agricultural Science**, v. 6, n. 1, p. 694-697, 2013.

ZHANG, X. M. et al. Toxicity of six current commonly used pesticides on *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella intonsa*. **Journal Environmental Entomology**, v. 40, n. 1, p. 215-223, 2018.

CAPÍTULO 3

EFEITO DA APLICAÇÃO DE ESPINOSINA, PIRETROIDE E SULFOXAMINA EM *Caliothrips phaseoli* (HOOD) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NA CULTURA DA SOJA

RESUMO

O manejo de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) na cultura da soja é realizado quase que exclusivamente por meio do uso de inseticidas e no Brasil não há diversidade de ingredientes ativos registrados. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da pulverização de espinosinas, piretroide e sulfoxamina na flutuação populacional de *C. phaseoli*, além de avaliar como as condições abióticas e estágios fenológicos da soja influenciam na densidade populacional desta espécie. O experimento foi realizado na área experimental da fazenda Lageado, pertencente à FCA/UNESP, campus de Botucatu. Para isso, foi realizado o monitoramento semanal de tripes do início até o fim do ciclo da cultura. Quando o nível de controle de 4-5 tripes foi alcançado, realizou-se pulverizações com 150 mL/ha de espinetoram, 300 mL/ha de sulfoxaflor + lambda-cialotrina, 300 mL/ha de espinetoram + metoxifenoazida ou água para a testemunha. Para todos os tratamentos, o volume de calda foi 200 L/ha com pulverização tratorizada. O monitoramento para avaliar a flutuação populacional foi realizado na área sem pulverização de inseticidas. Após as pulverizações, houve queda na população de ninfas e de adultos até, em média, o décimo dia após a aplicação. O pico populacional de adultos foi observado no estágio R1. Nas condições testadas, não houve influência da temperatura, radiação solar, umidade relativa e precipitação na população de *C. phaseoli*. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que a utilização de espinetoram e espinetoram + metoxifenoazida na dose comercial (recomendada para lepidópteros na cultura da soja) possui efeito de supressão de ninfas e de adultos de *C. phaseoli*. Além disso, baseado nos resultados de um ensaio em única safra, as condições abióticas não influenciaram na dinâmica populacional de *C. phaseoli* em campo sendo o pico populacional desta espécie no estágio R1.

Palavras-chave: Thysanoptera; controle químico; fatores abióticos; estágio vegetativo; flutuação populacional

ABSTRACT

The management of *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) in the soybean crop is carried out almost exclusively through the use of insecticides and in Brazil there is no diversity of active ingredients registered. Thus, the objective was to evaluate the effect of spinosyn, pyrethroid and sulfoxamine spraying on the population fluctuation of *C. phaseoli*, in addition to evaluating how the abiotic conditions and phenological stages of soybean influence the population density of this species. The experiment was carried out in the experimental area of the Lageado farm, belonging to FCA/UNESP, Botucatu campus. For this, thrips were monitored weekly from the beginning to the end of the crop cycle. When the control level of 4-5 thrips was reached, spraying was carried out with 150 mL/ha of spinetoram, 300 mL/ha of sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin, 300 mL/ha of spinetoram + methoxyfenozide or water for the control. For all treatments, the spray volume was 200 L/ha with tractor spraying. The monitoring to assess population fluctuation was carried out in the area without insecticide spraying. After spraying, there was a decrease in the population of nymphs and adults until, on average, the tenth day after application. The adult population peak was observed at stage R1. Under the conditions tested, there was no influence of temperature, solar radiation, relative humidity and precipitation on the population of *C. phaseoli*. From the results obtained, it can be concluded that the use of spinetoram and spinetoram + methoxyfenozide at the commercial dose (recommended for Lepidoptera in soybean crops) has a suppression effect on nymphs and adults of *C. phaseoli*. Furthermore, based on the results of a single-crop trial, the abiotic conditions did not influence the population dynamics of *C. phaseoli* in the field, with the population peak of this species at the R1 stage.

Key words: Thysanoptera; chemical control; abiotic factors; vegetative stage; population fluctuation

3.1 INTRODUÇÃO

Caliothrips phaseoli (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) pode ser encontrado em todas as partes das plantas de soja, principalmente nas folhas jovens e flores. Essa preferência pode estar relacionada a maior qualidade nutricional, principalmente devido a translocação de fotoassimilados das folhas mais velhas para as mais novas (BARKER; PILBEAM, 2015). Durante a alimentação e, devido à raspagem de caules, folhas, flores e frutos, a parte atacada pode se tornar prateada e enrolada (dano direto). O dano indireto das espécies de tripes está relacionado à transmissão de viroses em culturas como: Amendoim (*Arachis hypogaea* L.), melancia (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum. & Nakai), pepino (*Cucumis sativus* L.), pimentão (*Capsicum annum* L.), soja (*Glycine max* L.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.) no Brasil e em outros países como Índia, Indonésia, África e Estados Unidos (CAMELO-GARCIA et al., 2014; LEÃO et al., 2015; JOHARI, 2015; WEBSTER et al., 2015; KARAVINA; GUBBA, 2017; KEOUGH et al., 2016; SINGHA et al., 2019). Apesar de ser considerada praga secundária na cultura da soja, a cada ano a infestação por *C. phaseoli* tem aumentado, reduzindo o rendimento entre 10 e 25% na colheita (GAMUNDI et al., 2005; 2006).

A espécie *C. phaseoli* possui curto ciclo de vida e rapidamente pode atingir altas infestações durante o ciclo da cultura da soja, a qual pode reduzir a fotossíntese em até 45% e resultar em perdas de até 17% de rendimento (GAMUNDI; PEROTTI, 2009).

Entre os principais fatores que podem suprimir as populações de pragas, destaca-se as características físicas, químicas e morfológicas das plantas hospedeiras, o clima local e, as populações de inimigos naturais (PRICE et al. 1980). O estágio fenológico da planta hospedeira pode afetar a densidade populacional (HERMS, 2004), assim como a idade do tecido vegetal do qual estes organismos se alimentam (JOOST; RILEY, 2008; ROSADO et al., 2015). A densidade populacional e a dispersão dos artrópodes-praga ainda podem ser alteradas pelos principais fatores abióticos como temperatura, precipitação, vento e fotoperíodo (WELLINGTON, 1957; MORSELLO et al., 2014; ROSADO et al., 2015).

