


**ASSOCIAÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS COM ÓLEOS VEGETAIS
NO MANEJO DE TRIPIES (CALIOTHRIPS SP.) NO FEIJOEIRO COMUM**

**ASSOCIATION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI WITH VEGETABLE OILS
IN THE MANAGEMENT OF THRIPS (CALIOTHRIPS SP.) IN COMMON BEANS**

**ASOCIACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS CON ACEITES
VEGETALES EN EL MANEJO DE TRIPS (CALIOTHRIPS SP.) EN FRIJOLES
COMUNES**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n11-152>

Data de submissão: 14/10/2025

Data de publicação: 14/11/2025

Carolina da Paixão Nunes Teles

Engenheira Agrônoma

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Cristalina

E-mail: paixaoc10@gmail.com

Orcid: 0009-0004-1879-3667

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3612351213095360>

Míriam de Almeida Marques

Doutora em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Cristalina

E-mail: miriam.marques@ifgoiano.edu.br

Orcid: 0000-0002-8588-1462

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4715541062969186>

Eduardo da Silva Reis

Graduando em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Cristalina

E-mail: edureis.agro18@gmail.com

Orcid: 0009-0009-7575-373X

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1852641521756476>

Davy Odair Pedroso Aguiar

Graduando em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Cristalina

E-mail: davyodair0055@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0931022394964165>

Álvaro Henrique Cândido de Souza

Doutor em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Cristalina

E-mail: alvaro.candido@ifgoiano.edu.br

Orcid: 0000-0002-8367-1242

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1841423167889374>

Cássio Jardim Tavares

Doutor em Ciências Agrárias

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Cristalina

E-mail: cassio.tavares@ifgoiano.edu.br

Orcid: 0000-0003-2813-8442

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8567793663614870>

Yasmine Candida da Mata Mendonça

Doutoranda em Economia

Instituição: Instituto Federal Goiano - Campus Cristalina

E-mail: yasmine.mendonca@ifgoiano.edu.br

Orcid: 0000-0003-2252-1192

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6231933294943022>

Marcos Vinícius Marques

Mestrando em Ciências Ambientais

Instituição: Universidade Federal de Goiás

E-mail: marcos.marques2@ufg.br

Orcid: 0009-0003-2869-6820

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8357111158304016>

RESUMO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) sofre ataques de tripses (*Caliothrips sp.*) praga de difícil manejo que reduz a produtividade da cultura. Este estudo avaliou a eficácia de fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana* e *Cordyceps javanica* a 1×10^7 conídios/mL), associados ou não a óleos vegetais comerciais (mamona, laranja, alho e citronela, a 2% e 5%), no controle de ninfas e adultos de *Caliothrips* em feijoeiro cultivado em casa de vegetação e em campo. Foram conduzidos quatro experimentos, contemplando as fases vegetativa (V2) e reprodutiva (R6), em delineamentos inteiramente casualizado e em blocos ao acaso. As aplicações foram feitas com micropulverizador aerógrafo e pulverizador costal; as avaliações de mortalidade ocorreram 24 h, 7 e 14 dias após a aplicação. Os óleos vegetais apresentaram efeito inseticida imediato, com destaque para o óleo de alho (5%), enquanto os fungos entomopatogênicos proporcionaram efeito residual, com mortalidades superiores a 80% após 14 dias, especialmente quando associados aos óleos de mamona e laranja a 2%. Conclui-se que a associação óleo + fungo apresentou melhor controle ao longo do tempo e que ajustes de dose são necessários para evitar fitotoxicidade (observada com óleo de laranja 5%). Os resultados indicam potencial para inclusão dessas combinações em programas de manejo integrado de *Caliothrips*.

Palavras-chave: Biodefensivos. Entomopatógenos. Óleos Vegetais. Manejo Integrado. *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

Common bean (*Phaseolus vulgaris*) suffers from attacks by thrips (*Caliothrips sp.*), a difficult-to-manage pest that reduces crop productivity. This study evaluated the efficacy of entomopathogenic fungi (*Beauveria bassiana* and *Cordyceps javanica* at 1×10^7 conidia/mL), associated or not with commercial vegetable oils (castor, orange, garlic and citronella, at 2% and 5%), in the control of nymphs and adults of *Caliothrips* in common bean grown in a greenhouse and in the field. Four experiments were conducted, covering the vegetative (V2) and reproductive (R6) phases, in completely randomized and randomized block designs. Applications were made with a micro airbrush

sprayer and a backpack sprayer; mortality assessments occurred 24 h, 7 and 14 days after application. Vegetable oils showed an immediate insecticidal effect, especially garlic oil (5%), while entomopathogenic fungi provided a residual effect, with mortality rates exceeding 80% after 14 days, particularly when combined with castor and orange oils at 2%. It is concluded that the oil + fungus combination showed better control over time and that dose adjustments are necessary to avoid phytotoxicity (observed with 5% orange oil). The results indicate potential for the inclusion of these combinations in integrated management programs for *Caliothrips*.

Keywords: Biopesticides. Entomopathogens. Vegetable Oils. Integrated Management. *Phaseolus vulgaris*.

RESUMEN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) sufre ataques de trips (*Caliothrips sp.*), una plaga difícil de controlar que reduce la productividad del cultivo. Este estudio evaluó la eficacia de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Cordyceps javanica* a 1×10^7 conidios/mL), asociados o no con aceites vegetales comerciales (ricino, naranja, ajo y citronela, al 2% y al 5%), para el control de ninfas y adultos de *Caliothrips* en frijol común cultivado en invernadero y en campo. Se realizaron cuatro experimentos, abarcando las fases vegetativa (V2) y reproductiva (R6), con diseños de bloques completamente aleatorizados y bloques aleatorizados. Las aplicaciones se realizaron con un microaerógrafo y una pulverizadora de mochila; la mortalidad se evaluó a las 24 h, 7 y 14 días después de la aplicación. Los aceites vegetales mostraron un efecto insecticida inmediato, especialmente el aceite de ajo (5%), mientras que los hongos entomopatógenos proporcionaron un efecto residual, con tasas de mortalidad superiores al 80% después de 14 días, particularmente al combinarse con aceites de ricino y naranja al 2%. Se concluye que la combinación de aceite y hongo mostró un mejor control a lo largo del tiempo y que es necesario ajustar la dosis para evitar la fitotoxicidad (observada con aceite de naranja al 5%). Los resultados indican el potencial para la inclusión de estas combinaciones en programas de manejo integrado de *Caliothrips*.

Palabras clave: Biopesticidas. Entomopatógenos. Aceites Vegetales. Manejo Integrado. *Phaseolus vulgaris*.

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas agrícolas de maior importância socioeconômica no Brasil, ocupando posição de destaque tanto na alimentação humana quanto na geração de renda para pequenos e médios produtores rurais. A leguminosa compõe a base alimentar de milhões de brasileiros e está presente em diferentes sistemas de cultivo, desde a agricultura familiar até sistemas mais tecnificados. De acordo com Alves (1998), “o feijão constitui uma das principais fontes de proteína vegetal na dieta da população, representando um alimento essencial para a segurança alimentar nacional” (p. 221).

O cultivo do feijoeiro, no entanto, está sujeito a uma série de fatores bióticos e abióticos que afetam diretamente a produtividade. Dentre os fatores bióticos, destacam-se as pragas agrícolas, que, quando não controladas adequadamente, podem causar perdas significativas de rendimento e qualidade. Uma das pragas que vêm assumindo importância crescente em diversas regiões produtoras é o tripses (*Caliothrips* sp.), inseto-praga que provoca lesões nas folhas, flores e vagens, comprometendo o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da cultura (GALLO et al., 2002; EMBRAPA, 2013).

