

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
CURSO DE AGRONOMIA

JAQUELINE GRIZON BORBA

**CONTROLE DA *Anticarsia gemmatalis* E COMPATIBILIDADE DO *Metarhizium*
rileyi COM ÓLEO ESSENCIAL DE *Mentha X piperita*.**

NOVA PRATA

2023

JAQUELINE GRIZON BORBA

CONTROLE DA *Anticarsia gemmatalis* E COMPATIBILIDADE DO *Metarhizium rileyi* COM ÓLEO ESSENCIAL DE *Mentha X piperita*.

Projeto apresentado como requisito para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma na Universidade de Caxias do Sul. Área do conhecimento de Ciências da Vida.
Orientadora: Ma. Camila Bonatto Vicenço.

NOVA PRATA

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e Nossa Senhora por me dar forças diante dos obstáculos e desafios, quando tudo parecia ser impossível.

Agradeço a minha família, minha mãe Izaura Maria Grizon Borba, meu pai Genor Francisco Borba, minha irmã Jéssica Maria Borba, meu noivo Anderson Picolli por sempre me apoiarem e me incentivarem durante minha vida acadêmica e não medirem esforços para que eu pudesse participar de todas as atividades durante o curso.

Agradeço as amigas e colegas de toda caminhada acadêmica Bruna Zatt Lago, Daniela Roman Cortelini e Matielen da Silva Andreolla pela amizade, companheirismo e por poder compartilhar momentos de estudo.

Agradeço a minha orientadora professora Camila Bonatto Vicenço, por todo auxílio e orientação prestada durante a execução do projeto.

Agradeço a todos os professores que tive durante o curso, por todo conhecimento compartilhado, incentivo e apoio. Aos funcionários da Universidade de Caxias do Sul- Campus Nova Prata e aos amigos e colegas que contribuíram durante a caminhada acadêmica.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e amigos, fonte de força, fé e direção.

CONTROLE DA *Anticarsia gemmatalis* E COMPATIBILIDADE DO *Metarhizium rileyi* COM ÓLEO ESSENCIAL DE *Mentha X piperita*.

Jaqueline Grizon Borba¹

Camila Bonatto Vicenço²

Resumo: Este trabalho tem por objetivo avaliar a bioatividade do óleo essencial de *M. piperita* no controle da *A. gemmatalis*. O óleo apresentou mentol (20,55 %), mentofurano (13,89 %) e mentona (7,23 %). Nos bioensaios as concentrações de OE foram (0,1; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 % v/v) e Tween-80® (0,5 % v/v), que foram incorporados em dieta artificial. Foi realizado controle negativo com água e controle positivo com o inseticida químico Rimon Supra® (novaluron - 0,075 % v/v). Para o teste com *M. rileyi* foi utilizado OE nas concentrações já citadas, Tween-80® (0,5 % v/v) e Rimon Supra®, diluídos em meio de cultura, posteriormente inseriu-se um disco da colônia do fungo no centro das placas e foram incubadas em BOD. Nas avaliações dos bioensaios com *A. gemmatalis*, em 24 h observou-se mortalidade de 100 % dos indivíduos a partir da concentração de 1,0 % v/v e 7,5 % na concentração de 0,5 % v/v. Em 48 h, a mortalidade foi de 57,5 % dos indivíduos em 0,5 % v/v e em 72 h e 96 h a mortalidade foi de 65 % em 0,5 % v/v. No controle positivo observou-se a mortalidade de 47,5 % em 48 h, 85 % em 72 h e 92,5 % em 96 h. Não foi observado crescimento do fungo *M. rileyi* nos testes realizados. Desta forma, conclui-se que o óleo essencial de *M. piperita* possui potencial inseticida contra a *A. gemmatalis* e não seria indicado o uso associado com fungo entomopatogênico *M. rileyi*.

Palavras-chave: Lagarta-da-soja; controle alternativo; manejo integrado de pragas.

CONTROL OF *Anticarsia gemmatalis* AND COMPATIBILITY OF *Metarhizium rileyi* WITH ESSENTIAL OIL OF *Mentha X piperita*.

Abstract: This work aims to evaluate the bioactivity of the essential oil of *M. piperita* in the control of *A. gemmatalis*. The oil presented menthol (20.55 %), mentofuran (13.89 %) and menthone (7.23 %). In the bioassays, the EO concentrations were (0.1; 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 % v/v) and Tween-80® (0.5 % v/v), which were incorporated on an artificial diet. A negative control was performed with water and a positive control with the chemical insecticide Rimon Supra® (novaluron - 0.075 % v/v). For the test with *M. rileyi*, EO was used at the concentrations already mentioned, Tween-80® (0.5 % v/v) and Rimon Supra®, diluted in culture medium, later a disc of the fungus colony was inserted in the center of the plates and later incubated in BOD. In the evaluations of the bioassays with *A. gemmatalis*, in 24 h, mortality of 100 % of the individuals was observed from the concentration of 1.0 % v/v and 7.5 % in the concentration of 0.5 % v/v. At 48 h, mortality was 57.5 % of individuals at 0.5 % v/v and at 72 h and 96 h mortality was 65% at 0.5% v/v. In the positive control, a mortality rate of 47.5 % was observed in 48 h, 85 % in 72 h and 92.5 % in 96 h. No growth of the fungus *M. rileyi* was observed in the tests performed. Thus, it is concluded that the essential oil of *M. piperita* has insecticidal potential against *A. gemmatalis* and its use associated with the entomopathogenic fungus *M. rileyi* would not be indicated.