Apesar dos fatores de supressão dos artrópodes-praga, as aplicações de produtos fitossanitários frequentemente são realizadas. No entanto, o uso excessivo e sem posicionamento técnico adequado, a curta duração do ciclo de vida da praga,

o alto potencial biótico, o polifagismo, o sistema reprodutivo haplodiploide, a frequência de indivíduos resistentes a inseticidas existentes em uma população, podem desencadear um rápido aumento da população (HUSETH et al., 2016; LI et al., 2016; CRUMPTON et al., 2018; FU et al., 2018). Considerando as demais espécies de tripes e os diversos cultivos atacados, soma-se seis grupos químicos disponíveis para o controle, sendo estes os metilcarbamatos de naftila, metilcarbamatos de oxima, neonicotinoides, spinosinas, organofosforados e piretroides. Entretanto, considerando somente *C. phaseoli* na cultura da soja, estão disponíveis 19 produtos comerciais registrados, porém com a mesma molécula, o acefato pertencente ao grupo químico organofosforados (AGROFIT, 2021). Diante deste cenário, novos inseticidas com novos modos de ação serão úteis para o desenvolvimento de um programa de manejo eficaz para tripes em soja.

O espinetoram frequentemente é utilizado para o manejo de lagartas na cultura da soja. Devido a semelhança entre o aparelho bucal raspador sugador do tripes e o mastigador de insetos imaturos da ordem Lepidoptera, este ingrediente ativo possui potencial a ser utilizado no manejo de tripes (KUMAR et al., 2017; WALTER et al., 2018; MATHARU; TANWAR, 2020; RENKEMA et al., 2020). Da mesma forma, as sulfoxamina, em particular o sulfoxaflor, tem atividade inseticida potente em muitos insetos que se alimentam de seiva e se mostrou eficaz para reduzir populações de espécies de tripes (SEAL, 2012; HAVILAND; RILL, 2015). Dessa forma, foi avaliada a eficácia da aplicação de espinosina, piretroide e sulfoxamina na supressão de *C. phaseoli*, bem como a influência do estágio fenológico da soja e das condições abióticas na flutuação populacional dessa espécie.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Ensaio em campo

O experimento foi instalado e conduzido na área experimental da Fazenda Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). A área total utilizada foi equivalente a 110 metros de comprimento por 85 metros de largura, semeada no dia 24/11/2020 com soja da cultivar TMG 7062 IPRO, espaçamento entre linhas de 45 cm e densidade de semeadura de aproximadamente 15 sementes por metro. Antes da

semeadura, a área foi adubada com nitrogênio, fósforo e potássio na proporção de 2:20:20.

A área total foi dividida em 4 faixas (tratamentos), sendo 3 com aplicação de inseticida e 1 sem aplicação (testemunha). A área útil constou de faixas de 100 metros de comprimento (com 3 metros de bordadura), por 7,5 metros de largura (com 5 metros de bordadura). Em seguida, cada faixa foi subdividida em 4 parcelas (repetições) de 25 metros (comprimento) por 7,5 metros (largura). O espaçamento entre cada faixa foi de 10 metros.

Para avaliar a eficácia da aplicação de espinosina, piretroide e sulfoxamina em *C. phaseoli* com dose comercial recomendada para insetos da ordem lepidóptera e hemíptera, foi realizado o monitoramento semanal da área experimental e a partir do estágio fenológico V3 houve incidência de tripes. O monitoramento foi realizado em 40 plantas por faixa, sendo 10 em cada parcela. A amostragem consistiu na análise e contagem direta do número de ninfas e de adultos presentes em cada planta aos 3, 7 e 10 dias após cada aplicação. A partir de 10 dias, o monitoramento foi realizado semanalmente a fim de verificar se o nível de controle seria alcançado. As pulverizações foram realizadas quando o nível de controle de 4-5 tripes por planta foi atingido e assim, duas pulverizações foram realizadas.

O delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas ("split plot"), onde cada parcela correspondeu a um tratamento com 4 repetições (subparcelas). A eficácia de controle foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = [(IT - it) / IT] \times 100$, onde $E\%$ = Porcentagem de eficácia; IT = número de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número de insetos vivos no tratamento com inseticida (ABBOTT, 1925). O número médio de ninfas e de adultos de *C. phaseoli*, em função dos tratamentos e dias de avaliação foram submetidos, separadamente, a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade com auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2019).

Para avaliação da flutuação populacional de *C. phaseoli* nos diferentes estágios fenológicos da soja, foi realizado monitoramento semanal ou após mudança de estágio fenológico, em 20 plantas aleatórias na testemunha, ou seja, sem aplicação de inseticidas. O método de amostragem adotado foi por batida de bandeja (20 x 10 cm) levemente umedecida com álcool 70% em cada planta por 10 segundos e contagem direta dos insetos (SANTOS et al., 2021). Os dados obtidos foram correlacionados com o respectivo estágio fenológico e com as condições climáticas

fornecidas pela estação meteorológica da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA-UNESP). Com o intuito de confirmar as espécies de tripes que estavam infestando a área estudada ao longo do ciclo da cultura, foram coletados, semanalmente, 15 espécimes adultos foram separados em tubos do tipo eppendorf e levados até o laboratório para identificação seguindo a metodologia descrita no item 3.2.2. O delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas ("split plot"), onde todo o bloco recebeu não recebeu pulverização de inseticida) e cada planta foi uma repetição. Os dados obtidos foram submetidos a análise de Correlação linear de Pearson com auxílio do software SigmaPlot (KORNBROT, 2000).

3.2.2 Identificação dos espécimes coletados

Para a identificação molecular, foi feita a extração do DNA total de, aproximadamente, 10 espécimes de cada população de acordo com o protocolo Chelex modificado (BOONHAM et al., 2002). Os insetos foram macerados em tubos de 1,5 ml com 50 µl de solução Chelex a 5% e, as amostras incubadas a 94°C por 5 min e posteriormente centrifugadas por 5 min a 14.000 rpm.

As amostras de DNA foram submetidas à reação de PCR com os primer's degenerados mtD-7.2F 5'-ATTAGGAGCHCCHGAYATAGCATT-3' e mtD-9.2R 5'-CAGGCAAGATTAAAATATAAACTTCTG-3', que amplificam 433pb do gene mitochondrial COI (BRUNNER; FLEMING; FREY, 2002). A amplificação foi realizada em volume final de 25 µl, contendo 2,5 µl de DNA, 12,5 µl de GoTaq Green Master Mix Kit (Promega, Brasil) e 0,25 µl de cada iniciador. O ciclo utilizado foi: 94°C - 3min, 35 ciclos de 95°C - 30 seg, 55°C - 30 seg, 72°C - 45 seg e extensão final de 72°C - 5min. Os produtos de PCR foram visualizados em eletroforese com gel de agarose a 1%, corado com brometo de etídio e purificados utilizando o QIAquick Gel Extraction Kit Qiagen. Os amplicons foram sequenciados em ambas direções e as sequencias submetidas a análise de BLAST no GenBank (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Estas etapas foram realizadas em colaboração com o laboratório de Virologia Vegetal da UNESP/FCA.