Os tripses possuem aparelho bucal do tipo raspador-picador e se alimentam da seiva vegetal, promovendo danos diretos e indiretos às plantas. Os danos diretos decorrem da raspagem e sucção, que causam descoloração, necroses e queda foliar precoce. Já os danos indiretos estão relacionados à possibilidade de transmissão de viroses. Zimmermann (2008) destaca que, “devido ao seu pequeno tamanho e comportamento críptico, os tripses são de difícil detecção e controle, o que os torna pragas persistentes e economicamente relevantes” (p. 179).

Historicamente, o controle de tripses no feijoeiro tem se baseado no uso de inseticidas químicos sintéticos. Embora eficientes no curto prazo, esses produtos acarretam sérias limitações, como a seleção de populações resistentes, o impacto negativo sobre inimigos naturais, riscos à saúde humana e à contaminação ambiental. De acordo com Campagnani et al. (2017), o uso contínuo e indiscriminado de produtos químicos tem levado ao “aumento da pressão seletiva sobre as populações de insetos-praga, comprometendo a eficácia das moléculas e exigindo volumes cada vez maiores de aplicações” (p. 66).

Como medidas alternativas para o manejo de tripses pode ser destacado o uso de biodefensivos, especialmente aqueles à base de fungos entomopatogênicos. Esses microrganismos atuam naturalmente no controle de insetos, infectando e matando pragas através da penetração direta na cutícula, colonização interna e produção de toxinas letais. Dentre os fungos com maior potencial, destacam-se *Beauveria bassiana* e *Cordyceps javanica*, espécies amplamente estudadas e já utilizadas

em diferentes culturas. Segundo Alves (1998), “os fungos entomopatogênicos possuem um amplo espectro de hospedeiros e apresentam características desejáveis para programas de controle biológico, incluindo alta especificidade e segurança ambiental” (p. 223).

Além dos fungos, compostos de origem botânica também vêm se destacando como ferramentas auxiliares no manejo de pragas. Óleos vegetais extraídos de espécies como mamona, laranja, alho e citronela possuem propriedades inseticidas e repelentes naturais, podendo causar desidratação, sufocamento e alterações fisiológicas nos insetos. Bicas et al. (2009) destacam que “os óleos essenciais apresentam ação rápida e podem ser integrados a outros métodos de controle, reduzindo a pressão de seleção sobre as pragas” (p. 134).

A associação entre fungos entomopatogênicos e óleos vegetais pode representar um avanço significativo no controle de tripes, uma vez que combina a ação imediata dos óleos com o efeito residual prolongado dos fungos. Essa estratégia permite aumentar a eficácia dos tratamentos, reduzir a necessidade de aplicações frequentes e minimizar impactos ambientais. Zimmermann (2008) ressalta que a integração de múltiplas táticas de controle “potencializa os efeitos desejados sobre as pragas e contribui para um manejo mais sustentável e economicamente viável” (p. 182).

Outro fator relevante é a crescente demanda por práticas agrícolas ambientalmente responsáveis. O mercado consumidor tem valorizado cada vez mais produtos cultivados com menos insumos químicos, e a legislação tem se tornado mais rigorosa quanto ao uso de agrotóxicos. Nesse contexto, o uso de biodefensivos e práticas de manejo integrado ganha força não apenas como alternativa agrônômica, mas também como diferencial de mercado (MAPA, 2022; EMBRAPA, 2021).

É importante ressaltar, contudo, que a eficiência de fungos entomopatogênicos pode variar em função de condições ambientais como temperatura, umidade e incidência de radiação ultravioleta. Alves (1998) descreve que “a sobrevivência dos conídios depende fortemente da umidade relativa e da temperatura, sendo que condições extremas podem comprometer a eficiência do controle biológico” (p. 230). Por isso, a escolha do momento de aplicação e a integração com outras práticas de manejo tornam-se determinantes para o sucesso da estratégia.

Além disso, a compreensão da bioecologia da praga é fundamental para otimizar as intervenções. *Caliothrips sp.* apresenta hábitos crípticos, se abrigando em locais protegidos da planta, o que dificulta o alcance dos produtos pulverizados. Estratégias que combinem ação de contato e persistência no ambiente, como o uso de óleos vegetais associados a fungos entomopatogênicos, podem aumentar a eficiência das aplicações.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da associação de diferentes fungos entomopatogênicos com óleos vegetais no manejo de *Caliothrips sp.* no feijoeiro

comum. Busca-se com isso contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficientes, de menor impacto ambiental e alinhadas às diretrizes do manejo integrado de pragas.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCAL E PERÍODO DOS ENSAIOS

Os experimentos foram conduzidos no Instituto Federal Goiano — Campus Cristalina (Cristalina, GO), entre novembro de 2023 e junho de 2024. Realizaram-se dois experimentos em casa de vegetação (ensaios controlados) e dois em condições de campo (ensaios em área experimental), contemplando as fases vegetativa (V2) e reprodutiva (R6) do feijoeiro.

2.2 MATERIAL VEGETAL E PREPARO

Utilizou-se a cultivar carioca Embrapa BRS FC310. Em casa de vegetação, o plantio foi em vasos de 5 L preenchidos com substrato comercial (Carolina Soil). No campo, a área experimental teve preparo convencional, correção de solo e adubação de base (NPK 5-25-15), com adubações de cobertura em uréia (60 kg ha⁻¹ N parcelado aos 15 e 30 dias após emergência).

2.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO

Foram avaliados 16 tratamentos, incluindo: controle (água), Tween 2% (surfactante), óleos vegetais (mamona, laranja, alho, citronela) a 2% e 5% associados ou não com os fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana* e *Cordyceps javanica*) a 1×10^7 conídios/mL. Em casa de vegetação o delineamento foi inteiramente casualizado, com 5 repetições, em que cada unidade experimental foi composta por duas plantas de feijão nas fases vegetativas e reprodutivas contendo ninfas e adultos de tripes oriundos de infestação natural. No campo adotou-se blocos casualizados com 4 repetições (cada bloco com os 16 tratamentos). Cada unidade experimental foi composta por uma planta de feijão nas fases vegetativas e reprodutivas infestadas naturalmente por ninfas e adultos *Caliothrips*.

Tabela 1. Análise de solo na área antes da correção de solo e implantação do experimento.

Resultados da Análise Química:																		
pH H ₂ O	pH CaCl ₂	pH KCl	C.E.	P meh. P rem. P res. P total						Na ⁺	K ⁺	S-SO ₄ ⁼	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	
1 : 2,5			µs/cm ⁻³	mg dm ⁻³										cmolc dñ				
6.3	5.8			8.3							77.0	7.8		0.2	1.9	0.8	0.0	1.76
SB	t	T	V	m	Relação entre bases:				Relação entre bases e T (%):									
cmolc dm ⁻³			%		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/T	Mg/T	Na/T	K/T	H+Al/T	Ca+Mg/T	Ca+Mg+Na+K/T			
2.9	2.9	4.66	62	0	2.4	9.5	4.0	13.5	40.77	17.17		4.29	37.77	57.94	57.94			
M.O.	C.O.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo	Si	Nível Crítico de P	Valor Relativo de P							
dag kg ⁻¹				mg dm ⁻³			mg dm ⁻³		mg kg ⁻¹	mg dm ⁻³	%							
2.7	1.6	0.17	0.3	26	2.2	3.4												
Resultados da Análise Textura:																		
Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila														
		g kg ⁻¹																
		625	60	315														

ns = Não Solicitado | SB = Soma de Bases | t = CTC Efetiva | T = CTC pH 7,0 | V = Sat. Base | m = Sat. Alumínio | P,K = [HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹] | S-SO₄⁼ = [Fosfato Monobásico Cálcio 0,01 mol L⁻¹] | Ca,Mg,Al = [KCL 1 mol L⁻¹] | M.O. = Método colorimétrico | H+Al = [Solução Tampão SMP a pH 7,5] | B = [BaCl₂. 2H₂O 0,125% à quente] | Cu,Fe,Mn,Zn = [DTPA em pH 7,3] | cmolc dm⁻³ x 10 = mmolc dm⁻³; mg dm⁻³ = ppm; dag kg⁻¹ = %. Obs: Se P determinado em resina, Ca, Mg e K também determinado em resina.