Keywords: Soybean armyworm; alternative control; integrated pest management.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais culturas do setor agrícola nacional. Leguminosa de origem asiática, a cultura apresenta significativa importância socioeconômica. No Brasil o cultivo da soja ocupa 55 % do total de áreas destinadas a agricultura e corresponde a pouco mais de 51 % do valor da produção total da agricultura (NETO, RAIHER, 2023; MARTINS, 2023).

A cultura possui papel fundamental no desenvolvimento do agronegócio brasileiro, envolve uma vasta gama de setores de produção, transporte e processamento, além de possibilitar negociações no mercado internacional com a exportação do grão e derivados. O grão caracteriza-se por sua versatilidade, podendo ser utilizado na alimentação humana, alimentação animal e produção de biocombustíveis (PICCOLI, 2018).

Um dos fatores que interferem negativamente na produtividade da soja é o ataque de pragas, entre elas está a *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 181 (Lepidoptera: Noctuidae), popularmente conhecida como lagarta-da-soja, que caracteriza-se por ser uma das principais pragas da cultura. Inseto praga desfolhador, possui diversas plantas hospedeiras, porém alimenta-se em especial de leguminosas como soja, feijão (*Phaseolus vulgaris*), amendoim (*Arachis hypogaea*), grão de bico (*Cicer arietinum*) e ervilha (*Pisum sativum*) (LIMA, 2023).

Na região Sul do país, a lagarta costuma atacar as lavouras de soja no período de dezembro a janeiro, causando severo desfolhamento da cultura, podendo causar até 100 % de danos (CAMPO et al., 2000) sendo que, uma única lagarta-da-soja é capaz de consumir em torno de 110 cm² de folhas da cultura (VIANNA et al., 2011).

A mariposa da *A. gemmatalis* caracteriza-se por apresentar coloração cinza, bege ou marrom, possui uma listra transversal de cor escura ao longo de suas asas, que une as pontas do primeiro par de asas e o processo reprodutivo ocorre à noite. Os ovos são depositados na parte abaxial das folhas, nos ramos, no caule e nos pecíolos. Quando depositados apresentam coloração verde clara, entretanto, ao longo do tempo podem tornar-se acinzentados e próximo do período de eclosão das larvas, marrom escuro. Uma fêmea vive em torno de 20 dias, e é capaz de depositar cerca de 1.000 ovos, sendo que o período de deposição ocorre entre oito e dez dias de vida, a incubação dos ovos dura aproximadamente 3 dias. Considerando os dois primeiros ínstares das lagartas, caracterizam-se por apresentar pares de falsas pernas vestigiais no abdômen e medem 3 e 9 mm respectivamente (CAPINERA, 2008).

Considerando a injúria causada nas folhas as lagartas de primeiro e segundo ínstar somente raspam o parênquima foliar, quando no terceiro ínstar já possuem capacidade de perfuração. A lagarta possui coloração verde, com estrias longitudinais de cor branca no dorso, podendo tornar-se escura quando exposta a condições de escassez de alimentos ou de altas populações. Durante seu ciclo passa por seis instares larvais e ao encerrar o processo de alimentação no último ínstar, inicia a fase de pré-pupa que possui duração de um a dois dias, recém formada tem coloração verde-clara e ao passar do tempo torna-se marrom brilhante, posteriormente em profundidade de cerca de 2 cm, empupa no solo por nove a dez dias e então emergem as mariposas que darão início ao novo ciclo (CAMPO et al., 2000).

Em situações de ocorrência da lagarta-da-soja o principal método utilizado é o controle químico. A aplicação intensiva e indiscriminada de inseticidas químicos no meio rural provoca uma série de danos, como surgimento de pragas resistentes, desequilíbrio da cadeia alimentar, além de auxiliar que pragas secundárias passem a ser pragas chave, tornando-se indispensável o controle da mesma, e assim maior uso de defensivos (VIANNA et al., 2011). O uso de controle químico na agricultura acarreta, ainda, em contaminação do meio ambiente, intoxicação de produtores rurais, acumulação de resíduos tóxicos nos alimentos e prejudica o controle biológico, que acontece naturalmente no meio ambiente, interrompendo o equilíbrio de pragas e provocando surto de insetos indesejáveis (CORRÊA, SALGADO, 2011).

A busca por alternativas para o controle de insetos-praga vem aumentando e, impulsionado pelo apelo da sociedade em exigir alimentos com baixo residual, procura-se ferramentas que possam amenizar os problemas causados pelos agrotóxicos. Muitas alternativas já são preconizadas pelo MIP (Manejo Integrado de Pragas), dentre elas encontra-se o controle alternativo com a utilização de óleos essenciais e extratos botânicos e ainda a utilização de entomopatógenos para a supressão de populações de insetos-praga (DREISTADT et al., 2016).

Os óleos essenciais são extraídos de plantas aromáticas, medicinais ou condimentares, caracterizam-se por ser uma mistura de substâncias voláteis lipofílicas e são uma alternativa de controle de pragas agrícolas que possui diversas vantagens em sua utilização. A obtenção do óleo geralmente é de baixo custo, o residual não é considerado tóxico, ou é em pequena escala e apresenta fácil degradação. Estas substâncias possuem grande potencial no controle de pragas, por apresentarem ação tóxica, deterrência ou repelência de insetos, seu uso quando comparado aos inseticidas químicos apresentam menor risco à saúde humana e ao meio ambiente, tornando-se uma opção de controle alternativo (PRADO et al., 2019).

