

Efeito deletério de óleos essenciais sobre  
*Anticarsia gemmatalis* e *Helicoverpa armigera*



OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E  
PRODUÇÃO  
RESPONSÁVEIS



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Meio Ambiente  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
87**

Efeito deletério de óleos essenciais sobre  
*Anticarsia gemmatalis* e *Helicoverpa armigera*

*Jeanne Scardini Marinho-Prado  
Lilia Aparecida Salgado de Moraes  
Ricardo Antonio Almeida Pazianotto*

**Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna, SP  
2019**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Meio Ambiente**  
Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho  
Caixa Postal 69, CEP: 13918-110, Jaguariúna, SP  
Fone: +55 (19) 3311-2610  
Fax: +55 (19) 3311-2640  
www.embrapa.br/meio-ambiente/  
SAC: www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Meio Ambiente

Presidente  
*Ana Paula Contador Packer*

Secretária-Executiva  
*Cristina Tiemi Shoyama*

Membros  
*Rodrigo Mendes, Ricardo A. A. Pazianotto, Maria  
Cristina Tordin, Daniel Terao, Victor Paulo Marques  
Simão, Joel Leandro de Queiroga, Vera Lucia  
Ferracini, Marco Antonio Gomes*

Revisão de texto  
*Eliana de Souza Lima e Maria de Cleofas Faggion  
Alencar*

Normalização bibliográfica  
*Maria de Cléofas Faggion Alencar*

Projeto gráfico  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Silvana Cristina Teixeira*

Foto da capa  
*Jeanne Scardini Marinho-Prado*

**1ª edição eletrônica (2019)**

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Meio Ambiente

---

Marinho-Prado, Jeanne Scardini.

Efeito deletério de óleos essenciais sobre *Anticarsia gemmatalis* e *Helicoverpa armigera* / Jeanne Scardini Marinho-Prado, Lilia Aparecida Salgado de Moraes, Ricardo Antonio Almeida Pazianotto. – Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2019.

25 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 87).

1. Óleos essenciais 2. *Anticarsia gemmatalis* 3. *Helicoverpa armigera* 3. Basilição 4. Tomilho 5. Linalol 5 Timol 6. Controle de pragas I. Moraes, Lilia Aparecida Salgado de. II. Pazianotto, Ricardo Antonio Almeida. III. Título. IV. Série.

---

CDD (21 ed.) 632.96

Maria de Cléofas Faggion Alencar, CRB-8/1658

© Embrapa, 2019

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos .....	9
Resultados e Discussão .....	12
Conclusões.....	12
Agradecimentos.....	23
Referências .....	23

# Efeito deletério de óleos essenciais sobre *Anticarsia gemmatalis* e *Helicoverpa armigera*

Jeanne Scardini Marinho-Prado<sup>1</sup>  
Lilia Aparecida Salgado de Moraes<sup>2</sup>  
Ricardo Antonio Almeida Pazianotto<sup>3</sup>

**Resumo** - O controle de pragas baseado na utilização de óleos essenciais com baixa ou nenhuma toxidez tem grande utilidade na agricultura. Assim sendo, neste trabalho os óleos essenciais originados de nove diferentes espécies vegetais foram avaliados quanto ao potencial para uso no controle de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Erebidiae) e *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae), duas importantes pragas de cultivos nacionais. Os óleos essenciais de laranja doce (*Citrus aurantium dulce*), gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), canela cássia (*Cinnamomum cassia*), citronela (*Cymbopogon* sp.), menta (*Mentha arvensis*), orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus vulgaris*) e basilicão (*Ocimum basilicum* L.) foram pulverizados sobre folhas de feijão em concentração de 2µL/mL (em solução aquosa com Triton X-100 a 0,01%), que foram oferecidas a lagartas de *A. gemmatalis* e *H. armigera*. A solução controle foi composta apenas de água e Triton X-100 a 0,01%. Foram realizadas avaliações biológicas e comportamentais dos insetos e identificados os compostos majoritários dos óleos essenciais. A resposta de *A. gemmatalis* aos nove óleos essenciais avaliados foi diferente em relação à de *H. armigera*. Em ambas espécies, porém, observou-se bioatividade do óleo de basilicão, que pode ser devida à ação de seus compostos majoritários (linalol, 1.8-cineol, cânfora e eugenol).