Para a identificação morfológica, a amostra contendo aproximadamente 10 espécimes coletados de ambas as populações, foi preparada armazenando os indivíduos em álcool 90° e enviados ao prof. Elison Fabricio Bezerra Lima da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Amilcar Ferreira Sobral, Floriano/PI.

O método de montagem dos exemplares foi baseado em Monteiro (1994) e Mound e Marullo (1996), com uma pequena modificação no último passo da clarificação dos exemplares. Ao invés de transferir os espécimes diretamente do etanol 100% para o óleo de cravo, um passo intermediário contendo uma mistura de etanol 100% e óleo de cravo (1:1) foi acrescentada. Para concluir a identificação dos espécimes, os indivíduos foram macerados e desidratados para a montagem das lâminas e posterior análise em microscópio com base na chave morfológica proposta por Monteiro (1994) e Mound e Marullo (1996).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação (molecular e morfológica) ratificou a ocorrência de *C. phaseoli* durante todo o ciclo da cultura. Espinetoram demonstrou ser mais eficiente que os demais inseticidas testados para o controle de ninfas durante maior parte do período avaliado (Figura 2). Espinetoram é um ingrediente ativo semi-sintético que faz parte da classe das espinosinas e sua eficácia já foi relatada para diversas espécies de tripses (KUMAR et al., 2017; WALTER et al., 2018; MATHARU; TANWAR, 2020; RENKEMA et al., 2020). Esta molécula é derivada de um actinomiceto de solo, *Saccharopolyspora spinosa* e é considerada de baixo risco para artrópodes benéficos, além de ser de baixo risco ambiental (SPARKS et al., 2008).

Considerando tripses adultos, nas avaliações realizadas 3 e 7 dias após a primeira aplicação, espinetoram e sulfoxaflor + lambda-cialotrina atingiram melhores valores de eficácia, sendo equivalentes entre si (Figura 3). A partir de 10 dias da primeira aplicação/pulverização de metoxifenoazida + espinetoram, foi observada maior eficácia, permanecendo assim até 3 dias após a segunda pulverização. Após esse período, espinetoram demonstrou ser o mais eficaz (Figura 3). Espécies de tripses são difíceis de controlar visto que além da possibilidade das ninfas se abrigarem no interior de flores, as pupas ocorrem no solo e os adultos possuem ótima mobilidade, além disso possuem rápido crescimento populacional e os indivíduos podem ser selecionados a resistência rapidamente, como é o caso de populações de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) e de *Thrips tabaci* (Lindeman) com 175 e 114 casos de resistência relatados, respectivamente (Arthropod Pesticide Resistance Database, 2021).

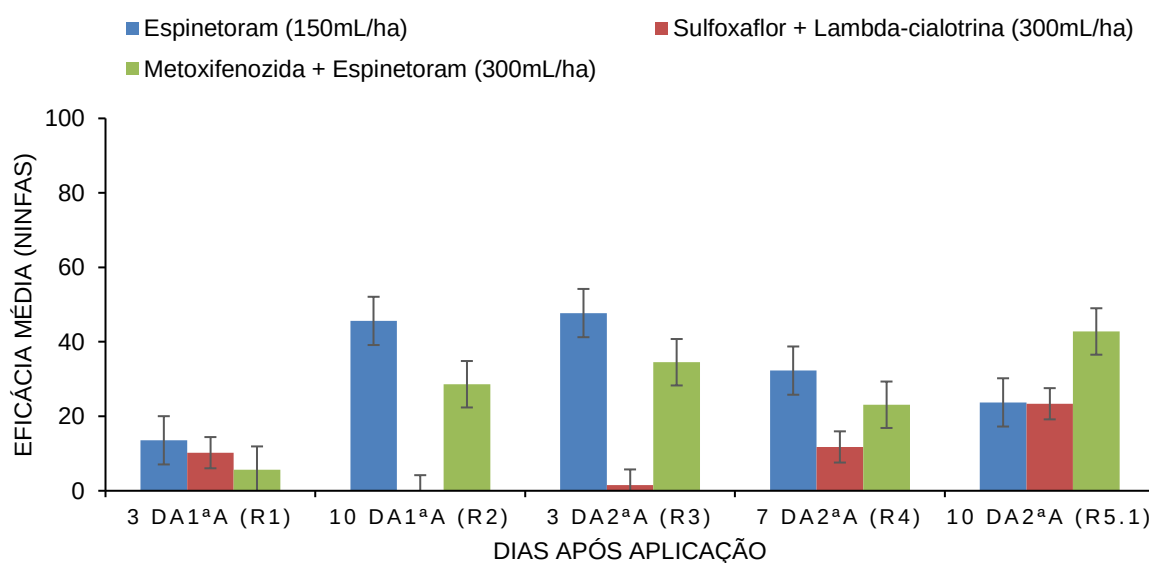
Não foi encontrada na literatura mundial informações sobre a eficácia de sulfoxaflor + lambda-cialotrina sobre *C. phaseoli*. O que demonstra que os resultados encontrados são importantes para contribuir com o desenvolvimento de novas ferramentas de manejo desta espécie na cultura da soja. No Brasil, sulfoxaflor é usado para o controle de insetos sugadores como os pertencentes às famílias Aphididae e Aleyrodidae. Este grupo inseticida atua como modulador competitivo do receptor nicotínico de acetilcolina (BACCI; CONVERTINI; ROSSARO, 2018). Quando avaliado para o controle de *F. occidentalis* em morango, apenas uma aplicação foi eficiente para suprimir a densidade populacional (CLUEVER et al., 2016). Sulfoxaflor também reduziu populações de *Thrips palmi* (Karny) (Thysanoptera: Thripidae) em berinjela (SEAL, 2012); *Scirtothrips citri* (Moulton) (Thysanoptera: Thripidae) em laranja e mirtilo (HAVILAND; RILL, 2015; STEENWYK et al., 2016) e; *F. occidentalis* em alface-americana (NATWICK; LOPEZ, 2014). Portanto, sulfoxaflor pode ser utilizado como opção para rotação de produtos no manejo de tripes em culturas agrícolas cultivadas no Brasil, desde que devidamente registrado no MAPA.