O gênero *Mentha* pertence à família Lamiaceae. Os óleos essenciais extraídos de plantas deste gênero eram utilizados pelos egípcios, gregos e romanos, com a finalidade de utilização para aromatizantes de alimentos, perfumes e produtos farmacêuticos (PAZ NETO, 2016).

Os principais compostos que podem ser encontradas no óleo essencial de *Mentha* sp. são o limoneno, mentona, isomentona, mentol e mentil acetato (WATANABE et al., 2006). O terpenóide mentol atua como um excelente inseticida agindo como inibidor do crescimento e desenvolvimento (LIMA, CARDOSO, 2007). Relatos apontam a bioatividade do óleo essencial de *M. piperita* afetando a fecundidade de fêmeas de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae) (JESSER et al., 2017).

A utilização de entomopatógenos vem de com encontro aos conceitos preconizados pelo MIP (Manejo Integrado de Pragas). *Metarhizium rileyi* (Farl.) Kepler, S.A. Rehner E Humber é um fungo entomopatogênico de significativa importância no controle de pragas agrícolas, pertence ao filo Ascomycota, classe Sordariomycetes, ordem Hypocreales e a família Clavicipitaceae. Caracteriza-se por apresentar conidióforos de coloração verde pálido que podem oscilar ao verde acinzentado, que ficam dispostos sobre um micélio de cor esbranquiçada. Destaca-se na eficiência do controle natural de insetos da família Lepidoptera, devido a ocorrência de epizootias nestes lepidópteros desfolhadores, além de ser um fungo altamente virulento. *M. rileyi* consegue controlar em torno de 30 espécies desta família, entre elas está a *A. gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae), *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) que ataca principalmente as culturas da soja e do algodão e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) praga do milho, arroz, sorgo e algodão (ABATI, 2015).

O fungo entomopatogênico *M. rileyi* pode ser utilizado no controle biológico, apresentando eficiência na ação inseticida. Quando aplicado sobre a lagarta-da-soja em seus primeiros estágios larvais a probabilidade de controle é ainda maior, considerando 80 % de mortalidade em seis dias depois da aplicação do fungo (ANDRADE, RANGEL, 2021).

M. rileyi coloniza as lagartas de *A. gemmatalis* de duas maneiras, via tegumento e oral. Ao alcançar a hemocele, microtoxinas são produzidas e assim, ocorre um bloqueio do aparelho digestivo, posteriormente os tubos germinativos passam pelos processos de crescimento e produção de corpos hifais denominados blastósporos, não reconhecidos pelo sistema imune, passam a se multiplicar intensamente na hemolinfa. Após a infecção por completo, as hifas germinam formando o micélio do inseto mumificado (VISENTIN, 2017).

O objetivo deste trabalho é avaliar o controle da *A. gemmatalis* e compatibilidade do fungo entomopatogênico *M. rileyi* com o óleo essencial de *M. piperita*.

2 METODOLOGIA

Os testes e avaliações do controle da *A. gemmatalis* e compatibilidade do *M. rileyi* com óleo essencial de *M. piperita* foram realizados no Laboratório de Controle de Pragas da Universidade de Caxias do Sul, em Caxias do Sul – RS.

2.1 *Anticarsia gemmatalis*

As lagartas utilizadas nesse estudo foram provenientes da criação mantida em dieta artificial, descrita por Greene et al. (1976), no Laboratório de Controle de Pragas. Os experimentos foram conduzidos em condições controladas de temperatura, umidade e fotoperíodo ($26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, UR de $75\% \pm 1$ e 14 h de fotofase).

2.2 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

O óleo essencial de *M. piperita* foi obtido na oleoteca do Laboratório de Estudos do Sistema do Solo, Planta, Atmosfera e Metabolismo Vegetal (LESSPA), da Universidade de Caxias do Sul.

Tabela 1: Resultado de identificação e quantificação de compostos químicos, do óleo essencial de *Mentha X piperita*, por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-MS) e cromatografia gasosa acoplada detector por ionização de chamas (CG-DIC).

(continua)

Compostos	RI	LTPRI	IRL Lit.	Área (%)
α -pineno	13,924	1018,189	1022	0,39
β -pineno	18,566	1104,269	1108	0,59
sabineno	19,427	1119,974	1120	0,29
mirceno	21,978	1166,509	1166	0,17
limoneno	23,733	1198,522	1199	1,1
1.8-cineol	24,117	1205,84	1210	2,58
trans- β -ocimeno	25,814	1238,551	1239	0,15
cis- β -ocimeno	26,296	1247,841	1251	0,11
3-octanol	33,554	1394,303	1400	0,12
isomentona	36,919	1468,454	1465	0,77
mentofurano	37,088	1472,198	1478	13,89
mentona	38,011	1492,645	1486	7,23
β -bourboneno	38,317	1499,424	1510	1,37
carano	39,872	1536,002	-	0,16
acetato de mentila	41,317	1570,026	1561	3,59
acetato de isomentila	42,069	1587,733	1594	0,11
β -cariofileno	42,699	1602,715	1604	1,97
neoisomentol	44,035	1635,99	1646	0,24
mentol	44,507	1647,746	1652	20,55
isomentol	44,934	1658,381	1655	0,53

germacreno-D	47,421	1721,412	1726	0,57
--------------	--------	----------	------	------

Tabela 1: Resultado de identificação e quantificação de compostos químicos, do óleo essencial de *Mentha X piperita*, por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-MS) e cromatografia gasosa acoplada detector por ionização de chamas (CG-DIC).

(conclusão)

Compostos	RI	LTPRI	IRL Lit.	Área (%)
piperitona	48,150	1740,541	1743	0,15

RI: Índice de retenção (min); - LTPRI: Índice de retenção com programação linear de temperatura calculado; - IRL lit.: Índice de retenção linear da literatura.