**Palavras-chave:** Basilicão, Tomilho, Linalol, Timol, *Anticarsia gemmatalis*, *Helicoverpa armigera*

---

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

<sup>2</sup> Bióloga, doutora em Horticultura, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Matemático, mestre em Biofísica Molecular, analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

## Deleterious effect of essential oils on *Anticarsia gemmatalis* and *Helicoverpa armigera*

**Abstract** - Pest control based on the use of essential oils with little or no toxicity has great potential of application in agriculture. Thus, essential oils from nine different plant species were evaluated for the potential use against *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Erebidae) and *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae), two important national crop pests. Essential oils of sweet orange (*Citrus aurantium dulce*), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe), tea tree (*Melaleuca alternifolia*), cinnamon (*Cinnamomum cassia*), citronella (*Cymbopogon* sp.), mint (*Mentha arvensis*), oregano (*Origanum vulgare*), thyme (*Thymus vulgaris*) and basilicum (*Ocimum basilicum* L.) were sprayed on bean leaves at a concentration of 2 $\mu$ L/mL (in aqueous solution with 0.01% Triton X-100), which were offered to caterpillars of *A. gemmatalis* and *H. armigera*. The control solution was water and 0.01% Triton X-100. Biological and behavioral evaluations of insects were carried out and the major compounds of essential oils were identified. The response of *A. gemmatalis* to the nine essential oils evaluated was different from that of *H. armigera*. In both species, however, bioactivity of basilicum oil was observed, which may be due to the action of its major compounds (linalool, 1,8-cineol, camphor and eugenol).

Key-words: Basilicum, Thyme, Linalool, Thymol, *Anticarsia gemmatalis*, *Helicoverpa armigera*

## Introdução

---

As lagartas são insetos imaturos da ordem Lepidoptera e são responsáveis por diversos danos em cultivos de grande importância agrícola. Neste trabalho foram estudadas duas importantes pragas dessa ordem, *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Erebididae) e *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae).

Conhecida como lagarta-da-soja, *A. gemmatalis* é considerada a principal praga da soja, sendo um importante desfolhador desta cultura no Brasil (Hoffmann-Campo et al., 2000; Bueno et al., 2011; Conte et al., 2014). Embora existam outras plantas hospedeiras, essa espécie se alimenta preferencialmente de leguminosas e a importância dessa praga na soja deve-se principalmente à sua grande abundância e ocorrência frequente em todas as regiões do Brasil onde há a cultura (Moscardi et al., 2013). A espécie *H. armigera* era considerada praga quarentenária ausente no Brasil (A1) até o ano de 2013, quando, a partir da safra 2012/2013, assumiu status alarmantes, causando sérios prejuízos a diferentes culturas, especialmente na região central do Brasil (Conte et al., 2014; Czepak et al., 2013). Com grande capacidade de dispersão e fase larval com hábito altamente polífago (com mais de 60 famílias vegetais hospedeiras) (Czepak et al., 2013), *H. armigera* encontra-se hoje amplamente distribuída no território nacional, e ataca principalmente culturas de soja, milho, feijão e algodão (Specht et al., 2013).

Especificamente na cultura da soja, mas também aplicável a diversos cultivos agrícolas, o problema decorrente do ataque de pragas vem acompanhado de um número crescente de aplicações de inseticidas e isto tem contribuído para o aumento de resistência de pragas a inseticidas, elevação no uso dos mesmos e, conseqüentemente, nos custos de controle (Conte et al., 2014). A falta de novas moléculas de inseticidas e a repetida utilização de produtos com modo de ação semelhante numa mesma safra tem favorecido a evolução da resistência, reduzindo a eficácia das aplicações (Conte et al., 2014). Soma-se a esse problema, ainda, a crescente preocupação de consumidores e produtores com a saúde dos trabalhadores e com a contaminação de alimentos e do ambiente, destacando de forma

geral a demanda por formas mais naturais para conferir proteção às plantas contra o ataque de insetos.

O controle de pragas baseado na utilização de óleos essenciais com baixa ou nenhuma toxidez a organismos não alvo tem grande utilidade na agricultura. Óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis lipofílicas geralmente odoríferas e líquidas, sendo a volatilidade sua principal característica (Simões et al. 2003). São substâncias naturais provenientes de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, muitas vezes de fácil obtenção a baixo custo e que não apresentem toxidez residual, podem ser uma boa opção para o controle de pragas, pois, na maioria são sistêmicos, de fácil degradação e pouco ou não fitotóxicos (Morais, 2009).

Os vegetais são uma fonte inesgotável de moléculas, muitas desconhecidas, que podem servir de modelo para síntese química, gerando produtos de baixo custo, eficazes, ambientalmente seguros, padronizados, registrados, com controle de qualidade visando a reprodutibilidade e constância de componentes químicos, e, principalmente, que atendam às necessidades dos produtores (Morais, 2009).