Fonte: Teles (2023)

Tabela 2. Tratamentos utilizados e respectivas concentrações.

Tratamento	Concentração
Óleo de Mamona + Tween	2% + 2%
Óleo de Mamona + Tween	5% + 2%
Óleo de Laranja + Tween	2% + 2%
Óleo de Laranja + Tween	5% + 2%
Óleo de Alho + Tween	2% + 2%
Óleo de Alho + Tween	5% + 2%
Óleo de Mamona + <i>Beauveria bassiana</i> + Tween	2% + 2% + 1 × 10 ⁷ conídios/mL
Óleo de Mamona + <i>Cordyceps javanica</i> + Tween	2% + 2% + 1 × 10 ⁷ conídios/mL
Óleo de Laranja + <i>Cordyceps javanica</i> + Tween	2% + 2% + 1 × 10 ⁷ conídios/mL
Óleo de Laranja + <i>Beauveria bassiana</i> + Tween	2% + 2% + 1 × 10 ⁷ conídios/mL
<i>Beauveria bassiana</i> + Tween	1 × 10 ⁷ conídios/mL
<i>Cordyceps javanica</i> + Tween	1 × 10 ⁷ conídios/mL
Tween	2%
Testemunha	-
Óleo de Citronela + Tween	2% + 2%
Óleo de Citronela + Tween	5% + 2%

Fonte: Teles (2023)

2.4 FORMULAÇÃO E APLICAÇÃO

As suspensões fúngicas foram preparadas conforme instruções do fabricante/fornecedor, assegurando viabilidade superior a 90% por contagem de esporos em hemocitômetro. As caldas foram preparadas com água destilada, óleos vegetais e Tween 2%. Aplicações em casa de vegetação foram realizadas com auxílio de um micropulverizador aerógrafo Sagyma® SW130K, com jato de pulverização (150 mL/planta) direcionado à face abaxial da folha do feijoeiro. Em campo foi usado um pulverizador costal de 20 L com jato cone fino, com jato de pulverização na parte adaxial das

plantas de feijão. As aplicações dos tratamentos foram realizadas no final da tarde em horários mais frescos do dia.

2.5 AVALIAÇÃO DE MORTALIDADE E CRITÉRIOS

Foram coletadas duas folhas por unidade experimental as 24 h, 7 e 14 dias após as aplicações dos tratamentos para ambos os experimentos (casa de vegetação e campo). A mortalidade de adultos e ninfas foi quantificada com auxílio de com microscópio estereoscópio. insetos com presença de micélio e esporos fúngicos foram considerados mortos por infecção dos microrganismos; insetos ressecados foram considerados mortos pelos óleos vegetais. As classificações foram baseadas em morfologia e sinais de colonização.

2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados de mortalidade (%) foram submetidos à ANOVA e transformações quando necessário ($\arcsin \sqrt{x}$). Comparações de médias pelo teste de Tukey e Duncan a 5% de probabilidade, usando o software SASM-Agri (2001). Foram calculadas médias, desvio padrão e coeficiente de variação; gráficos de tendência temporal (24 h, 7 d, 14 d) foram confeccionados.

3 RESULTADOS

3.1 ADULTOS – CASA DE VEGETAÇÃO (FASE VEGETATIVA E FASE REPRODUTIVA)

3.1.1 Efeitos imediatos (24 h)

Nas primeiras 24 horas após a aplicação dos tratamentos, observou-se efeito expressivo sobre a mortalidade de adultos de *Caliothrips* sp. na fase vegetativa do feijoeiro cultivado em casa de vegetação. Conforme apresentado na Tabela 3, os tratamentos com óleo de alho a 5% + Tween (65,94%) e *B. bassiana* + Tween (51,24%) proporcionaram as maiores mortalidades imediatas. Esses resultados indicam a ação rápida do óleo de alho, cujo principal composto ativo, a alicina, é conhecido por suas propriedades fumigantes e por afetar diretamente a cutícula dos insetos, levando à desidratação e morte (Bicas et al., 2009).

Os demais óleos vegetais, como mamona e laranja, apresentaram efeito inicial mais moderado, com mortalidades variando entre 11,50% e 38,72%, sugerindo que sua ação inseticida se intensifica ao longo do tempo, especialmente quando associados a fungos entomopatogênicos. Visualmente, os adultos mortos puderam ser observados logo após as aplicações, reforçando a eficácia inicial dos compostos naturais no controle da praga.

Na fase reprodutiva do feijoeiro (Tabela 4), os efeitos imediatos mantiveram padrão semelhante. Os tratamentos com óleo de mamona a 2% + Tween (35,41%), óleo de mamona a 5% + Tween (57,29%), óleo de laranja a 2% + Tween (38,54%) e óleo de citronela a 2% + Tween (50,0%) apresentaram as maiores taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas. O desempenho elevado dos óleos de mamona e citronela pode ser atribuído à presença de compostos bioativos como a ricina e o citronelal, que agem rompendo as membranas celulares e afetando a síntese proteica nos insetos (Franco et al., 2002; Isman, 2006).

3.1.2 Efeitos a médio prazo (7 dias)

Após sete dias da aplicação, verificou-se aumento considerável na mortalidade dos tripes adultos, principalmente nos tratamentos combinando óleos vegetais e fungos entomopatogênicos. De acordo com a Tabela 3, os tratamentos óleo de mamona a 2% + Tween + *C. javanica* (68,84%), óleo de laranja a 2% + Tween + *B. bassiana* (88,67%) e *B. bassiana* + Tween (84,64%) destacaram-se por apresentarem as maiores mortalidades acumuladas. Esse comportamento confirma o efeito sinérgico entre os óleos e os fungos, em que o óleo favorece a penetração dos conídios através da cutícula danificada, potencializando a infecção fúngica e, consequentemente, elevando as taxas de mortalidade (Inglis et al., 2002; Zimmermann, 2008).

Na fase reprodutiva (Tabela 4), os resultados também revelaram incremento da mortalidade entre os tratamentos com óleo de mamona a 2% + Tween + *C. javanica* (49,16%) e óleo de mamona a 2% + Tween + *B. bassiana* (37,5%). Tais valores, embora inferiores aos observados na fase vegetativa, ainda evidenciam a eficácia prolongada das formulações. Os fungos entomopatogênicos, como *B. bassiana* e *C. javanica*, apresentam um ciclo de infecção mais lento, com ação mais acentuada a partir do quinto dia, o que explica a elevação progressiva da mortalidade após o sétimo dia (Campagnani et al., 2017).