Lambda-cialotrina é um ingrediente ativo pertencente ao grupo dos piretroides e a resistência de tripes a esse grupo já foi amplamente estudada e está relacionada a sensibilidade reduzida do canal de sódio controlado por voltagem (Nav), que é um local de ação primário para os piretroides (NAZEMI; KHAJEHALI; LEEUWEN, 2016; TODA; MORISHITA, 2009; WU et al., 2014). Dois tipos de mutações relacionadas à resistência a piretroides em um gene do canal Nav foram identificados pela primeira vez em populações de *T. tabaci* no Japão (TODA; MORISHITA, 2009). Um tipo de mutação envolveu um par de aminoácidos, M918T e L1014F, que conferiu altos níveis de resistência. O outro é uma mutação do aminoácido T929I no canal Nav que conferiu um nível moderado de resistência. Outro par de mutações de aminoácidos, M918L e V1010A, também foi relatado em populações de *T. tabaci* resistentes a piretroides nos Estados Unidos (WU et al., 2014). Portanto a baixa eficácia encontrada para *C. phaseoli* pode estar relacionada à elevada frequência de indivíduos resistentes aos piretroides.

As moléculas do inseticida metoxifenoazida promovem uma forte ligação à proteína do receptor de ecdisona (EcR), ativando-a e iniciando o processo de muda, denominado ecdise. Após a ligação da metoxifenoazida ao EcR, a fase imatura do artrópode para de se alimentar e inicia a produção de uma nova cutícula que acaba

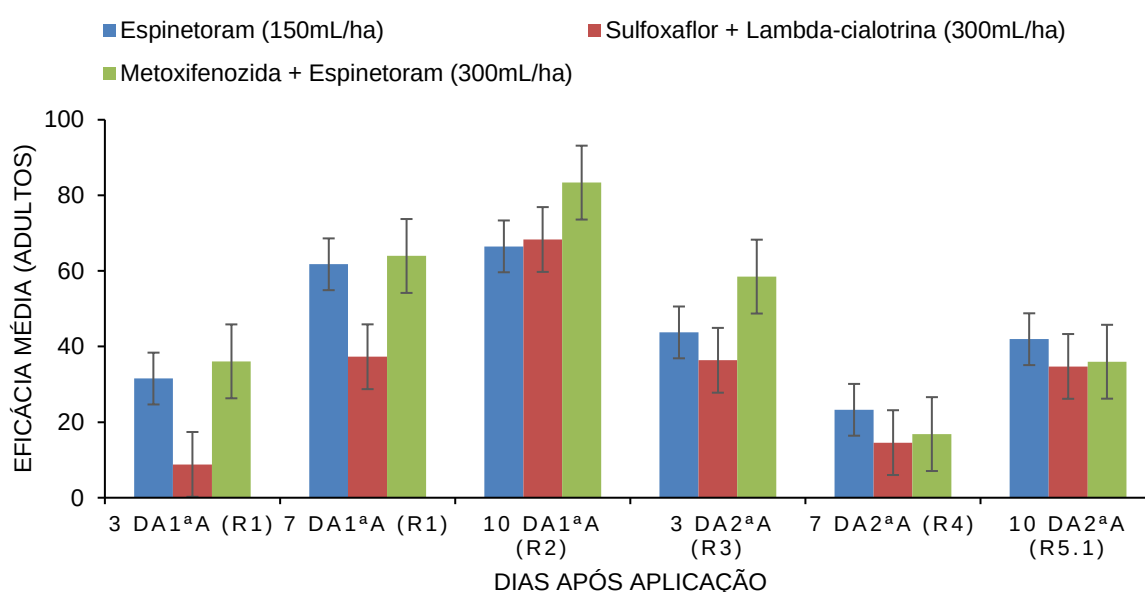
sendo mal formada sob a cutícula existente, levando o inseto à morte por inanição e desidratação (DHADIALLA; CARLSON; LE, 1998). A mistura dos ingredientes ativos metoxifenoza + espinetoram já foi estudada para o controle de *F. occidentalis*, sendo essa espécie altamente suscetível à mistura nas condições testadas (LEE et al., 2017). A mistura causou mortalidade de mais de 90% de *C. phaseoli* e assim apresenta potencial para ser utilizado como ferramenta no manejo de tripses.

Figura 2 - Eficácia ($\pm$ EPM) de controle de ninfas de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) com diferentes inseticidas até 20 dias após 1ª pulverização em plantas de soja. O nível de controle adotado foi de 4/5 tripses por planta. A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = [(IT-it)/IT] \times 100$, onde E%= Porcentagem de eficácia; IT= número de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it= número de insetos vivos no tratamento com inseticida. 1ª pulverização/aplicação: 13/01/2021 e 2ª em 22/01/2021



DA1ªA: Dias após primeira aplicação; DA2ªA: Dias após segunda aplicação

Figura 3 - Eficácia ($\pm$ EPM) de controle de adultos de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) com diferentes inseticidas até 20 dias após 1ª pulverização em plantas de soja. O nível de controle adotado foi de 4/5 tripes por planta. A eficácia foi calculada pela fórmula de Abbott: $E\% = ((IT - it) / IT) \times 100$, onde E% = Porcentagem de eficácia; IT = número de insetos vivos no tratamento sem inseticida; it = número de insetos vivos no tratamento com inseticida. Data 1ª pulverização: 13/01/21. Data 2ª pulverização: 22/01/21



DA1ªA: Dias após primeira aplicação; DA2ªA: Dias após segunda aplicação

Não houve correlação entre os valores médios de infestação e os dados das condições abióticas (temperatura, radiação solar, umidade relativa e precipitação) nas condições experimentais, portanto a infestação de *C. phaseoli* não sofreu influência das condições climáticas (Tabela 2).