Nesse sentido, compostos derivados de plantas são potenciais fontes de proteção contra pragas, pois podem apresentar ação tóxica, de repelência ou deterrência a insetos (Isman, 2006). As plantas medicinais e aromáticas são fonte para a produção de óleos essenciais, medicamentos, corantes naturais, cosméticos e biocidas (Morais; Marinho-Prado, 2016). Além disso, inseticidas vegetais são alternativas promissoras aos inseticidas químicos sintéticos no manejo de pragas agrícolas, por apresentarem riscos reduzidos para o ambiente e para a saúde humana. Estas substâncias são mais rapidamente degradáveis que os compostos sintéticos, por muitos destes serem sensíveis à luz solar, à umidade ou ao calor (Morais; Marinho-Prado, 2016).

Sendo assim, na busca por moléculas a serem utilizadas no controle de lagartas, visando a rotação de compostos ativos dentro do manejo integrado de pragas, o presente trabalho avaliou o potencial de óleos essenciais originados de nove diferentes espécies vegetais sobre *A. gemmatalis* e *H. armigera*.

## Material e Métodos

---

### Obtenção dos óleos essenciais

A extração do óleo essencial de laranja doce (*Citrus aurantium dulce*) foi realizada na Embrapa Agroindústria de Alimentos (CTAA), utilizando-se a técnica da hidrodestilação, em aparelho tipo Clevenger modificado. O tempo de extração foi padronizado em três horas, obtido por avaliação preliminar, observando-se o volume de óleo essencial a cada 30 minutos, considerando-se como tempo ótimo quando não mais se observa alteração do rendimento.

Além do óleo essencial de laranja doce, os óleos essenciais de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), canela cássia (*Cinnamomum cassia*), citronela (*Cymbopogon* sp.), menta (*Mentha arvensis*), orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus vulgaris*) e basilicão (*Ocimum basilicum* L.), adquiridos no comércio, foram também analisados e utilizados nos bioensaios.

Todos os óleos essenciais foram mantidos em frasco de vidro transparente protegidos com papel alumínio, com batoque e tampa de rosca e acondicionados em freezer, a fim de reduzir a degradação dos compostos químicos presentes nos mesmos.

Os óleos essenciais foram analisados em cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas Agilent 5973N, equipado com uma coluna capilar HP-5MS (5%-fenil-95%-metilpolisiloxano, 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), utilizando-se o hélio (1,0 mL/min) como gás carreador. Foi injetado 01 µL de óleo essencial diluído em diclorometano. As temperaturas do detector e injetor foram 260°C e 240°C respectivamente, split 1:20, no seguinte programa de temperatura: 60°C–240°C (3°C/min). As análises foram feitas em triplicata e os constituintes químicos foram identificados pela comparação de seus espectros de massas e valores de índice de Kovats (IK) com o banco de dados do sistema Wiley 6th ed. e compostos conhecidos descritos na literatura (Adams, 2007). Os índices de retenção foram calculados a partir dos tempos de retenção dos componentes dos óleos essenciais utilizando-se uma série de n-alcanos (C7-C26).

## Manutenção dos insetos e condução dos ensaios de biologia e comportamento

Insetos das espécies *H. armigera* e *A. gemmatalis* foram mantidos em sala de criação do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia (LEF), da Embrapa Meio Ambiente, com temperatura de  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 5\%$  e fotoperíodo de 12:12 (L:E). A criação foi mantida utilizando-se dieta artificial e seguindo a metodologia proposta em Vilela et al. (2014).

Os ensaios foram também realizados no LEF, utilizando plantas de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) cultivar BRS Pérola, cultivadas a partir de sementes fornecidas pela Embrapa Arroz e Feijão. O feijão foi semeado, mantido em casa de vegetação e utilizado, preferencialmente em fase vegetativa V3 (quando os folíolos do primeiro nó vegetativo ao 4º nó foliar estão desenrolados), como planta hospedeira para avaliação da biologia e do comportamento das lagartas.

Em todos os ensaios foi aplicado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) e os tratamentos aplicados constaram de folhas com os óleos essenciais avaliados na concentração de  $2\mu\text{L}/\text{mL}$  em solução aquosa com Triton X-100 a 0,01%, um surfactante. A solução controle era composta apenas de água e Triton X-100 a 0,01%. A concentração foi selecionada a partir de testes preliminares.