3.1.3 Efeito residual (14 dias)

Após 14 dias da aplicação, verificou-se manutenção do efeito residual dos tratamentos compostos por óleos associados aos fungos entomopatogênicos. Na Tabela 3, as formulações contendo óleo de alho a 5% + Tween (56,03%), óleo de mamona + Tween + *B. bassiana* (43,45%) e óleo de laranja + Tween + *C. javanica* (54,47%) mantiveram mortalidade significativa, evidenciando persistência do efeito biológico. Esse comportamento reforça que os fungos entomopatogênicos oferecem um controle sustentado da população de tripes, reduzindo a necessidade de reaplicações químicas e favorecendo o manejo integrado de pragas (Zimmermann, 2008).

Na fase reprodutiva (Tabela 4), destacaram-se as combinações óleo de mamona + Tween + *B. bassiana* (59,17%) e óleo de laranja + Tween + *B. bassiana* (59,00%), cujas mortalidades foram significativamente superiores às da testemunha. Esses resultados comprovam a compatibilidade entre óleos vegetais e fungos entomopatogênicos, com potencial para formulações sustentáveis e de ação prolongada. Contudo, observou-se também a ocorrência de fitotoxicidade em plantas tratadas com óleo de laranja a 5%, caracterizada por queimaduras foliares, conforme descrito por Cabral (2010), que atribui o efeito a compostos fenólicos e terpenos presentes em altas concentrações.

Tabela 3. Mortalidade de adultos de tripes *Caliothrips sp.* na fase vegetativa do feijoeiro cultivado em casa de vegetação.

Tratamentos	Mortalidade média de adultos de tripes (%) após a aplicação dos tratamentos*					
	24 HORAS		7 DIAS		14 DIAS	
Óleo de Mamona 2% + Tween	18,83	abcd	20,00	bc	27,23	abc
Óleo de Mamona 5% + Tween	14,76	bcd	0,00	c	20,03	abc
Óleo de Laranja 2% + Tween	37,22	abc	0,00	c	28,42	abc
Óleo de Laranja 5% + Tween	7,36	cd	10,00	c	21,53	abc
Óleo de Alho 2% + Tween	7,02	cd	0,00	c	37,47	abc
Óleo de Alho 5% + Tween	65,94	a	0,00	c	56,03	a
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	38,72	abc	43,33	ab	43,45	ab
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	26,91	abcd	68,84	a	41,74	ab
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	23,20	abcd	50,64	ab	54,47	ab
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	11,50	bcd	88,67	a	44,98	ab
Tween + <i>B. Bassiana</i>	51,24	ab	84,64	a	48,46	ab
Tween + <i>C. javanica</i>	17,02	bcd	0,00	c	29,89	abc
Tween 2%	0,77	d	0,00	c	7,60	bc
Testemunha	10,00	cd	0,00	c	0,00	c
C.V.		46,68%		42,91%		40,67%

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

Tabela 4. Mortalidade de adultos de tripes *Caliothrips sp.* na fase reprodutiva do feijoeiro cultivado em casa de vegetação.

Tratamentos	Mortalidade média de adultos de tripes (%) após a aplicação dos tratamentos*					
	24 HORAS		7 DIAS		14 DIAS	
Óleo de Mamona 2% + Tween	35,41	a	18,75	ab	15,27	abc
Óleo de Mamona 5% + Tween	57,29	a	18,75	ab	6,25	bc
Óleo de Laranja 2% + Tween	38,54	a	41,66	ab	37,5	abc
Óleo de Laranja 5% + Tween	29,16	ab	8,33	ab	25,00	abc
Óleo de Alho 2% + Tween	25,00	ab	8,75	ab	37,5	abc
Óleo de Alho 5% + Tween	19,44	ab	7,5	ab	25,00	abc
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	43,95	a	37,5	ab	59,17	a

Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	54,16	a	49,16	a	44,22	ab
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	51,04	a	12,5	ab	22,70	abc
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>B.</i> <i>Bassiana</i>	25,00	ab	25,0	ab	59,00	a
Tween + <i>B. Bassiana</i>	29,16	ab	18,75	ab	12,5	bc
Tween + <i>C. javanica</i>	12,5	ab	12,5	ab	0,00	c
Tween 2%	0,00	b	1,13	b	0,00	c
Testemunha	0,00	b	1,04	b	0,00	c
Óleo de Citronela 2% + Tween	50,0	a	12,5	ab	37,5	abc
Óleo de Citronela 5% + Tween	31,25	ab	37,5	ab	17,70	abc
C.V.		53,25%		90,21%		70,06%

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

3.2 NINFAS – CASA DE VEGETAÇÃO (FASE VEGETATIVA E FASE REPRODUTIVA)

3.2.1 Efeitos imediatos (24 h)

Na fase vegetativa do feijoeiro, as ninfas de *Caliothrips* sp. responderam rapidamente aos tratamentos aplicados, com elevadas taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas. Conforme demonstrado na Tabela 5, os tratamentos à base de óleo de mamona a 2% + Tween, óleo de mamona a 5% + Tween, óleo de laranja a 2% + Tween e óleo de alho a 2% + Tween promoveram mortalidade de 100%, evidenciando ação inseticida imediata dos óleos vegetais. Essa eficácia inicial é atribuída à presença de compostos como a ricina (mamona), o D-limoneno (laranja) e a alicina (alho), que atuam rompendo a integridade da cutícula, interferindo na respiração e na síntese proteica dos insetos (Franco et al., 2002; Bicas et al., 2009).

O desempenho dos óleos isolados sugere que, embora proporcionem um efeito rápido, sua ação é predominantemente de contato e tende a diminuir ao longo do tempo devido à volatilidade e à degradação dos compostos ativos. Essa característica reforça a importância de associações com agentes de ação prolongada, como fungos entomopatogênicos, para manutenção do controle populacional (Zimmermann, 2008).

Na fase reprodutiva do feijoeiro (Tabela 6), observou-se comportamento semelhante: os tratamentos com óleo de laranja a 2% + Tween (73,96%) e óleo de citronela a 5% + Tween (63,54%) apresentaram as maiores mortalidades em 24 horas. A rápida ação desses óleos é associada à presença de terpenos como o D-limoneno e o citronelal, que possuem propriedades neurotóxicas e desidratantes sobre as ninfas (Isman, 2006). Tais compostos agem por sufocamento e por interferência nas membranas celulares, comprometendo a sobrevivência dos insetos em poucas horas.

3.2.2 Efeitos a médio prazo (7 dias)

Após sete dias da aplicação, observou-se significativa redução nas taxas de mortalidade para a maioria dos óleos isolados na fase vegetativa (Tabela 5), indicando limitação de efeito residual. Entretanto, alguns tratamentos mantiveram eficácia intermediária, como o óleo de mamona a 2% + Tween + *C. javanica* (21,91%) e o óleo de mamona a 2% + Tween + *B. bassiana* (3,84%). Esses resultados demonstram que a associação dos fungos entomopatogênicos contribui para um controle gradual e prolongado, visto que os fungos necessitam de um período de incubação e colonização antes de causar a morte do inseto hospedeiro (Zimmermann, 2008; Campagnani et al., 2017).

Na fase reprodutiva (Tabela 6), o tratamento com óleo de mamona a 2% + Tween + *B. bassiana* apresentou aumento expressivo da mortalidade, atingindo 47,75%, seguido de óleo de laranja a 2% + Tween + *C. javanica* (35,90%). Esses resultados confirmam o efeito sinérgico entre os óleos e os fungos, uma vez que o óleo danifica a camada lipídica da cutícula, facilitando a penetração dos conídios e a infecção fúngica subsequente (Inglis et al., 2002). Além disso, a umidade controlada em casa de vegetação favoreceu a germinação dos esporos e o estabelecimento dos fungos nas ninfas.