Fatores abióticos e bióticos atuam em combinação e acabam moldando a distribuição e abundância das espécies (WAGANJO; GITONGA; MUEKE, 2008; LEWIS et al., 2017). A temperatura e a precipitação são os fatores abióticos mais importantes e afetam diretamente a abundância, a distribuição e a dinâmica populacional de tripes (YADAV; CHANG, 2014). Estudos destacam que a população de tripes apresentou correlação positiva com a temperatura e negativa com a umidade

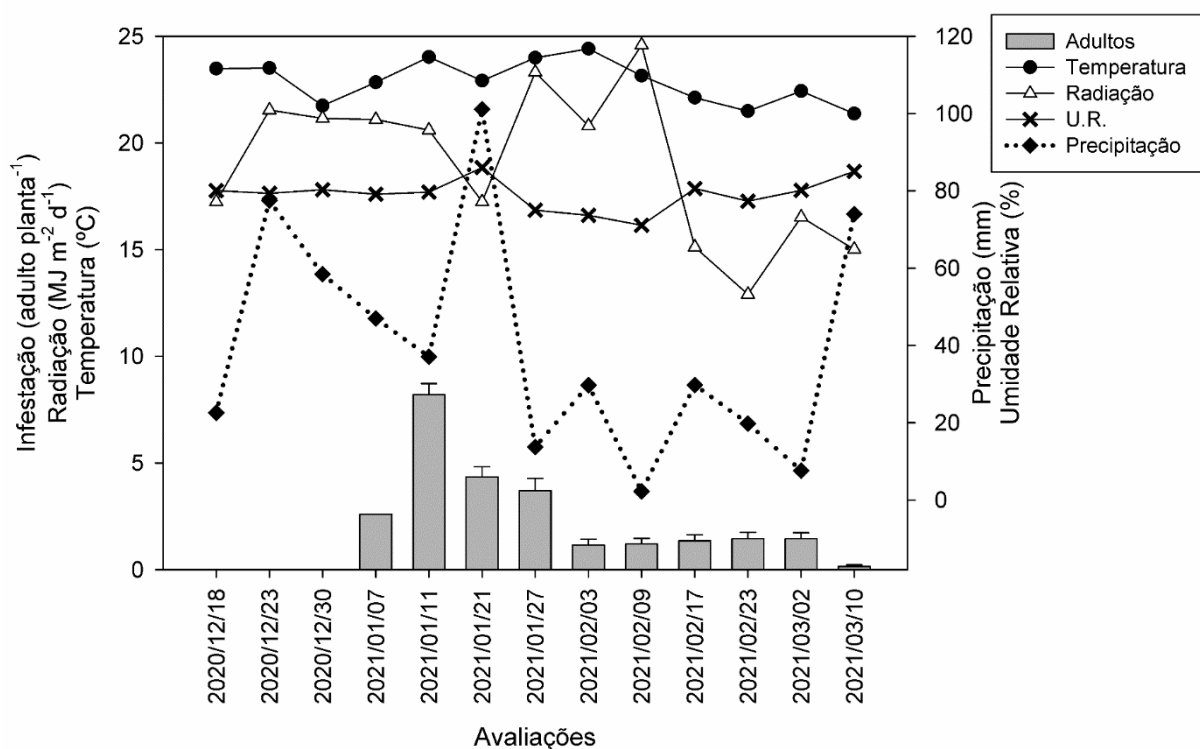
relativa (SHUAIB; KHAN; MULGHANI, 2008). Altas temperaturas sem ocorrência de chuva (período seco) aumentam as populações de tripes, enquanto a alta umidade relativa e a precipitação (período chuvoso) tendem a reduzir essas populações (HAMDY; SALEM, 1994). Entretanto, o hábito comportamental do tripes pode funcionar como “barreira de proteção” contra os fatores abióticos, visto que os indivíduos imaturos podem ser encontrados em folhas e flores, onde podem se abrigar em seu interior, a fase inativa ocorre no solo e os adultos possuem ótima mobilidade. Vale destacar a importância de conduzir novos estudos visando encontrar as correlações existentes entre as populações de *C. phaseoli* e as condições abióticas, conduzindo os ensaios por mais de uma safra e em diferentes localidades, o que permitirá a obtenção de resultados mais amplos e representativos.

Tabela 2 – Correlação linear de Pearson entre as médias de amostragens de adultos de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) e fatores abióticos como temperatura, radiação solar, umidade relativa e precipitação na cultura da soja safra 2020/2021. Botucatu, SP

Variáveis	r*	P ¹
Adultos/Temperatura	0,417	0,157 ns ²
Adultos/Radiação solar	0,172	0,573 ns
Adultos/Umidade relativa	0,0657	0,831 ns
Adultos/Precipitação	0,0234	0,939 ns

*coeficiente de correlação. ¹Probabilidade. ²Não significativo entre qualquer par de variáveis (P > 0,050).

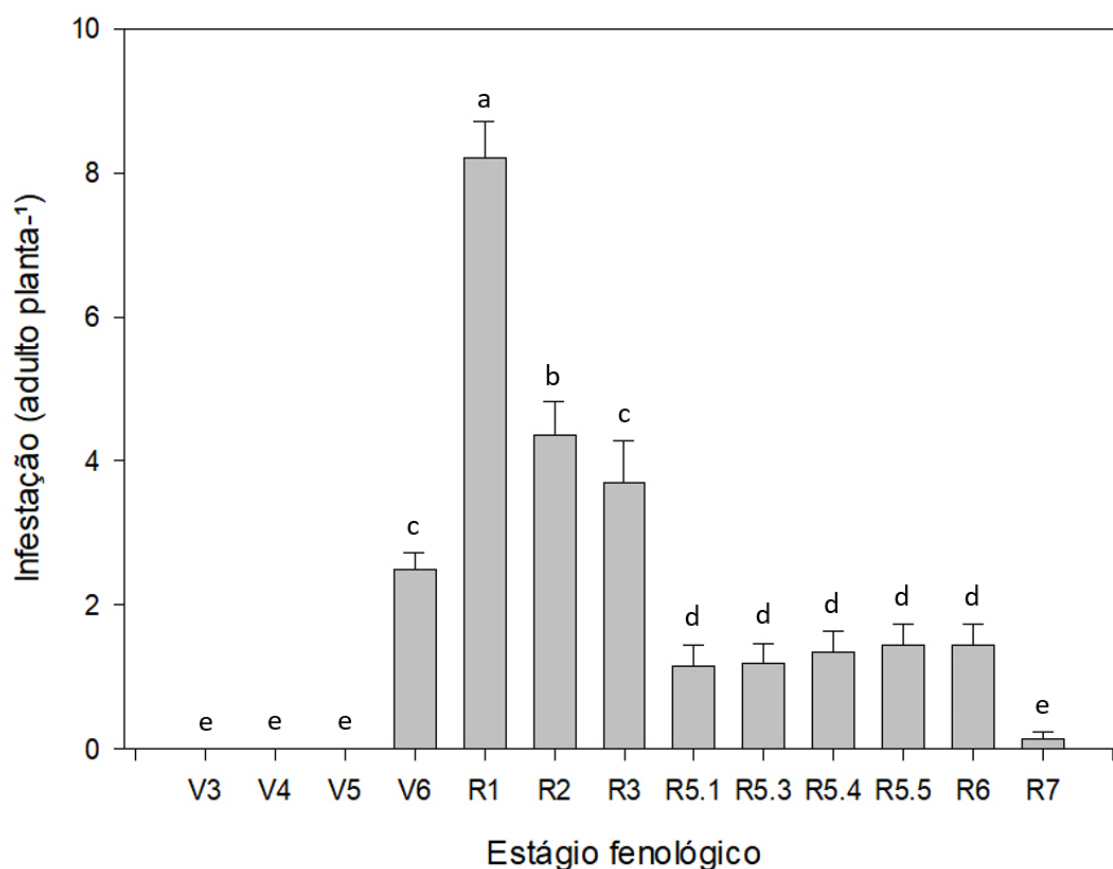
Figura 4 - Dinâmica da flutuação populacional de adultos de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) e fatores abióticos registrados durante a safra 2020/2021 da soja. Botucatu, SP