Cada repetição foi representada por uma placa de Petri (6,5 cm de diâmetro) contendo uma lagarta e uma folha de feijoeiro. Foram realizadas 15 repetições para cada um dos tratamentos para os ensaios com *A. gemmatalis* e seis repetições por tratamento para lagartas de *H. armigera*. As folhas foram imersas na solução correspondente ao seu tratamento, deixadas secar à sombra e individualizadas em placas de Petri contendo uma lagarta de terceiro instar que permaneceu em jejum por duas horas antes de cada bioensaio. As massas das lagartas foram aferidas em balança analítica imediatamente antes do início do bioensaio e após três dias.

As folhas foram submetidas ao medidor de área foliar Li-3100C (LICOR Environmental) antes do início do bioensaio e após 24 horas, para obtenção do consumo foliar de cada uma das lagartas. Após 24 horas, cada lagarta foi transferida para um copo plástico (50 mL) identificado conforme o tratamento recebido e contendo dieta artificial (a mesma utilizada para

a manutenção da criação), onde permaneceram até a fase de pupa. As pupas de *A. gemmatalis* foram pesadas em balança analítica. Os adultos foram sexados e separados em casais, que foram colocados em gaiolas cilíndricas confeccionadas com papel sulfite e placas de Petri. Diariamente foi observada a oviposição e os ovos foram acompanhados para a observação da viabilidade. A duração de vida (em dias) foi descrita apenas para os insetos que chegaram à fase adulta e a mortalidade foi avaliada diariamente durante toda a fase larval e de pupas. A razão sexual foi obtida dividindo-se o número de fêmeas pelo número total de adultos. O ganho de peso (GP, em gramas) foi calculado considerando-se as massas das lagartas no dia da montagem ( $M_1$ ) e três dias após a instalação do bioensaio ( $M_2$ ):  $GP = M_2 - M_1$ . O consumo larval (CL, em  $cm^2$ ) foi calculado através da medição da área foliar no dia da montagem ( $AF_1$ ) do bioensaio e 24h depois ( $AF_2$ ):  $CL = AF_2 - AF_1$ . Para lagartas de *H. armigera* foi observado somente o consumo foliar em 24 horas de bioensaio e observada a mortalidade dos 10 primeiros dias.

## **Análises estatísticas**

O efeito dos óleos essenciais das espécies vegetais sobre as variáveis de avaliação biológica e comportamental foi avaliado para cada lagarta considerando-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Em relação à mortalidade, foi realizada somente uma análise descritiva dos dados, reportando o quanto da população avaliada morreu (%) em cada tratamento. Com exceção da mortalidade, todas as variáveis foram submetidas ao teste não-paramétrico de Kruskal Wallis, uma vez que a análise de resíduos não satisfaz as suposições de normalidade e homocedasticidade. Em todas as análises, o nível de significância adotado foi de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Programa R (R Core Team, 2019).

## Resultados e Discussão

---

Os compostos majoritários de cada óleo essencial estudado, identificados por cromatografia gasosa foram: canela cássia (93,8% E-cinamaldeído); tomilho (21,9% - *p*-cimeno; 41,2% - timol); Orégano (74,9% - Carvacrol); Basilicão (21,76% - linalol; 15,6% - 1.8-cineol; 11,86% - cânfora; 11,31% - eugenol); citronela (23,2% - citronelal; 33,7% geraniol); Menta (90,2% - mentol); Gengibre (20,9% - geraniol; 14% - nerol); Laranja doce (76,2% - limoneno) e melaleuca (19,2% - gama terpineno; 37,3% - terpineno-4-ol), além dos compostos minoritários (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição química de cada óleo essencial utilizado na avaliação (nome científico e nome popular).

Constituintes químicos (%)	<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Cinnamomum cassia</i>	<i>Zingiber officinale</i>	<i>Citrus aurantium dulce</i>	<i>Melaleuca alternifolia</i>	<i>Mentha arvensis</i>	<i>Cymbopogon</i> sp.	<i>Origanum vulgare</i>	<i>Thymus vulgaris</i>
	Basilicão	Canela Cássia	Gengibre	Laranja doce	Melaleuca	Menta	Citronela	Orégano	Tomilho
Alfa-pineno	1,56	1,26	1,30	2,90	2,34	0,25	--	1,88	0,64
Canfeno	--	0,59	4,35	--	--	--	--	0,79	0,95
Benzaldeído	--	0,62	--	--	--	--	--	--	--
sabineno	--	--	--	--	--	0,54	--	--	--
Beta-pineno	0,75	0,95	0,40	0,68	--	0,95	--	0,82	0,89
Mirceno	--	--	1,35	1,80	--	0,53	--	--	0,54
Alfa-terpineno	--	--	--	--	8,53	0,84	--	--	5,68
Para-cimeno	--	--	--	--	4,17	--	--	2,25	21,9
Limoneno	--	0,57	--	76,2	7,53	1,26	1,29	--	0,36
1,8-cineol	15,6%	1,26	10,85	--	6,39	0,68	--	0,95	0,53
Gama terpineno	--	--	--	--	19,2	--	--	2,25	4,72
Linalol	21,76%	0,85	1,80	8,92	--	--	--	--	2,35
Citronelol	--	--	1,52	--	--	--	5,18	--	--
Cânfora	11,86%	--	--	--	--	--	--	--	--
Isopulegol	--	--	--	--	--	--	0,96	--	--
Citronelal	--	--	0,74	1,25	--	--	23,2	--	--
Mentol	--	--	--	--	--	90,2	--	--	--
Borneol	--	0,7	1,20	--	--	--	--	0,68	--