2.3 BIOENSAIOS

2.3.1 Teste com *Anticarsia gemmatalis*

O óleo essencial de *M. piperita* foi solubilizado em Tween-80[®] (0,5 % v/v) de forma homogênea e após acrescido em 100 mL de dieta artificial descrita por Greene et al. (1976). As concentrações utilizadas foram: 0,1; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 % v/v. Foram utilizados dois controles: um negativo, contendo somente água destilada e um controle positivo com o inseticida químico Rimon[®] Supra (0,075 % v/v) (ingrediente ativo: novaluron). As lagartas foram colocadas em copos plásticos (100 ml), com 1 g da dieta artificial contendo os tratamentos, sendo avaliadas as taxas de mortalidades em 24, 48, 72 e 96 h.

Para os testes foram realizadas 10 repetições para cada tratamento, sendo que cada repetição foi composta por 4 indivíduos de *A. gemmatalis* de 3^o instar, totalizando 40 indivíduos para cada tratamento e um total de 280 lagartas.

2.3.2 Teste com *Metarhizium rileyi*

A avaliação da atividade fungicida do óleo essencial de *M. piperita* sobre *M. rileyi* foi realizada no Laboratório de Controle de Pragas da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, no primeiro semestre de 2023.

Foi utilizado o entomopatógeno *M. rileyi* (isolado UCS B05) proveniente da coleção de entomopatógenos do Laboratório de Controle de Pragas da UCS. A multiplicação do entomopatógeno foi realizada através do processo de repicagem em meio de cultura SMAY (10 g de maltose + 5 g de extrato de levedura + 5 g peptona + 10 g ágar + 500 mL de água destilada). As placas foram mantidas em BOD com temperatura constante de 25 °C com fotoperíodo de 12 horas, por 14 dias.

Para avaliar a seletividade do óleo essencial sob o entomopatógeno foram conduzidos

ensaios em delineamento inteiramente casualizado com cinco concentrações de óleo essencial (0,1; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 % v/v) e três tratamentos controles que foram constituídos por água destilada; outro por água mais Tween-80[®] (0,5 % v/v) e outro com o inseticida Rimon[®] Supra (0,075 % v/v) (ingrediente ativo: novaluron).

Para a avaliação do efeito fungicida do óleo essencial sobre *M. rileyi*, os tratamentos, com auxílio de um micropipetador, foram incorporadas a 100 mL de meio de cultura SMAY fundente, previamente autoclavado, após, foi vertido em placas de Petri (8 cm de diâmetro).

Após a solidificação do meio de cultura, um disco (5 mm de diâmetro) da colônia de *M. rileyi* foi transferido e depositado no centro de cada placa de Petri. As placas foram vedadas e incubadas em câmara de crescimento – BOD, com temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante 14 dias. As avaliações foram realizadas no 3º, 7º e 14º dia, através da medição do diâmetro da colônia com auxílio de um paquímetro digital. Cada tratamento contou com 5 repetições, sendo cada repetição uma placa, totalizando 40 placas.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados a partir do modelo estatístico de variância ANOVA, seguido do teste *post hoc* de comparação múltipla de médias de Tukey a 5 % de probabilidade, com auxílio do programa AgroEstat.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TESTE COM *Anticarsia gemmatilis*

Nos bioensaios em que os tratamentos foram diluídos em dieta artificial, na concentração de 0,1 % v/v de óleo essencial não observou-se mortalidade dos insetos em nenhum dos dias de avaliações. Verificando-se a concentração de 0,5 % v/v de óleo essencial a taxa de mortalidade de *A. gemmatilis* foi de 7,5 %, 57,5 %, 65 % e 65 % em 24, 48, 72 e 96 h, respectivamente. Nas concentrações de 1,0 % v/v, 1,5% v/v e 2,0% v/v observou-se taxa de mortalidade de 100 % dos indivíduos já na primeira avaliação (24 h) (Tabela 2).

No controle positivo foram observadas taxas de mortalidade dos indivíduos de 0 %, 47,5 %, 85 % e 92,5 % em 24, 48, 72 e 96 h, respectivamente. Observando-se resultados distintos entre os dois controles (positivo e negativo) (Tabela 2).

Tabela 2: Percentuais de mortalidade da *A. gemmatalis* em diferentes concentrações do óleo essencial de *M. piperita* e controles positivo e negativo em 24, 48, 72 e 96 h de avaliação.

Tratamento	Mortalidade (%)			
	24 h	48 h	72 h	96 h
OE (0,1 % v/v)	0 c ± 0	0 d ± 0	0 d ± 0	0 d ± 0
OE (0,5 % v/v)	7,5 ± 6,84	57,5 b ± 6,84	65 c ± 5,59	65 c ± 5,59
OE (1,0 % v/v)	100 a ± 0	100 a ± 0	100 a ± 0	100 a ± 0
OE (1,5 % v/v)	100 a ± 0	100 a ± 0	100 a ± 0	100 a ± 0
OE (2,0 % v/v)	100 a ± 0	100 a ± 0	100 a ± 0	100 a ± 0
Água	0 c ± 0	0 d ± 0	0 d ± 0	0 d ± 0
Rimon [®] Supra (0,075 % v/v)	0 c ± 0	47,5 c ± 5,59	85 b ± 5,59	92,5 b ± 6,54
Coefficiente de variação	5,8	5,77	4,64	5,11

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), $n = 40$.

Fonte: Autor (2023).