Houve aumento da infestação por *C. phaseoli* no estágio V6, alcançando o pico populacional no estágio seguinte (R1). Em seguida, observou-se decréscimo da infestação nos estágios R2, R3 e R4, leve aumento em R5.5 que se manteve estável até R5.6. No estágio R7 houve queda acentuada da população de tripses (Figura 5). A identificação dos fatores que regulam a intensidade populacional dos artrópodes-praga nas lavouras é importante para aprimorar a amostragem e controle (PICANÇO et al., 2002; ROSADO et al., 2015). O conhecimento sobre essas relações auxilia no desenvolvimento de modelos preditivos de ataque das pragas de modo que os agricultores podem determinar o momento correto para iniciar o manejo, evitando gastos desnecessários (HERMS, 2004; ROSADO et al., 2015; SILVA et al., 2017). As características da planta hospedeira fazem parte do grupo de fatores que podem exercer supressão na densidade populacional da praga (PRICE et al., 1980). Dentre essas características pode-se citar o estágio fenológico da planta e a idade do tecido

vegetal no qual esses organismos se alimentam, visto que a idade e estágio fenológico da planta podem afetar o conteúdo nutricional, bem como as defesas químicas e morfológicas contra artrópodes-praga (HERMS, 2004; JOOST; RILEY, 2014; ROSADO et al., 2015; MOREIRA et al., 2016). Isso ficou evidente neste estudo com *C. phaseoli* em soja nas condições testadas, visto que após atingir o pico populacional, a população foi decrescendo conforme a soja foi alcançando maturação fisiológica (Figura 5).

Figura 5 – Dinâmica da flutuação populacional de adultos de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) e estágios fenológicos da cultura da soja durante a safra 2020/2021. Botucatu, SP



3.4 CONCLUSÕES

A utilização de espinetoram e metoxifenoazida + espinetoram na dose comercial, recomendada para lepidópteros na cultura da soja, possui eficácia sobre ninfas e adultos de *C. phaseoli*.

A utilização de sulfoxaflor + lambda-cialotrina na dose comercial recomendada para percevejos na cultura da soja possui efeito de supressão de adultos de *C. phaseoli*;

Considerando única safra, as condições abióticas da região de Botucatu, SP não influenciaram a dinâmica populacional de *C. phaseoli* em soja.

O pico populacional de *C. phaseoli* em soja ocorreu no estágio R1 na localidade de Botucatu, SP

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. The value of the dry substitutes for liquid lime. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
- AGROFIT. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2021. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 25 Jun. 2021.
- ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE (APRD) - **Michigan State University**. 2019. Disponível em: <<http://www.pesticideresistance.org>>. Acesso em: 26 Jun. 2021.
- BACCI, L.; CONVERTINI, S.; ROSSARO, B. A review of sulfoxaflor, a derivative of biological acting substances as a class of insecticides with a broad range of action against many insect pests. **Journal of Entomological and Acarological Research**, v. 50, n. 3, p. 7836-7857, 2018.
- BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. **Handbook of plant nutrition**. CRC press, 2015. 725 p.
- BOONHAM, N. et al. The detection of Tomato spotted wilt virus (TSWV) in individual thrips using real time fluorescent RT-PCR (TaqMan). **Journal of virological methods**, v. 101, n. 1-2, p. 37-48, 2002.
- BRUNNER, P. C.; FLEMING, C.; FREY, J. E. A molecular identification key for economically important thrips species (Thysanoptera: Thripidae) using direct sequencing and a PCR-RFLP-based approach. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, n. 2, p. 127-136, 2002.
- CAMELO-GARCÍA, V. M. et al. Occurrence of Groundnut ringspot virus on Brazilian peanut crops. **Journal of General Plant Pathology**, v. 80, n. 3, p. 282-286, 2014.
- CLUEVER, J. D. et al. Effect of insecticide rotations on density and species composition of thrips (Thysanoptera) in Florida strawberry (Rosales: Rosaceae). **Florida Entomologist**, v. 99, n. 2, p. 203-209, 2016.
- CRUMPTON, C. D. et al. Neonicotinoid insecticide resistance in tobacco thrips (Thysanoptera: Thripidae) of Mississippi. **Journal of economic entomology**, v. 111, n. 6, p. 2824-2830, 2018.
- DHADIALLA, T. S.; CARLSON, G. R.; LE, D. P. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. **Annual review of entomology**, v. 43, n. 1, p. 545-569, 1998.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FU, B. et al. Resistance development, stability, cross-resistance potential, biological fitness and biochemical mechanisms of spinetoram resistance in *Thrips hawaiiensis*

(Thysanoptera: Thripidae). **Pest management science**, v. 74, n. 7, p. 1564-1574, 2018.

GAMUNDI, J. C. et al. Evaluación del daño de trips *Caliothrips phaseoli* (Hood) en soja. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 64, n. 4, p. 371-372, 2005.

GAMUNDI, J. C.; PEROTTI, E. Evaluación de daño de *Frankliniella schultzei* (Trybom) y *Caliothrips phaseoli* (Hood) en diferentes estados fenológicos del cultivo de soja. **Para mejorar la producción**, v. 42, n. 1, p. 1-5, 2009.

HAMDY, M. K.; SALEM, M. The effect of plantation dates of onion, temperature and relative humidity on the population density of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lind. in Egypt. **Annals of Agricultural Science**, v. 39, n. 1, p. 417-424, 1994.