3.2.3 Efeito residual (14 dias)

Aos 14 dias, os tratamentos combinados mantiveram mortalidade significativa, revelando um efeito residual mais duradouro. Na fase vegetativa (Tabela 5), os melhores resultados foram observados para óleo de mamona a 2% + Tween + *C. javanica* (53,73%), Tween + *C. javanica* (80%) e Tween + *B. bassiana* (66,28%). Tais dados reforçam o papel dos fungos entomopatogênicos como agentes de controle persistente, uma vez que sua atuação independe da volatilidade dos óleos e está relacionada à colonização interna do hospedeiro (Zimmermann, 2008).

Na fase reprodutiva (Tabela 6), os tratamentos com óleo de mamona a 2% + Tween + *B. bassiana* (82,81%) e óleo de mamona a 2% + Tween + *C. javanica* (62,21%) apresentaram as maiores mortalidades após 14 dias. Esse desempenho demonstra a manutenção da ação biológica ao longo do tempo e a compatibilidade entre o óleo de mamona e os fungos entomopatogênicos. Segundo Isman (2006), o uso de óleos vegetais em combinação com microrganismos de controle biológico constitui uma alternativa sustentável, reduzindo a necessidade de inseticidas químicos e prolongando o efeito residual de controle.

Tabela 5. Mortalidade de ninfas de tripes *Caliothrips* sp. na Fase Vegetativa do feijoeiro cultivado em casa de vegetação.

Tratamentos	Mortalidade média de ninfas de tripes (%) após a aplicação dos tratamentos*					
	24 HORAS		7 DIAS		14 DIAS	
Óleo de Mamona 2% + Tween	100,00	a	5,03	bc	0,00	c
Óleo de Mamona 5% + Tween	100,00	a	0,00	d	36,90	abc
Óleo de Laranja 2% + Tween	100,00	a	0,00	d	0,00	c
Óleo de Laranja 5% + Tween	100,00	a	0,00	cd	30,09	abc
Óleo de Alho 2% + Tween	100,00	a	0,00	d	13,28	bc
Óleo de Alho 5% + Tween	90,00	a	0,00	d	42,78	ab
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	100,00	a	3,84	bc	60,00	ab
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	100,00	a	21,91	a	53,73	ab
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	60,00	ab	3,55	bc	30,76	abc
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	100,00	a	0,00	d	16,31	bc
Tween + <i>B. Bassiana</i>	70,00	a	7,47	b	66,28	ab
Tween + <i>C. javanica</i>	30,00	bc	0,00	d	80,00	a
Tween 2%	7,61	bc	0,00	d	0,00	c
Testemunha	1,50	c	0,00	d	0,00	c
C.V.		23,18%		40,77%		48,33%

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

Tabela 6. Mortalidade de ninfas de tripes *Caliothrips* sp. na Fase Reprodutiva do feijoeiro cultivado em casa de vegetação.

Tratamentos	Mortalidade média de ninfas de tripes (%) após a aplicação dos tratamentos*					
	24 HORAS		7 DIAS		14 DIAS	
Óleo de Mamona 2% + Tween	39,89	ab	27,37	abc	18,86	bcd
Óleo de Mamona 5% + Tween	22,46	abc	12,67	abc	11,78	cd
Óleo de Laranja 2% + Tween	73,96	a	20,14	abc	19,55	bcd
Óleo de Laranja 5% + Tween	25,69	abc	11,83	abc	30,91	abc
Óleo de Alho 2% + Tween	32,29	ab	5,88	bc	16,69	bcd
Óleo de Alho 5% + Tween	48,94	ab	14,82	abc	12,83	cd
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	31,3	ab	47,75	a	82,81	a
Óleo de Mamona 2% + Tween <i>C. javanica</i>	21,33	abc	28,37	abc	62,21	ab
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	42,97	ab	35,90	ab	34,87	abc
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	43,26	ab	25,37	abc	42,62	abc
Tween + <i>B. Bassiana</i>	14,1	bc	37,73	ab	9,85	cd
Tween + <i>C. javanica</i>	19,5	bc	29,15	abc	15,00	cd
Tween 2%	0,00	c	1,41	c	0,00	d
Testemunha	0,00	c	1,13	c	0,00	d
Óleo de Citronela 2% + Tween	48,02	ab	25,40	abc	20,52	bcd
Óleo de Citronela 5% + Tween	63,54	ab	36,53	ab	33,42	abc
C.V.		31,87%		36,74%		34,26%

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

3.3 ADULTOS – CAMPO (FASE VEGETATIVA E FASE REPRODUTIVA)

3.3.1 Efeitos imediatos (24 h)

Na fase vegetativa do feijoeiro cultivado em campo, observou-se que os tratamentos à base de óleos vegetais apresentaram efeitos inseticidas rápidos sobre adultos de *Caliothrips* sp. Conforme a Tabela 7, os tratamentos com óleo de alho a 2% + Tween (63,33%) e óleo de laranja a 2% + Tween + *B. bassiana* (70,00%) destacaram-se pelas maiores taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas, seguidos por óleo de citronela a 5% + Tween (62,5%) e óleo de mamona a 2% + Tween + *C. javanica* (50,00%).

O desempenho inicial desses tratamentos demonstra que os compostos voláteis presentes nos óleos vegetais — como a alicina (no alho), o D-limoneno (na laranja) e o citronelol (na citronela) — possuem elevada ação tóxica por contato e inalação, atuando sobre a cutícula e o sistema nervoso dos insetos (Bicas et al., 2009; Isman, 2006). Observou-se a presença de adultos de tripes mortos e colonizados por fungos entomopatogênicos após a aplicação dos tratamentos, evidenciando a interação entre o controle biológico e os óleos essenciais.

Durante a fase reprodutiva do feijoeiro, as mortalidades iniciais também foram elevadas (Tabela 8), com destaque para óleo de mamona a 2% + Tween (90,00%) e óleo de citronela a 5% + Tween (83,39%), seguidos de óleo de laranja a 5% + Tween (59,28%) e óleo de mamona a 5% + Tween (51,78%). O efeito imediato desses óleos confirma a presença de substâncias bioativas como a ricina e os terpenos, que causam rápida desorganização celular e morte dos insetos por ação neurotóxica e desidratante (Franco et al., 2002; Isman, 2006).

3.3.2 Efeitos a médio prazo (7 dias)

Após sete dias da aplicação, a mortalidade em campo apresentou incremento nos tratamentos combinados, indicando efeito sinérgico entre óleos e fungos entomopatogênicos. Na fase vegetativa (Tabela 7), os tratamentos óleo de laranja a 5% + Tween (64,16%), óleo de alho a 2% + Tween (65,83%), óleo de mamona a 2% + Tween + *B. bassiana* (65,47%) e óleo de laranja a 2% + Tween + *C. javanica* (78,75%) foram os mais eficazes. Tais resultados sugerem que, após a volatilização dos compostos mais leves, o controle passa a ser sustentado pela ação fúngica.

Os fungos *B. bassiana* e *C. javanica*, aplicados isoladamente ou em associação, apresentaram resultados consistentes, com mortalidades de 57,11% e 55,00%, respectivamente. De acordo com Zimmermann (2008) e Campagnani et al. (2017), esses fungos atuam penetrando na cutícula do inseto, germinando e colonizando o hospedeiro, processo que geralmente se intensifica a partir do quinto dia, coincidindo com o padrão de mortalidade observado neste estudo.