Continua...

Tabela 1. Continuação

Constituintes químicos (%)	Ocimum basilicum	Cinnamomum cassia	Zingiber officinale	Citrus aurantium dulce	Melaleuca alternifolia	Mentha arvensis	Cymbopogon sp.	Origanum vulgare	Thymus vulgaris
	Basilicão	Canela Cássia	Gengibre	Laranja doce	Melaleuca	Menta	Citronela	Orégano	Tomilho
Terpineno-4-ol	2,46	1,18	--	--	37,3	--	--	1,04	--
Alfa=terpineol	--	1,72	--	--	5,58	--	--	--	--
Neral	4,35	--	14,0	0,84	--	--	--	--	--
Geraniol	--	--	5,68	--	--	--	33,7	--	--
Geranial	7,52	--	20,9	--	--	--	0,75	--	--
(Z)-Cinamaldeído	--	0,57	--	--	--	--	--	--	--
(E)-Cinamaldeído	--	93,80	--	--	--	--	--	--	--
Acetato de bornila	--	1,11	--	--	--	--	--	--	0,36
Timol	--	-	--	--	--	--	--	1,45	41,2
Carvacrol	--	-	--	--	--	--	--	74,9%	3,53
Eugenol	11,31%	-	--	--	--	--	0,69	--	0,51
Beta-elemeno	--	-	--	--	--	--	0,81	0,42	--
Cariofileno	--	-	--	--	--	--	--	1,16	--
Alfa-humuleno	--	--	--	--	--	--	--	0,54	--
Germacreno - D	--	--	--	--	--	--	1,15	--	--
Alfa-zingibereno	--	--	2,97	--	--	--	--	--	--
Gama-Cadineno	--	--	--	--	--	--	1,02	--	--

Dentre os tratamentos avaliados sobre a espécie *A. gemmatalis*, os óleos essenciais de basilicão e tomilho causaram as maiores mortalidades observadas em lagartas e pupas, os demais provocaram mortalidades inferiores a 14%, sendo que os óleos de melaleuca e gengibre igualaram-se ao tratamento controle, com nenhum caso de mortalidade entre os insetos avaliados (Tabela 2). De todos os óleos essenciais avaliados, somente os de canela e citronela não provocaram deterrência à alimentação de lagartas de *A. gemmatalis* quando oferecidos em folhas de feijão e em comparação ao controle, sendo que o de tomilho foi o que mais reduziu o consumo foliar desses insetos (Tabela 2). À exceção dos óleos essenciais de canela, gengibre e laranja doce, todos os demais causaram redução no ganho de peso larval de *A. gemmatalis* em relação às lagartas do tratamento controle, sendo os melhores resultados obtidos com basilicão, orégano e tomilho (Tabela 2). O óleo essencial de tomilho foi o único a provocar redução no peso de pupas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Mortalidade observada e parâmetros biológicos de *Anticarsia gemmatalis* alimentadas com folhas de feijoeiro tratadas com óleos essenciais de diferentes espécies vegetais. Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade.

Tratamentos	Mortalidade observada (%) (larval e pupal)	Consumo foliar (cm <sup>2</sup> /24h)		Ganho de peso larval (g/3 dias)		Peso de pupas (g)	
Controle (Água + Triton)	0	12,32 ± 4,40	a	0,13 ± 0,05	a	0,25 ± 0,03	ab
Basilicão	30	5,63 ± 3,49	ef	0,06 ± 0,05	c	0,23 ± 0,03	a
Canela	7,14	10,05 ± 1,26	ab	0,1 ± 0,05	ab	0,22 ± 0,04	abc
Citronela	6,67	9,50 ± 3,05	abc	0,08 ± 0,04	bc	0,23 ± 0,04	ab
Gengibre	0	7,65 ± 3,01	cde	0,13 ± 0,04	a	0,23 ± 0,03	abc
Laranja doce	6,67	7,31 ± 2,46	def	0,11 ± 0,05	ab	0,23 ± 0,05	ab
Melaleuca	0	7,93 ± 2,76	cde	0,09 ± 0,04	bc	0,23 ± 0,04	ab
Menta	13,33	8,68 ± 2,67	bcd	0,12 ± 0,2	bc	0,24 ± 0,04	ab
Orégano	4,17	7,52 ± 3,52	cef	0,07 ± 0,06	c	0,23 ± 0,04	abc
Tomilho	20	5,16 ± 2,57	f	0,06 ± 0,05	c	0,19 ± 0,05	c