Os terpenos presentes no óleo essencial de menta, como o mentol, mentona, 1-8 cineol, citronelal, citronelol, α - e β -pineno, limoneno, linalol, mirceno, entre outros, possuem capacidade de atividade inseticida e repelente descritas para diversos insetos, causam distúrbios como deterrência alimentar (CAMILOTTI, 2022; NICULAU et al, 2013).

CABALLERO et al. (2019) em estudo realizado sobre a bioatividade do óleo essencial de *M. piperita* sobre *A. gemmatalis*, observaram mortalidade de 100 % na primeira avaliação que ocorreu em 24 h após a realização dos bioensaios, considerando resultado obtido a partir da concentração de 0,4 % v/v de óleo essencial. Em 48 h observou-se mortalidade de 66,6 % das lagartas em concentração de 0,1 % v/v e na última avaliação em 72 h observaram mortalidade de 100 % dos indivíduos no tratamento com inseticida química Rimon[®] Supra (0,075 % v/v).

AGUIAR et al. (2019) desenvolveram estudo de eficiência do óleo essencial de menta no controle de *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell) (Hemiptera: Aphididae). Os compostos majoritários encontrados no OE foram mentol, acetato de metila e limoneno, observaram ação inseticida contra *C. fragaefolii*. Na concentração de 1 % v/v notou-se mortalidade de 92 % e em 4 % v/v a taxa de mortalidade subiu para 98 %, concluindo-se eficiente a pulverização deste OE para controle desta praga.

PRADO et al. (2019) observaram que o óleo essencial de menta (*Mentha arvensis*), que contém mentol como principal composto majoritário, causou mortalidade de 13,33 % na lagarta-da-soja em fase larval e pupal, onde os bioensaios foram compostos com folhas de

feijoeiro imersas em concentração de 2 µL/mL em solução aquosa com Triton X-100 e 0,1 % v/v de óleo essencial.

O óleo essencial de *M. piperita* em testes com a traça-das-crucíferas, mostrou-se letal nas concentrações (CL₅₀) de 1,29; 1,63 e 2,51 µL mL⁻¹ nos testes de toxicidade com ovos desta praga, onde os compostos majoritários encontrados no óleo essencial foram mentol (21,50 %), mentona (13,86 %) e iso-mentona (8,57 %) (LEAL, 2019).

Em estudo realizado para potencial de óleos essenciais no controle de lepidópteros o óleo essencial de *M. piperita* (compostos majoritários identificados: mentol (55 %), mentona (25 %) e acetato de metilo (10 %), observou-se alta repelência de oviposição e eficiência na redução de alimentação das fêmeas de *A. gemmatalis* em terceiro estágio, mostrando seu potencial para utilização no Manejo Integrado de Pragas (RIBEIRO, 2014).

Pesquisas apontam para o potencial inseticida de óleos essenciais de menta, entre eles de *M. piperita*, no controle do lepidóptero *Plutella xylostella* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Plutellidae), observou-se DL₉₅ e DL₅₀ de 10,2 µg larva⁻¹ e 5,25 µg larva⁻¹, respectivamente. O óleo essencial foi tóxico nos ovos do inseto e interferiu nas fase de eclosão de larvas (PAZ NETO, 2016).

Óleos essenciais contém muitos compostos que podem explicar a repelência e mecanismos inseticidas. Muitos estudos tem demonstrado que compostos terpenicos presentes nos óleos essenciais possuem atividade inseticida, fungicida, nematicida, entre outros (REGNAULT-ROGER et al., 2012; PAVELA E BENELLI, 2016).

A rápida ação contra insetos pode ser um indicativo de ação neurotóxica. Existem evidências de interferência com o neuromodulador octopamina ou nos canais de cálcio modulados pelo GABA (ácido gama aminobutírico) (ISMAN, 2006; PRIESTLEY et al., 2003).

3.2 TESTE COM *Metarhizium rileyi*

A compatibilidade do fungo entomopatogênico *M. rileyi* com o óleo essencial de *M. piperita* foi avaliada no 3º, 7º e 14º dia após a montagem dos bioensaios, onde os resultados estão apresentados na Tabela 3. Observa-se crescimento do fungo diante dos controles negativos (água e água + Tween-80®) e do controle positivo com o inseticida químico Rimon® Supra. Não houve crescimento micelial do fungo entomopatogênico, quando submetido aos tratamentos com óleo essencial de menta, resultado igualmente para todas as concentrações e em todos os dias de avaliação, sendo possível observar comportamento fungistático.

Tabela 3: Crescimento do fungo entomopatogênico *M. rileyi* submetido a diferentes tratamentos em avaliações no 3º, 7º e 14º dia após aplicação.

Tratamento	Crescimento micelial de <i>M. rileyi</i> (mm)		
	3º dia	7º dia	14º dia
Água	8,53 a ± 0,62	12,16 a ± 0,74	18,68 a ± 2,34
Água + Tween-80 [®] (0,5 % v/v)	9,11 a ± 0,88	11,55 a ± 0,62	18,96 a ± 2,00
Rimon [®] Supra (0,075 % v/v)	9,18 a ± 1,05	12,05 a ± 1,58	18,83 a ± 3,25
OE (0,1 % v/v)	0 b ± 0	0 b ± 0	0 b ± 0
OE (0,5 % v/v)	0 b ± 0	0 b ± 0	0 b ± 0
OE (1,0 % v/v)	0 b ± 0	0 b ± 0	0 b ± 0
OE (1,5 % v/v)	0 b ± 0	0 b ± 0	0 b ± 0
OE (2,0 % v/v)	0 b ± 0	0 b ± 0	0 b ± 0
Coefficiente de variação	15,94	14,65	22,45

Valores seguidos por letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Fonte: Autor (2023).