HAVILAND, D. R.; RILL, S. M. Citrus thrips control in southern highbush blueberries in California, 2014. **Arthropod Management Tests**, v. 40, n. 1, p. 1-2, 2015.

HUSETH, A. S. et al. *Frankliniella fusca* resistance to neonicotinoid insecticides: an emerging challenge for cotton pest management in the eastern United States. **Pest management science**, v. 72, n. 10, p. 1934-1945, 2016.

JOOST, P. H.; RILEY, D. G. Tomato plant and leaf age effects on the probing and settling behavior of *Frankliniella fusca* and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Environmental entomology**, v. 37, n. 1, p. 213-223, 2014.

JOHARI, A. et al. The diversity species of thrips sp. (Thysanoptera: Thripidae) in chili plantation (*Capsicum annum* L.) in the region of Jambi. **Indian Journal of Scientific Research and Technology**, v. 3, n. 1, p. 65-70, 2015.

KARAVINA, C.; GUBBA, A. An African perspective on Tospoviruses. **Journal of Plant Pathology**, v. 99, n. 1, p. 5-16, 2017.

KEOUGH, S. et al. Effects of Soybean vein necrosis virus on life history and host preference of its vector, *Neohydatothrips variabilis*, and evaluation of vector status of *Frankliniella tritici* and *Frankliniella fusca*. **Journal of economic entomology**, v. 109, n. 5, p. 1979-1987, 2016.

KORNBROT, D. Statistical software for microcomputers: SigmaPlot 2000 and SigmaStat2. **The British journal of mathematical and statistical psychology**, v. 53, n. 1, p. 335-337, 2000.

LEÃO, E. U. et al. *Citrullus lanatus* is a new natural host of Groundnut ringspot virus in Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 163, n. 11-12, p. 1014-1018, 2015.

LEE, Y. et al. Insecticide susceptibility of western flower thrip, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on horticultural crops in Gyeonggi area. **Korean journal of applied entomology**, v. 56, n. 2, p. 179-186, 2017.

- LEWIS, J. S. et al. Biotic and abiotic factors predicting the global distribution and population density of an invasive large mammal. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2017.
- LI, D. et al. Field resistance to spinosad in western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of integrative agriculture**, v. 15, n. 12, p. 2803-2808, 2016.
- MOREIRA, L. F. et al. Diamondback moth performance and preference for leaves of Brassica oleracea of different ages and strata. **Journal of Applied Entomology**, v. 140, n. 8, p. 627-635, 2016.
- MORSELLO, S. C. et al. Temperature and precipitation affect seasonal patterns of dispersing tobacco thrips, *Frankliniella fusca*, and onion thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) caught on sticky traps. **Environmental Entomology**, v. 37, n. 1, p. 79-86, 2014.
- NATWICK, E. T.; LOPEZ, M. I. Insecticide efficacy against Thrips in iceberg lettuce, 2009. **Arthropod Management Tests**, v. 36, n. 1, p. 1-2, 2011.
- NAZEMI, A.; KHAJEHALI, J.; LEEUWEN, T. V. Incidence and characterization of resistance to pyrethroid and organophosphorus insecticides in *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields in Isfahan, Iran. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 129, n. 1, p. 28-35, 2016.
- PICANÇO, M. C. et al. Manejo integrado das pragas das fruteiras tropicais. **Manejo Integrado: Fruteiras Tropicais Doenças e Pragas**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 513-578, 2002.
- PRICE, P. W. et al. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual review of Ecology and Systematics**, v. 11, n. 1, p. 41-65, 1980.
- RENKEMA, J. M. et al. Efficacy of insecticides for season-long control of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in winter strawberries in Florida. **Crop Protection**, v. 127, n.1, p. 1049-1045, 2020.
- ROSADO, J. F. et al. Seasonal variation in the populations of *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* in physic nut (*Jatropha curcas*) plantations. **Experimental and Applied Acarology**, v. 66, n. 3, p. 415-426, 2015.
- SANTOS, R. C. et al. Conventional sampling plan for thrips in tropical soybean fields. **Crop Protection**, v. 148, n. 1, p. 105740, 2021.
- SEAL, D. R. Controlling melon thrips on eggplants, 2011. **Arthropod Management Tests**, v. 37, n. 1, p.1-2, 2012.
- SILVA, R. S. et al. Spatio-temporal dynamic climate model for *Neoleucinodes elegantalis* using CLIMEX. **International journal of biometeorology**, v. 61, n. 5, p. 785-795, 2017.

SINGHA, D. et al. Molecular footprint of *Frankliniella occidentalis* from India: a vector of Tospoviruses. **Mitochondrial DNA Part B**, v. 4, n. 1, p. 39-42, 2019.

SPARKS, T. C. et al. Neural network-based QSAR and insecticide discovery: spinetoram. **Journal of Computer-Aided Molecular Design**, v. 22, n. 6, p. 393-401, 2008.

STEENWYK, R. A. V. et al. Insecticidal control of citrus thrips in citrus, 2015. **Arthropod Management Tests**, v. 41, n. 1, p.1, 2016.

TODA, S.; MORISHITA, M. Identification of three point mutations on the sodium channel gene in pyrethroid-resistant *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of economic entomology**, v. 102, n. 6, p. 2296-2300, 2009.

YADAV, R.; CHANG, N. Effects of temperature on the development and population growth of the melon thrips, *Thrips palmi*, on eggplant, *Solanum melongena*. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 1, p. 78, 2014.

WAIGANJO, M. M.; GITONGA, L. M.; MUEKE, J. M. Effects of weather on thrips population dynamics and its implications on the thrips pest management. **African Journal of Horticultural Science**, v. 1, n. 1, p. 82-90, 2008.

WALTER, N. T. et al. Toxicity of different insecticides against two thrips (Thysanoptera: Thripidae) pests of concern in Central America. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 4, p. 627-633, 2018.

WALTER, N. T. et al. Toxicity of different insecticides against *Frankliniella invasor* (Thysanoptera: Thripidae), a mango pest in Central America. **Florida Entomologist**, v. 103, n. 2, p. 296-298, 2020.

WEBSTER, C. G. et al. Emergence of Groundnut ringspot virus and Tomato chlorotic spot virus in vegetables in Florida and the southeastern United States. **Phytopathology**, v. 105, n. 3, p. 388-398, 2015.

WELLINGTON, W. G. The synoptic approach to studies of insects and climate. **Annual Review of Entomology**, v. 2, n. 1, p. 143-162, 1957.