Dados médios (± desvio padrão, exceto para mortalidade observada).

A avaliação da fertilidade de adultos de *A. gemmatalis* não pode ser realizada com os insetos do tratamento com óleos essenciais de menta e tomilho porque não foi obtido o mínimo de três casais para esses tratamentos (Tabela 3). Dos óleos essenciais avaliados para a fase reprodutiva, os óleos essenciais de laranja doce, melaleuca e orégano causaram redução no número de ovos por fêmea (Tabela 3). Esses mesmos três óleos essenciais causaram também redução na viabilidade de ovos, acompanhados dos óleos essenciais de citronela e gengibre, sendo estes últimos responsáveis pela inviabilização de todos os ovos depositados (Tabela 3). O tempo de vida das lagartas que alcançaram a fase adulta não foi influenciado por nenhum dos tratamentos aplicados às lagartas de *A. gemmatalis* (Tabela 3).

Nos ensaios sobre lagartas de *H. armigera* destacaram-se os tratamentos com óleos essenciais de basilicão, canela e melaleuca, nos quais, em dez dias, foram observadas as mortes de metade das lagartas avaliadas (Tabela 4). Entretanto, nenhum dos óleos causou deterrência alimentar nas lagartas (Tabela 4).

**Tabela 3.** Parâmetros biológicos e reprodutivos de *Anticarsia gemmatalis* alimentadas com folhas de feijoeiro tratadas com óleos essenciais de diferentes espécies vegetais. Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade.

Tratamentos	Razão sexual (Nº de casais)	Nº Ovos/fêmea	Viabilidade de ovos (%)	Tempo de vida de lagartas que chegaram à fase adultas (dias)			
Controle (Água + Triton)	0,2 (3)	330,33 ± 190,92	a	27,07 ± 17,63	ab	37,67 ± 3,13	abc
Basílico	0,5 (4)	165,50 ± 163,78	ab	33,83 ± 13,90	a	39,27 ± 3,20	ab
Canela	0,5 (6)	181,00 ± 166,21	ab	10,93 ± 11,49	bcd	38,46 ± 4,14	abc
Citronela	0,6 (5)	98,20 ± 75,61	ab	0,00 ± 0,00	de	39,43 ± 6,55	abc
Gengibre	0,5 (7)	94,33 ± 27,54	ab	0,00 ± 0,00	e	40,33 ± 5,08	a
Laranja doce	0,4 (6)	96,67 ± 109,98	b	7,31 ± 11,34	cde	39,36 ± 4,52	ab
Melaleuca	0,6 (5)	80,20 ± 112,56	b	9,32 ± 20,84	cde	38,14 ± 2,51	abc
Menta	0,3 (2)	*	*	*	*	38,46 ± 5,72	abc
Orégano	0,5 (5)	80,80 ± 81,13	b	0,47 ± 1,04	de	36,25 ± 2,63	c
Tomilho	0,9 (1)	*	*	*	*	35,67 ± 4,64	c

Dados médios (± desvio padrão, exceto para razão sexual).

\* Aparentaram menos de três repetições

**Tabela 4.** Mortalidade observada e consumo foliar de lagartas de *Helicoverpa armigera* alimentadas com folhas de feijoeiro tratadas com óleos essenciais de diferentes espécies vegetais. Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade.

Tratamentos	Mortalidade observada (%)	Consumo foliar (cm <sup>2</sup> /24h)	
Controle	16,7	2,79 ± 1,49	ab
Basilicão	50	6,98 ± 6,68	ab
Canela	50	2,41 ± 1,96	ab
Citronela	16,7	5,28 ± 2,78	a
Gengibre	0	2,96 ± 3,79	ab
Laranja doce	33,7	3,24 ± 4,92	b
Melaleuca	50	3,19 ± 2,96	ab
Menta	16,7	3,75 ± 4,69	ab
Orégano	0	3,85 ± 3,48	ab
Tomilho	16,7	4,05 ± 3,51	ab

Dados médios (± desvio padrão, para consumo foliar).