Em pesquisa desenvolvida observou-se que o óleo essencial de menta apresentou atividade fungistática ao fitopatógeno *Macrophomina phaseolina*. Os óleos essenciais possuem compostos capazes de inibir o processo de crescimento micelial e germinação de esporos (FIGUEIREDEO et al., 2023).

Relatos comprovam que óleos essenciais extraídos de plantas atuam como fungicidas naturais, desenvolvendo a inibição da atividade fúngica, devido aos seus respectivos constituintes. O óleo essencial menta apresenta efeito fungistático e fungicida diante de alguns fungos como *Alternaria* sp, *Curvalaria lunata* (Wakker) Boedijn, *Fusarium moliniforme* Sheld. e *F. solani* Mart. (Sacc), considerando concentrações com variação entre 500 e 2000 mg/mL-1 em meio de cultura, foi observado inibição de desenvolvimento dos fungos com o óleo essencial de menta a partir de 1500mg/mL-1. Os autores comentam que o óleo pode ser utilizado no controle de fungos e insetos, por apresentar elevada atividade fungicida (PEREIRA et al,2006).

Em estudo realizado com o objetivo de avaliar a compatibilidade de extratos vegetais com o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*, foram feitas pulverizações de extratos em concentração de 10 % v/v sobre o fungo já repicado em meio BDA e observou-se compatibilidade de todos os extratos utilizados, sendo eles alecrim(*Salvia rosmarinus*), capim cidreira(*Cymbopogon citratus*), citronela(*Cymbopogon winterianus*), louro(*Laurus nobilis*), nim(*Azadirachta indica*), mamona(*Ricinus communis*), cinamomo(*Melia azedarach*), eucalipto(*Eucalyptus*), arruda(*Ruta graveolens*), cúrcuma(*Curcuma longa*) e canela(*Cinnamomum verum*) (MAMPRIM, 2011).

Em pesquisa com o objetivo de avaliar toxicidade de óleos essenciais no fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, observou-se que o óleo essencial de *Mentha* spp., na

concentração de 0,01 % v/v, foi compatível com o fungo, possibilitando oportunidades de desenvolver novos estudos para utilização no campo (BESEN, 2022).

Toshova et al. (2022) realizaram pesquisa para analisar o controle da *Diabrotica virgifera virgifera* com óleo essencial de orégano e compatibilidade com o fungo entomopatogênico *Metarhizium pempighi*, onde observaram que não houve inibição dos óleos no crescimento fúngico.

Ebadollahi et al., (2017) avaliaram a toxicidade do óleo essencial de *Mentha piperita* e compatibilidade com o fungo entomopatogênico *Lecanicillium muscarium*. Os compostos majoritários encontrados foram limoneno (27,28 %), mentol (24,71 %), mentona (14,01 %) e carvol (8,46 %) e observou-se que ocorreu suscetibilidade do fungo.

4 CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que o óleo essencial de *Mentha X piperita* pode ser uma opção para controle alternativo da lagarta-da-soja.

O óleo essencial de menta mostrou-se incompatível com o fungo entomopatogênico *M. rileyi*, sendo possível observar comportamento fungistático em todas as concentrações utilizadas.

Os resultados obtidos neste estudo preconizam maiores investigações em pesquisas bioguiadas para inferir quais compostos do óleo essencial apresentam atividade inseticida e fungistática.

REFERÊNCIAS

ABATI, K. **Produção do fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* (Farlow) por fermentação líquida e sólida.** Piracicaba, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-13112015-135618/publico/Kauana_Abati.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2023.

AGUIAR, Lucas Kussek; MALESKI, Leticia Tamara; DURAU, Bruna Caroline; SOUZA, Michele Trombim de; SOUZA, Mirele Trombim de; ZAWADNEAK, Maria Aparecida Cassilha. **Eficiência do óleo essencial de *Mentha arvensis* (Lamiaceae) no controle de *Chaetosiphon fragaefolii* (Hemiptera: Aphididae).** Curitiba, 2019. Disponível em: <<http://fitossanidade.fcav.unesp.br/seer/index.php/anaisconbraf/article/view/515>>. Acesso em 25 jun. 2023.

ANDRADE, E.P.D.; RANGEL, D.E.N. **Desenvolvimento do fungo entomopatogênico *Metarhizium rileyi* como agente microbiano para o manejo das principais espécies de lepidópteros nas culturas de soja e algodão: uma revisão.** Curitiba, 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/29916/23573>>. Acesso em 01 jun. 2023.

BESEN, Sandra Gebauer. **TOXICIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS E COMPOSTOS MAJORITÁRIOS DE *Mentha* spp. para larvas de *Alphitobius diaperinus* (PANZER) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) E SUA INTERAÇÃO COM O FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO *Beauveria bassiana*.** Santa Helena, 2022. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29000/1/oleos essenciais mentha coleoptera.pdf>>. acesso em 25 jun. 2023.

CABALLERO, Bruna F. de O; FERREIRA, Letícia O; MENEGOL, Iriane V; VICENÇO, Camila B; BARROS, Neiva M. de; PAULETTI, Gabriel F. **Bioatividade do óleo essencial de *Mentha piperita* sobre *anticarsia gemmatalis*.** Caxias do Sul, 2019. Disponível em <http://jovenspesquisadores.com.br/2019/uploads/posteres/1/poster-bruna_19_51_01.pdf>. Acesso em 19 jun. 2023.