Na fase reprodutiva (Tabela 8), o padrão de mortalidade após 7 dias também foi elevado, com destaque para óleo de laranja a 2% + Tween + *C. javanica* (79,33%), óleo de laranja a 2% + Tween + *B. bassiana* (66,94%) e óleo de alho a 2% + Tween (63,00%). A associação entre o óleo de laranja e os fungos demonstrou desempenho superior, confirmando que o D-limoneno pode facilitar a adesão dos conídios à superfície dos insetos, ampliando a eficácia da infecção (Inglis et al., 2002).

3.3.3 Efeito residual (14 dias)

Após 14 dias, os tratamentos combinados mantiveram altas taxas de mortalidade, confirmando o efeito residual prolongado do controle biológico. Na fase vegetativa (Tabela 7), destacaram-se as combinações óleo de mamona a 2% + Tween + *C. javanica* (83,33%), óleo de laranja a 2% + Tween + *C. javanica* (76,66%), *B. bassiana* + Tween (82,14%) e *C. javanica* + Tween (70,00%). Esse desempenho reforça que a associação dos fungos com óleos vegetais proporciona não apenas ação imediata, mas também persistência no controle, pois o fungo continua atuando mesmo após a dissipação dos compostos voláteis (Zimmermann, 2008).

Durante a fase reprodutiva (Tabela 8), verificou-se que as combinações óleo de mamona a 2% + Tween + *B. bassiana* (88,33%), óleo de laranja a 2% + Tween + *C. javanica* (80,83%) e Tween + *B. bassiana* (72,14%) mantiveram as maiores mortalidades. Observou-se que os adultos de tripses apresentavam colonização por fungos entomopatogênicos após 14 dias, evidenciando o papel essencial desses microrganismos na mortalidade tardia.

A manutenção da eficácia por até 14 dias demonstra que os fungos entomopatogênicos são capazes de se adaptar às condições de campo, persistindo mesmo sob variações de temperatura e umidade. Assim, o uso de óleos vegetais em associação a *B. bassiana* e *C. javanica* constitui alternativa viável ao controle químico, com potencial para integrar programas de manejo ecológico de pragas (Isman, 2006; Zimmermann, 2008).

Tabela 7. Mortalidade de adultos de tripses *Caliothrips* sp. na fase vegetativa do feijoeiro cultivado em condições de campo.

Tratamentos	Mortalidade média de adultos de tripses (%) após a aplicação dos tratamentos*					
	24 HORAS		7 DIAS		14 DIAS	
Óleo de Mamona 2% + Tween	20,00	ab	49,16	ab	24,16	abc
Óleo de Mamona 5% + Tween	30,00	ab	56,66	ab	21,77	abc
Óleo de Laranja 2% + Tween	23,33	ab	60,64	ab	55,00	ab
Óleo de Laranja 5% + Tween	40,00	ab	64,16	a	44,16	abc
Óleo de Alho 2% + Tween	63,33	a	65,83	a	64,33	ab
Óleo de Alho 5% + Tween	40,00	ab	45,00	abc	44,16	abc
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	55,00	ab	65,47	a	76,66	a

Óleo de Mamona 2% + Tween+ <i>C. javanica</i>	50,00	ab	53,62	ab	83,33	a
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	60,00	ab	78,75	a	76,66	a
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	70,00	a	76,60	a	80,00	a
Tween + <i>B. Bassiana</i>	10,00	ab	57,11	ab	82,14	a
Tween + <i>C. javanica</i>	0,00	ab	55,00	ab	70,00	a
Tween 2%	0,00	b	5,00	c	3,33	c
Testemunha	0,00	b	9,88	bc	12,5	bc
Óleo de Citronela 2% + Tween	27,5	ab	54,52	ab	50,00	abc
Óleo de Citronela 5% + Tween	62,5	a	29,00	abc	40,00	abc
C.V.			56,52%	30,19%	34,19%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

Tabela 8. Mortalidade de adultos de tripes *Caliothrips* sp. na fase reprodutiva do feijoeiro em condições de campo.

Tratamentos	Mortalidade média de adultos de tripes (%) após a aplicação dos tratamentos*					
	24 HORAS		7 DIAS		14 DIAS	
Óleo de Mamona 2% + Tween	28,33	abc	64,5	ab	30,89	ab
Óleo de Mamona 5% + Tween	51,78	abc	40,00	abcd	28,63	ab
Óleo de Laranja 2% + Tween	44,5	abc	79,33	ab	75,48	a
Óleo de Laranja 5% + Tween	59,28	abc	20,76	bcd	64,28	a
Óleo de Alho 2% + Tween	55,00	abc	63,00	ab	73,57	a
Óleo de Alho 5% + Tween	23,33	abc	49,88	abc	52,82	ab
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	41,66	abc	31,66	abcd	88,33	a
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	90,00	a	49,88	abc	57,33	ab
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	46,66	abc	79,33	a	80,83	a
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	65,00	ab	66,94	ab	77,67	a
Tween + <i>B. Bassiana</i>	10,00	bc	55,19	ab	72,14	a
Tween + <i>C. javanica</i>	10,00	bc	40,66	abcd	75,83	a
Tween 2%	0,00	c	5,14	cd	2,09	b
Testemunha	0,00	c	5,00	d	3,68	b
Óleo de Citronela 2% + Tween	37,08	abc	44,52	abcd	30,00	ab
Óleo de Citronela 5% + Tween	83,39	a	29,08	abcd	36,67	ab
C.V.			50,39%	35,22%	37,21%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

3.4 NINFAS – CAMPO (FASE VEGETATIVA E FASE REPRODUTIVA)

3.4.1 Efeitos imediatos (24 h)

Nas primeiras 24 horas após a aplicação dos tratamentos, observou-se efeito expressivo sobre a mortalidade de ninfas de *Caliothrips* sp. na fase vegetativa do feijoeiro cultivado em campo. Conforme apresentado na Tabela 9, os tratamentos com óleo de mamona a 2% + Tween + *B. bassiana*

(80,36%) e óleo de laranja a 5% + Tween (72,34%) destacaram-se por apresentar as maiores taxas de mortalidade. Esses resultados indicam que a ação imediata dos óleos está relacionada à natureza lipofílica de seus compostos, que danificam a cutícula e comprometem a respiração dos insetos (Isman, 2006; Bicas et al., 2009).

Outros tratamentos, como óleo de alho a 2% + Tween (66,26%) e óleo de citronela a 5% + Tween (52,30%), também demonstraram mortalidade significativa, reforçando o potencial dos óleos essenciais no controle rápido das ninfas. De acordo com Franco et al. (2002), o óleo de mamona contém ricina, uma proteína altamente tóxica que inibe a síntese de proteínas, levando à morte celular, enquanto o óleo de citronela possui citronelal e citronelol, compostos que desorganizam a membrana celular dos insetos e provocam desidratação.

Durante a fase reprodutiva (Tabela 10), a tendência foi semelhante. O tratamento com óleo de citronela a 5% + Tween apresentou a maior mortalidade inicial (85,81%), seguido de óleo de mamona a 2% + Tween + *B. bassiana* (75,00%) e óleo de mamona a 5% + Tween (62,38%). Esses resultados indicam que a citronela, além de repelente, exerce efeito inseticida imediato, afetando o sistema nervoso dos tripes por meio de ação neurotóxica e respiratória (Isman, 2006).