WU, M. et al. Identification of an alternative knockdown resistance (kdr)-like mutation, M918L, and a novel mutation, V1010A, in the *Thrips tabaci* voltage-gated sodium channel gene. **Pest management science**, v. 70, n. 6, p. 977-981, 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desta pesquisa envolveu o entendimento do cenário da suscetibilidade de populações de tripes da espécie *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera; Thripidae) às principais moléculas inseticidas utilizadas no controle químico de artrópodes-praga na cultura da soja. Nesse contexto, avaliou-se o impacto de inseticidas utilizados para o controle de lepidópteros e percevejos-praga na cultura da soja na densidade populacional de *C. phaseoli*. A utilização de inseticidas químicos em lavouras de soja visando o controle de *C. phaseoli* deve ser realizada com cautela visto que atualmente 19 produtos comerciais estão disponíveis aos sojicultores, mas esses produtos pertencem somente a uma classe química, o que dificulta a adoção de estratégias de manejo da resistência. O estudo demonstrou que há redução da população de *C. phaseoli* de forma indireta, devido a utilização dos inseticidas visando outros alvos. Entretanto, tendo em vista que a quase totalidade da soja cultivada no Brasil possui tecnologia *Bt* e requer poucas ou praticamente nenhuma aplicação de inseticidas, torna-se importante monitorar o nível populacional de tripes especialmente porque sua população tende ao aumento justamente no período em que ocorreriam também populações de lepidópteros-praga. Diante desse contexto, as informações obtidas neste trabalho fornecem subsídios importantes para definir o monitoramento e estratégias para o controle químico e programas de manejo da resistência de *C. phaseoli*.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**.2021. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 10 de jun. 2021.
- BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. **Handbook of plant nutrition**. CRC press, 2015
- BOIÇA JÚNIOR, A. L. et al. Infestation of *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) on bean cultivars grown in the winter, rainy, and dry seasons in Brazil. **Environmental entomology**, v. 44, n. 4, p. 1139-1148, 2015.
- BREUIL, S. et al. Exploring species composition and population dynamics of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in peanut crops in Argentina. **Phytoparasitica**, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2021.
- CAMELO-GARCÍA, V. M. et al. Occurrence of Groundnut ringspot virus on Brazilian peanut crops. **Journal of General Plant Pathology**, v. 80, n. 3, p. 282-286, 2014.
- GAMUNDI, J. C. et al. Evaluación del daño de trips *Caliothrips phaseoli* (Hood) en soja. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 64, n. 4, p. 371-372, 2005.
- GAMUNDI, J. C.; PEROTTI, E. M.; DIZ, J. Control y evaluación de daños de *Caliothrips phaseoli* (Hood) en cultivos de soja. **Para mejorar la producción**, v. 33, n. 1, p. 77-80, 2006.
- IBRAHIM, H. et al. Insect and vertebrate pests associated with cultivated field pea (*Pisum Sativum* linn) in Northern Guinea Savanna of Nigeria. **Science World Journal**, v. 15, n. 1, p. 40-45, 2020.
- JESUS, F. G. et al. Infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B e *Caliothrips phaseoli* em genótipos de feijoeiro. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 637–648, 2010.
- JOHARI, A. Abundance of *Thrips palmi* Karny and the phenomenon of *Thrips* sp. (Thysanoptera: Thripidae) attack as pest and virus vectorat vegetables plantation in Jambi region. **ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 10, n. 6, p. 2570-2576, 2015.
- JOOST, P. H.; RILEY, D. G. Tomato plant and leaf age effects on the probing and settling behavior of *Frankliniella fusca* and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Environmental entomology**, v. 37, n. 1, p. 213-223, 2014.
- KARAVINA, C.; GUBBA, A. An African perspective on Tospoviruses. **Journal of Plant Pathology**, v. 99, n. 1, p. 5-16, 2017.
- LEÃO, E. U. et al. *Citrullus lanatus* is a new natural host of Groundnut ringspot virus in Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 163, n. 11-12, p. 1014-1018, 2015.

LIMA, E. 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, n. 1, p. 283-289, 2013.

LIMA, E. F. B. et al. New findings of thrips (Thysanoptera: Thripidae) on plants in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 1, p. 146–149, 2016.

LIMA, E. F. B.; ZUCCHI, R. A. Thrips on fabaceous plants and weeds in an ecotone in northeastern Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 393–398, 2016

LINK, D.; COSTA, E. C.; CARVALHO, S. Níveis de infestação e danos de *Caliothrips phaseoli* em soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 11, n. 4, p. 257-261, 2008.

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

MOREIRA, L. F. et al. Diamondback moth performance and preference for leaves of *Brassica oleracea* of different ages and strata. **Journal of Applied Entomology**, v. 140, n. 8, p. 627-635, 2016.

ROMERO, B.; DILLON, F. M.; ZAVALA, J. A. Different soybean cultivars respond differentially to damage in a herbivore-specific manner and decrease herbivore performance. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 14, n. 1, p. 89-99, 2020.

ROSADO, J. F. et al. Seasonal variation in the populations of *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* in physic nut (*Jatropha curcas*) plantations. **Experimental and Applied Acarology**, v. 66, n. 3, p. 415-426, 2015.

SANTOS, R. C. et al. Conventional sampling plan for thrips in tropical soybean fields. **Crop Protection**, v. 148, n. 1, p. 105740, 2021.

SINGHA, D. et al. Molecular footprint of *Frankliniella occidentalis* from India: a vector of Tospoviruses. **Mitochondrial DNA Part B**, v. 4, n. 1, p. 39-42, 2019.

SOUZA, B. H. S. et al. Infestação de *Empoasca kraemeri* Ross & Moore e *Caliothrips phaseoli* (Hood) em cultivares de feijoeiro na época da seca, em Selvíria-MS. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 3, p. 204–210, 2012.

SPADOTTI, D. M. A. et al. First report of Groundnut ringspot virus in cucumber fruits in Brazil. **New Diseases Reports**, v. 29, n. 1, p. 25-25, 2014.

TOLDI, M. et al. Influence of various preys in soybean and the biological performance of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Phytoseiidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 21, n. 12, p. 1662–1669, 2016.

WEBSTER, C. G. et al. Emergence of Groundnut ringspot virus and Tomato chlorotic spot virus in vegetables in Florida and the southeastern United States. **Phytopathology**, v. 105, n. 3, p. 388-398, 2015.

WITTMANN, M. J. et al. A. Seasonally fluctuating selection can maintain polymorphism at many loci via segregation lift. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 46, p. 9932-9941, 2017.