CAMILOTTI, Aline. **EFEITOS DO USO DE INSETICIDAS E ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE MOSQUITOS NA SAÚDE HUMANA E AMBIENTE: UMA REVISÃO DE LITERATURA.** Porto Alegre, 2022. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Downloads/001150416.pdf>>. Acesso em 25 jun. 2023

CAMPO, Clara Beatriz Hoffmann; MOSCARDI, Flávio; FERREIRA, Beatriz S. Corrêa; OLIVEIRA, Lenita Jacob; GÓMEZ, Daniel Ricardo Sosa; PANIZZI, Antonio Ricardo; CORSO, Ivan Carlos; GAZZONI, Décio Luiz; OLIVEIRA, Edilson Bassoli de. **PRAGAS DA SOJA NO BRASIL E SEU MANEJO INTEGRADO.** 2000. Disponível em <http://www.ccpran.com.br/upload/downloads/dow_7.pdf>. Acesso em 28 mai. 2023.

CAPINERA, J.L. (Ed.), **Encyclopedia of Entomology.** Springer, Gainesville, pp. 1723-1726, 2008. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=i9ITMiihVQC&oi=fnd&pg=PR55&dq=CAPINERA,+J.L.+\(Ed.\),+Encyclopedia+of+Entomology.+Springer,+Gainesville,+pp.+1723-1726.&ots=VZGqUvjPPR&sig=_fhnCZBDvNM30ZQSyDa4G2ENrfw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=i9ITMiihVQC&oi=fnd&pg=PR55&dq=CAPINERA,+J.L.+(Ed.),+Encyclopedia+of+Entomology.+Springer,+Gainesville,+pp.+1723-1726.&ots=VZGqUvjPPR&sig=_fhnCZBDvNM30ZQSyDa4G2ENrfw#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em 26 jun. 2023.

CORRÊA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N. **Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão.** Araraquara, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbpm/a/d5SxQVKhnYNCcjYfphdPNgn/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2023.

DREISTADT, S. H.; CLARK, J. K.; MARTIN, T. A.; FLINT, M. L. **Pests of Landscape Trees and shrubs: an integrated pest management guide/UC Statewide Integrated Pest**

Management Program. University of California, 2016. Disponível em: <http://ipm.ucanr.edu/IPMPROJECT/ADS/manual_landscape.html>. Acesso em 02 jun. 2023.

EBADOLLAHI, Asgar; DAVARI, Mahdi; RAZMJOU, Jabrael; NASERI, Bahram; NOTES, Author. **Separate and Combined Effects of *Mentha piperata* and *Mentha pulegium* Essential Oils and a Pathogenic Fungus *Lecanicillium muscarium* Against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae).** 2017. Disponível em <<https://academic.oup.com/jee/article/110/3/1025/3061492?login=true>>. Acesso em 25 jun. 2023.

FIGUEIREDO, Ana Rosa de; SILVA, Leirson Rodrigues da; MORAIS, Lilia Aparecida Salgado de. **Atividade antifúngica de óleos essenciais frente a *Macrophomina phaseolina*.** Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/13811/12172>>. Acesso em 24 jun. 2023.

ISMAN, Murray B. **BOTANICAL INSECTICIDES, DETERRENTS, AND REPELLENTS IN MODERN AGRICULTURE AND NA INCREASINGLY REGULATED WORLD.** Annual Review of Entomology. 51:45-66, 2006. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>>. Acesso em 26 jun. 2023.

JESSER, E.N.; WERDIN-GONZÁLEZ, J.O.; MURRAY, A.P.; FERRERO, A.A. **Efficacy of essential oils to control the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae).** J Asia Pac Entomol. 20:1122-1129. 2017.

LEAL, Tamara Thays Barbosa. **INVESTIGAÇÃO DAS PROPRIEDADES BIOATIVAS DE ÓLEOS ESSENCIAIS DA FAMÍLIA RUTACEA, POACEAE, LAMIACEAE E LAURACEAE SOBRE *Plutella xylostella* (L.) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE).** Recife, 2019. Disponível em: <https://ww2.ppgea.ufrpe.br/sites/default/files/testes-dissertacoes/tamara_thays_barbosa.pdf>. Acesso e, 19 jun. 2023.

LIMA R. K.; CARDOSO M.G. **Família Lamiaceae: Importantes Óleos Essenciais com Ação Biológica e Antioxidante.** Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/19155/1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Acesso em: 02 jun. 2023.

LIMA, Fabio de. **CARACTERIZAÇÃO DE RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE SOJA A *Anticarsia gemmatalis* (LEPIDOPTERA: EREBIDAE).** Urutaí, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3502/1/tcc_Fabricio%20de%20Lima.pdf>. Acesso em 28 mai. 2023.

MAMPRIM, Ana Paula. **Efeitos de defensivos naturais e extratos vegetais sobre parâmetros biológicos de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok.** Marechal Cândido Rondon, 2011. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1420/1/Ana_Mamprim_2011>. Acesso em 22 jun. 2023.

MARTINS, João Paulo de Oliveira. **ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA**. Rio Verde, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3512/3/tcc_Joao%20Paulo%20Martins.pdf>. Acesso em 25 mai. 2023.

PAZ NETO, Antonio de Almeida. **POTENCIAL INSETICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DAS ESPÉCIES DE *Mentha* PARA O CONTROLE DE *Plutella xylostella* (L) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**. Recife, 2016. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede2/7756/2/Antonio%20de%20Almeida%20Paz%20Neto.pdf>>. Acesso em 19 jun. 2023.