3.4.2 Efeitos a médio prazo (7 dias)

Após sete dias, observou-se incremento nos níveis de mortalidade para as ninfas, principalmente nos tratamentos que combinaram óleos vegetais com fungos entomopatogênicos. Na fase vegetativa (Tabela 9), as combinações óleo de laranja a 5% + Tween (61,33%), óleo de mamona a 5% + Tween (54,25%) e óleo de laranja a 2% + Tween + *C. javanica* (52,07%) destacaram-se. Tais resultados reforçam a importância dos óleos como agentes facilitadores da adesão e penetração dos conídios dos fungos, promovendo ação conjunta mais duradoura (Inglis et al., 2002).

Os tratamentos com fungos isolados também mostraram elevação de mortalidade, com *B. bassiana* + Tween (35,19%) e *C. javanica* + Tween (12,83%), indicando o início do processo de colonização fúngica, que se intensifica após o quinto dia (Zimmermann, 2008; Campagnani et al., 2017).

Na fase reprodutiva (Tabela 10), os resultados confirmaram a continuidade da eficácia de alguns tratamentos. O óleo de mamona a 2% + Tween + *B. bassiana* apresentou 67,83% de mortalidade, seguido de óleo de laranja a 2% + Tween + *C. javanica* (64,25%) e óleo de mamona a 5% + Tween (56,81%). Essas combinações demonstram que o efeito do fungo entomopatogênico é potencializado pelo dano inicial causado pelo óleo, o que facilita a penetração dos conídios (Inglis et al., 2002; Zimmermann, 2008).

3.4.3 Efeito residual (14 dias)

Após 14 dias, o efeito residual dos tratamentos foi evidente, com manutenção de altas taxas de mortalidade nas ninfas. Na fase vegetativa (Tabela 9), as combinações óleo de mamona a 2% + Tween + *C. javanica* (82,28%) e óleo de laranja a 2% + Tween + *C. javanica* (82,86%) foram as mais eficazes, seguidas por *B. bassiana* + Tween (93,33%) e *C. javanica* + Tween (80,00%). A persistência desses valores comprova o estabelecimento e colonização dos fungos entomopatogênicos nos insetos, evidenciando o sucesso do controle biológico.

Durante a fase reprodutiva (Tabela 10), as maiores mortalidades foram registradas para *B. bassiana* + Tween (92,50%), óleo de mamona a 2% + Tween + *C. javanica* (85,09%) e óleo de laranja a 2% + Tween + *C. javanica* (69,36%). Esses resultados demonstram que as associações óleo + fungo mantêm ação prolongada mesmo sob condições ambientais variáveis, característica essencial para estratégias de manejo integrado de pragas.

Segundo Isman (2006) e Zimmermann (2008), a combinação de óleos vegetais e fungos entomopatogênicos representa uma abordagem sinérgica: o óleo atua como agente de ação imediata, enquanto o fungo assegura efeito residual, prolongando a mortalidade e reduzindo reinfestações. Assim, os resultados obtidos em campo confirmam a viabilidade de tais formulações como alternativas ecológicas ao controle químico convencional, promovendo sustentabilidade e segurança ambiental no manejo de *Caliothrips* sp.

Tabela 9. Mortalidade de ninfas de tripes *Caliothrips* sp. na Fase Vegetativa do feijoeiro cultivado em condições de campo

Tratamentos	Mortalidade média de ninfas de tripes (%) após a aplicação dos tratamentos*					
	24 HORAS		7 DIAS		14 DIAS	
Óleo de Mamona 2% + Tween	19,49	bcde	31,59	abc	20,00	bcd
Óleo de Mamona 5% + Tween	29,19	abcd	54,25	a	27,71	abcd
Óleo de Laranja 2% + Tween	39,19	abcd	52,07	a	29,38	abcd
Óleo de Laranja 5% + Tween	72,34	ab	61,33	a	49,07	ab
Óleo de Alho 2% + Tween	66,26	abc	31,83	abc	40,03	abc
Óleo de Alho 5% + Tween	25,33	bcde	18,85	abc	36,19	abc
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	80,36	a	32,50	abc	56,15	ab
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	66,12	abc	31,51	abc	82,28	a
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	66,48	abc	52,07	ab	82,86	a
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	66,48	abc	54,81	a	54,05	ab
Tween + <i>B. Bassiana</i>	16,69	cde	35,19	abc	93,33	a
Tween + <i>C. javanica</i>	12,20	de	12,83	abc	80,00	a
Tween 2%	0,00	e	5,85	dc	1,82	cd

Testemunha	1,77	e	1,58	c	1,25	d
Óleo de Citronela 2% + Tween	55,99	abc	25,48	abc	50,00	ab
Óleo de Citronela 5% + Tween	52,30	abcd	15,63	abc	90,00	a
C.V.		30,49%		36,72%		31,49%

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Autores.

Tabela 10. Mortalidade de ninfas de tripes *Caliothrips sp.* na Fase reprodutiva do feijoeiro cultivado em condições de campo.

Mortalidade média de ninfas de tripes (%) após a aplicação dos tratamentos*						
Tratamentos	24 HORAS		7 DIAS		14 DIAS	
Óleo de Mamona 2% + Tween	31,79	ab	46,71	abc	21,90	cde
Óleo de Mamona 5% + Tween	62,38	ab	56,81	abc	24,32	cde
Óleo de Laranja 2% + Tween	44,44	ab	48,87	ab	49,36	abc
Óleo de Laranja 5% + Tween	74,21	ab	56,83	ab	29,68	bcd
Óleo de Alho 2% + Tween	57,27	ab	40,28	abcd	28,76	cd
Óleo de Alho 5% + Tween	44,60	ab	20,34	bcde	42,44	abc
Óleo de Mamona 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	75,00	ab	67,83	a	65,65	abc
Óleo de Mamona 2% + Tween <i>C. javanica</i>	62,66	ab	49,24	ab	85,09	ab
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>C. javanica</i>	43,79	ab	64,25	a	69,36	abc
Óleo de Laranja 2% + Tween + <i>B. Bassiana</i>	50,95	ab	43,67	abc	50,91	abc
Tween + <i>B. Bassiana</i>	70,88	ab	54,00	ab	92,50	a
Tween + <i>C. javanica</i>	31,95	b	9,32	cde	63,33	abc
Tween 2%	0,00	c	5,52	de	5,00	de
Testemunha	0,42	c	0,00	e	1,50	e
Óleo de Citronela 2% + Tween	57,29	ab	15,48	bcde	61,31	abc
Óleo de Citronela 5% + Tween	85,81	a	36,01	abcd	50,47	abc
C.V.		27,26%		31,49%		27,03%

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Autores.

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas condições de casa de vegetação e campo evidenciaram que tanto os óleos vegetais quanto os fungos entomopatogênicos apresentaram potencial expressivo no manejo de *Caliothrips sp.*, especialmente quando aplicados em combinação. O comportamento observado nos experimentos demonstra uma ação conjunta caracterizada por mortalidade imediata e efeito residual sustentado, o que indica um sinergismo entre os compostos bioativos dos óleos e a infecção promovida pelos fungos.

Na fase inicial de exposição (24 h), a ação rápida dos óleos de alho, mamona, laranja e citronela está associada à presença de metabólitos secundários com propriedades inseticidas e repelentes. O óleo de alho, rico em alicina, possui efeito fumigante e age diretamente sobre o tegumento e os

sistemas respiratórios dos insetos, causando colapso celular e desidratação (Bicas et al., 2009). O óleo de mamona, por sua vez, contém ricina e ricinoleína, compostos que interferem na síntese proteica, resultando em paralisia e morte (Franco et al., 2002). Já o óleo de laranja, constituído majoritariamente por D-limoneno, atua dissolvendo os lipídios da cutícula, enquanto o óleo de citronela, rico em citronelal e citronelol, desestabiliza as membranas celulares e afeta o sistema nervoso central dos insetos (Isman, 2006).