Em trabalho realizado utilizando três compostos majoritários dos óleos que geraram importantes resultados no presente trabalho (timol, do óleo de tomilho, linalol e 1,8-cineol, do óleo de basilicão), os resultados obtidos destacaram o alto potencial do timol como inseticida, sendo *Spodoptera litura* a espécie avaliada que apresentou maior suscetibilidade ao composto (Koul et al., 2013). De forma correspondente, o óleo essencial de tomilho, no presente trabalho, causou mortalidade observada na população avaliada de *A. gemmatalis* e redução nos pesos de lagartas e pupas. O óleo essencial de basilicão, por sua vez, foi o responsável pela maior mortalidade observada a lagartas de *H. armigera*, juntamente com os óleos essenciais de canela e melaleuca. Linalol e 1,8-cineol (componentes majoritários do óleo essencial de basilicão) não apresentaram bom potencial biocida sobre lepidópteros em trabalho realizado por Koul et al. (2013), entretanto, os mesmos autores destacaram o alto poder sinérgico de alguns compostos e essa pode ter sido a razão de o óleo essencial de basilicão, que apresenta outros compostos em sua constituição, ter apresentado bom potencial biocida a *H. armigera* no presente trabalho. De forma semelhante, o óleo essencial de *Lippia sidoides*

foi mais tóxico por fumigação do que o seu composto majoritário, o timol, a populações de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) (Oliveira et al., 2018).

Os óleos essenciais de gengibre e citronela causaram a inviabilização de todos os ovos depositados por adultos de *A. gemmatalis*, possivelmente devido à ação dos compostos majoritários presentes nesses. De forma semelhante, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) submetidos a tratamento com o óleo essencial de erva-cidreira, que apresenta em sua composição 46.83% de geranial (composto majoritário do óleo essencial de gengibre), tiveram taxa de oviposição e viabilidade da progênie reduzidas (Alves et al., 2019). Em experimento com *A. gemmatalis*, Ribeiro et al. (2015) observaram taxas de repelência de oviposição acima de 80% causadas por óleos essenciais de gengibre e tomilho em fêmeas de *A. gemmatalis*. A redução do número de ovos depositados também foi observada em fêmeas de *A. gemmatalis* dos tratamentos com óleos essenciais de orégano, laranja doce e melaleuca e pode também estar relacionada a alterações fisiológicas provocadas pelos compostos desses óleos essenciais. Por exemplo, parâmetros fisiológicos, como a espermatogênese e a histoquímica dos ovários de *S. frugiperda*, foram afetados pelo óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) e de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) em concentrações subletais, alterando a histofisiologia reprodutiva do inseto (França et al., 2017).

No presente trabalho não foi possível verificar a ação dos óleos essenciais de tomilho e menta sobre a fase reprodutiva, devido à mortalidade observada nesses tratamentos e também ao desbalanço na razão sexual (90% e 30% dos adultos emergidos foram fêmeas, respectivamente). A progênie feminina do parasitoide *Cotesia plutellae* foi também afetada pelo timol, que, segundo os autores pode ter provocado mudanças na razão sexual desse parasitoide em decorrência de diferenças na sobrevivência em função do sexo durante o desenvolvimento até a fase adulta do inseto (Yotavong et al., 2015), o que pode também ter ocorrido com *A. gemmatalis*.

Em relação à avaliação comportamental, a maior redução no consumo foliar de lagartas de *A. gemmatalis* observada no tratamento com o óleo essencial de tomilho, no presente trabalho, corrobora com o resultado obtido em testes sem chance de escolha onde lagartas de *Spodoptera*

*frugiperda* apresentaram deterrência alimentar a seções de milho tratadas com esse mesmo óleo essencial (Castro et al., 2006). Ribeiro et al (2015) também verificaram redução no consumo de lagartas de *A. gemmatalis* causado pelo óleo essencial de tomilho. O trabalho realizado por Koul et al (2013) apresentou deterrência alimentar do timol a lagartas, mas destacou grande potencial de outro composto, o linalol, majoritário no óleo essencial de basilicão, principalmente a lagartas de *S. litura* e *H. armigera*. De forma correspondente, no presente estudo, o óleo essencial de basilicão causou também deterrência alimentar a *A. gemmatalis*, mas não em *H. armigera*.