NETO, Antonio Octaviano de Andrade; RAIHER Augusta Pelinski. **Impacto socioeconômico da cultura da soja nas áreas mínimas comparáveis do Brasil**. Ponta Grossa, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/resr/a/qCCcrfHTMBzzgdgKssNGB6d/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 28 maio. 2023

NICULAU, Ednilson dos S.; ALVES, Pércles B.; NOGUEIRA, Paulo Cesar de L.; MORAES, Valéria Regina de S.; MATOS; Andréia P.; BERNARDO, Antonio R.; VOLANTE, Ana C.; FERNANDES, João B.; SILVA, Maria F. G. F. da; CORRÊA, Arlene G.; BLANK, Arie F.; SILVA, Anderson de C.; RIBEIRO, Leandro do P. **Atividade inseticida de óleos essenciais de *Pelargonium graveolens* l'Herit e *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/9QmKpCKhWyPH9GbGDPWG5RS/?lang=pt>>. Acesso em 25 jun. 2023.

PAVELA, Roman; BENELLI, Giovanni. **Essential Oils as Ecofriendly Biopesticides? Challenges and Constraints**. 2016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27789158/>>. Acesso em 26 jun. 2023.

PEREIRA, Marcelo Cláudio; VILELA, Georgia Rocha; COSTA, Lívia Martinez Abreu Soares; SILVA, Reginaldo Ferreira da; FERNANDES, Anderson Felicori; FONSECA, Ellen Waleska Nascimento da; PICCOLI, Roberta Hilsdorf. **Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos**. Lavras, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cagro/a/GttKGg3rYZzzhVBFJ5t9mmb/?format=html#>>. Acesso em 24 jun. 2023.

PICCOLI, Everton. **A IMPORTÂNCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO: Uma análise sob o enfoque do aumento da produção de agricultores no Município de Santa Cecília do Sul**. Tapejara, 2018. Disponível em: <<http://www.fatrs.com.br/faculdade/uploads/tcc/d464ec1e2f2c450aa33bb0e990b54878.pdf>>. Acesso em 25 mai. 2023

PRADO, Jeanne Scardini Marinho; MORAIS, Lilia Aparecida Salgado de; PAZIANOTTO, Ricardo Antonio Almeida. **Efeito deletério de óleos essenciais sobre anticarsia gemmatalis e helicoverpa armígera.** São Paulo, 2019. Disponível

em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1115015/1/boletim87Jeanne.pdf>>. Acesso em 19 jun. 2023.

PRIESTLEY, Caroline M.; WILLIAMSON, Elizabeth M.; WAFFORD, Keith A.; SATTELLE, David B. **Thymol, a constituent of thyme essential oil, is a positive allosteric modulator of human GABAA receptors and a homo-oligomeric GABA receptor from *Drosophila melanogaster*.** 2009. Disponível

em:<<https://bpspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1038/sj.bjp.0705542>>. Acesso em 26 jun. 2023.

REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; THOR, J., 2012. **Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world.** Annu. Rev. Entomol. 57, 405–424, 2012.

Disponível em:<<https://10.1146/annurev-ento-120710-100554>>. Acesso em 26 jun. 2023.

RIBEIRO, Rafael Coelho. **DA COZINHA PARA O CAMPO: POTENCIAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE CONDIMENTOS PARA O CONTROLE DE LEPIDÓPTEROS E A SELETIVIDADE SOBRE O SEU PREDADOR.** Minas Gerais, 2014. Disponível em

:<<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1243/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em 19 jun. 2023

SOUZA, Francis Moretti DE; SILVA, Rafael Azevedo da; MAGALHÃES, Larissa D. da Silva; LOUREIRO, Elisângela D. de Souza. **Fungos entomopatogênicos associados ao controle da mosca-branca: Uma revisão.** Research, Society and Developmen, 2022.

Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33536/28391>>. Acesso em: 02 jun. 2023.

TOSHOVA, Teodora; VELCHEV, Dimitar; BARTA, Marek; TAKOV, Danail; TODOROV, Ivaylo; PILARSKA, Daniela; TÓTH, Miklós; BERKOV, Strahil; NIKOLOVA, Milena. **Insecticide activity of Greek oregano essential oil and entomopathogenic fungus *Metarhizium pemphigi* against *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.** 2022. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s42976-022-00266-1>>. Acesso em 25 jun 2023.

VIANNA, U. R; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C; ALENCAR, J.R.C.C.de; ZINGER, F.D. **ESPÉCIES E/OU LINHAGENS DE TRICHOGRAMMA SPP.**

(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) PARA O CONTROLE DE ANTICARSIA GEMMATALIS (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). São Paulo, 2011. Disponível em

:<<https://www.scielo.br/j/aib/a/bmqkr9fMTwmszBZxGMLmgKP/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 25 mai. 2023

VISENTIN, A.P.V. **EFEITOS DE NOVALURON, GLIFOSATO E *Metarhizium rileyi* SOBRE O SISTEMA IMUNE, PARÂMETROS BIOLÓGICOS E METABOLISMO REDOX DE *Anticarsia gemmatalis*.** Caxias do Sul, 2017. Disponível em:

<<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/4063/Dissertacao%20Ana%20Paula%20Vargas%20Visentin.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>. Acesso em 01 de jun. 2023.

WATANABE, C.H.; NOSSE, T.M.; GARCIA, C.A.; PINHEIRO, N.P. **Extração do óleo essencial de menta (*Mentha arvensis* L.) por destilação por arraste a vapor e extração com etanol.** Maringá, 2006. Disponível em:
<https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinais/artigo15_v8_n4_p076-086.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2023.