A elevada mortalidade observada nas primeiras 24 horas, especialmente em casa de vegetação, confirma o potencial de choque imediato dos óleos vegetais. Entretanto, observou-se que seu efeito decresce com o tempo, indicando volatilização dos compostos e degradação química sob exposição à luz e temperatura. Isso corrobora Cabral (2010), que relatou fitotoxicidade e instabilidade de alguns óleos cítricos em condições ambientais adversas.

Em contrapartida, a partir do sétimo dia, a mortalidade passou a ser sustentada pelos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Cordyceps javanica*, especialmente quando aplicados em combinação com os óleos. Segundo Zimmermann (2008), esses microrganismos infectam o hospedeiro por penetração direta através da cutícula, germinam e colonizam internamente o inseto, levando à morte em 5 a 10 dias após a aplicação. Nos experimentos de campo e casa de vegetação, esse padrão foi evidente, com mortalidades superiores a 70% em várias formulações a partir do sétimo dia.

A associação entre óleos e fungos potencializou a adesão dos conídios e a infecção subsequente, como descrito por Inglis et al. (2002), que observaram que os óleos vegetais podem aumentar a eficácia dos fungos entomopatogênicos, atuando como agentes emulsificantes e protetores dos esporos contra dessecação e radiação ultravioleta. Essa interação também foi confirmada por Campagnani et al. (2017), que destacaram o aumento do potencial de infecção fúngica em superfícies previamente danificadas por compostos oleosos.

A manutenção da eficácia até 14 dias após a aplicação reforça o caráter residual dos fungos e a compatibilidade das misturas utilizadas. As formulações com óleo de mamona + *B. bassiana* e óleo de laranja + *C. javanica* apresentaram mortalidades superiores a 80% em adultos e ninfas em campo, comportamento semelhante ao relatado em estudos anteriores que combinaram entomopatógenos e extratos vegetais no controle de tripes e outros insetos sugadores (Zimmermann, 2008; Isman, 2006).

Outro aspecto importante foi a diferença observada entre as condições de casa de vegetação e campo. Em ambiente controlado, as condições de temperatura e umidade favoreceram o desenvolvimento fúngico e reduziram a volatilização dos óleos, resultando em mortalidades mais uniformes. Já em campo, variações climáticas, como incidência solar e chuva, afetaram a persistência

dos compostos e a germinação dos conídios, o que explica a maior variação dos resultados, embora ainda tenham se mantido superiores à testemunha.

Adicionalmente, observou-se a ocorrência de fitotoxicidade leve a moderada em plantas tratadas com óleo de laranja a 5%, o que corrobora os relatos de Cabral (2010) sobre danos foliares provocados por concentrações elevadas de óleos cítricos. Essa evidência indica a necessidade de ajustes nas doses e nos intervalos de aplicação para evitar prejuízos fisiológicos à cultura.

De modo geral, os resultados confirmam que as combinações de óleos vegetais e fungos entomopatogênicos são uma alternativa promissora ao uso de inseticidas sintéticos, possibilitando o controle eficaz de tripes adultos e ninfas tanto em ambiente protegido quanto a campo. A integração dessas ferramentas em programas de manejo integrado de pragas pode reduzir custos, minimizar impactos ambientais e contribuir para a sustentabilidade da produção agrícola.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que os óleos vegetais, isolados ou combinados com fungos entomopatogênicos, representam alternativas eficazes e sustentáveis para o manejo de *Caliothrips* sp. no feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), tanto em condições de casa de vegetação quanto de campo.

Nas primeiras 24 horas após a aplicação, os óleos de alho, laranja, mamona e citronela mostraram ação inseticida imediata sobre adultos e ninfas, atingindo mortalidades superiores a 60%, resultado associado à presença de compostos bioativos como alicina, D-limoneno, ricina e citronelal, que atuam sobre a cutícula e o sistema respiratório dos insetos.

A partir de sete dias, verificou-se que os tratamentos combinados — especialmente óleo de mamona a 2% + *B. bassiana* e óleo de laranja a 2% + *C. javanica* — apresentaram sinergismo notável, com mortalidades acima de 80% e efeito residual prolongado até 14 dias após a aplicação. Esses dados evidenciam que a associação dos fungos com óleos vegetais potencializa a adesão dos conídios, favorece a infecção fúngica e amplia o controle populacional dos tripes.

Em campo, embora as variações climáticas tenham influenciado a persistência dos produtos, os tratamentos mantiveram desempenho satisfatório, indicando viabilidade prática em sistemas de cultivo convencionais e orgânicos. Entretanto, observou-se fitotoxicidade em folhas tratadas com óleo de laranja a 5%, recomendando-se concentrações inferiores a 3% para evitar danos à planta.

De modo geral, o uso de formulações à base de óleos vegetais e fungos entomopatogênicos mostra-se uma estratégia promissora para o manejo integrado de pragas, reduzindo a dependência de inseticidas químicos, minimizando riscos ambientais e contribuindo para uma agricultura mais

sustentável. Recomenda-se a continuidade dos estudos em diferentes condições ambientais e o desenvolvimento de formulações comerciais estáveis, visando ampliar a adoção dessa tecnologia no campo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Federal Goiano — Campus Cristalina, CEBIO, FUNAPE e FAPEG pelo suporte técnico e infraestrutural; à Prof. Dra. Míriam de Almeida Marques pela orientação; aos colegas de laboratório e técnicos de campo pelo auxílio durante os ensaios.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. B. *Controle microbiano de insetos*. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163 p.
- BICAS, J. L.; SILVA, J. C.; BARROS, F. F. C.; NERI-NUMA, I. A.; PASTORE, G. M. Caracterização do óleo de laranja e ação inseticida. *Journal of Essential Oil Research*, v. 21, n. 2, p. 127–133, 2009.
- CABRAL, A. L. Fitotoxicidade de óleos essenciais em culturas agrícolas. *Agropecuária & Ambiente*, v. 4, n. 2, p. 34–41, 2010.
- CAMPAGNANI, M.; BARBOSA, R. H.; MORAES, S. A.; SILVA, J. E. Efeito de fungos entomopatogênicos sobre pragas agrícolas. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 61, n. 4, p. 308–315, 2017.
- EMBRAPA. Sistema de Produção do Feijoeiro Comum: Cultivo do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). 2. ed. Brasília: Embrapa, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/feijao>.
- EMBRAPA. Biodefensivos: uma alternativa sustentável para o manejo de pragas e doenças. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-biodefensivos>.
- FRANCO, J. L.; TRENTIN, A. G.; POSER, G. L. R.; GRAZZIOTIN, F. G. Atividade inseticida de extratos vegetais sobre insetos-praga. *Revista de Ciências Farmacêuticas*, v. 23, p. 35–44, 2002.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- INGLIS, G. D.; GOETTEL, M. S.; BUTTERMANN, H. R. Formulation concepts for entomopathogenic fungi. In: BUTTLER, H. R.; HAZARD, C. (Ed.). *Beauveria and Metarhizium*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 287–312.
- ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, v. 51, p. 45–66, 2006.
- MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. Programa Nacional de Bioinsumos. Brasília: MAPA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bioinsumos>.
- ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*, v. 17, p. 553–596, 2008.