A bioatividade de compostos secundários de plantas pode apresentar resposta espécie específica e pode até variar de acordo com a origem da população avaliada dentro de uma mesma espécie de inseto (Koul et al., 2013; Oliveira et al., 2018). Assim como Koul et al. (2013) observaram diferentes respostas de *S. litura* em relação a *H. armigera* e *Chilo partellus* para os compostos avaliados, no presente trabalho *A. gemmatalis* e *H. armigera* apresentaram diferenças de suscetibilidade em relação aos nove óleos essenciais testados, exceto em relação ao basilicão, que foi o óleo essencial que demonstrou bioatividade em ambas as espécies. A bioatividade dos óleos essenciais também variou conforme o estágio do inseto. Quando lagartas, *A. gemmatalis* foram mais prejudicadas por tomilho e basilicão (consumo e ganho de peso), sendo que o óleo essencial de tomilho foi também o que mais afetou a fase de pupa (peso) e o de basilicão o que provocou a maior mortalidade em ambos os estágios (larval e pupal). A fase adulta foi altamente afetada pelos óleos essenciais de orégano, melaleuca e laranja doce (número de ovos por fêmea) e a progênie foi afetada negativamente principalmente pelos óleos de gengibre e citronela (viabilidade de ovos), lembrando que não houve avaliação dos óleos essenciais de menta e tomilho para a fase adulta.

Os óleos essenciais são constituídos principalmente por fenilpropanoides e terpenoides, sendo que estes últimos preponderam (Ootani et al, 2013). Linalol, 1,8-cineol (ou eucaliptol) e cânfora são monoterpênos presentes na composição química do óleo essencial do basilicão. São compostos tipicamente lipofílicos, tendo alto potencial para interferências tóxicas em processos bioquímicos básicos, com consequências fisiológicas e comportamentais em insetos (Prates; Santos, 2002). Os monoterpênos, em geral, servem como agentes contra a herbivoria e possuem toxicidade significativa a insetos, mas toxicidade insignificante para os mamíferos. O eugenol é um fenilpropanoide

e também é um composto majoritário do óleo essencial de basilicão. Estudos realizados por Dayan et al. (2009) apontaram que o eugenol é um composto com características de inseticida de contato e ação rápida contra várias espécies de artrópodes. De acordo com Evans (1981) o eugenol tem efeito específico sobre os receptores de octopamina (monoamina que atua como neuro-hormônio, neuromodulador e neurotransmissor em invertebrados) e exerce suas propriedades inseticidas através desta ação. Price e Berry (2006), por meio de experimentos eletrofisiológicos mostraram que o eugenol inibe a atividade neuronal, porém, muitos monoterpenos também atuam sobre a acetilcolinesterase (Kostyukovsky et al., 2002). Estes resultados apontaram que a atividade inseticida dos óleos essenciais pode alternar mecanismos de ação diversos, que afetam múltiplos alvos, alterando de maneira eficaz a atividade celular e os processos biológicos de insetos.

A utilização de óleos essenciais, seus compostos isolados ou em utilização sinérgica pode ser considerada mais segura que outros derivados de plantas como azadiractina, rotenone e piretro, o que pode ser atribuído às vias de metabolismo desintoxicantes existentes e ao modo de ação bioracional dos monoterpenóides (Koul et al., 2013). Óleos essenciais e compostos majoritários em geral possuem o mecanismo de ação como inibidor da ecdise, inibidor da acetilcolinesterase e mimetismo da octopamina (França et al, 2017).

As atividades de dois terpenos naturais purificados de óleos essenciais foram avaliadas sobre várias espécies de insetos (ordens Coleoptera e Lepidoptera) e tal estudo indicou que a inibição de acetilcolinesterase não foi o principal modo de ação, sendo demonstrada uma importante atividade sobre receptores de octopamina (Kostyukovsky et al., 2002). Entretanto, a acetilcolinesterase tem sido demonstrada como alvo significativo de monoterpenóides, como demonstrado em ensaios utilizando  $\alpha$ -pineno, trans-anetol e timol sobre larvas de *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) (Shahriari et al., 2018).

A acetilcolinesterase é uma das mais importantes enzimas hidrolíticas do sistema nervoso de insetos, pois atua no equilíbrio do sinal neural na fenda sináptica, e é alvo de ação de inseticidas químicos como organofosforados e carbamatos (Shahriari et al 2018). O papel fisiológico da atividade de compostos sobre receptores de octopamina na cutícula do inseto não é claro, mas pode afetar na distensão do abdome, que é particularmente importante

durante os movimentos respiratórios e de ecdise (Kostyukovsky et al., 2002). Como os óleos essenciais podem ser constituídos de diversos compostos diferentes, estudos sobre o modo de ação desses devem ser realizados para ampliar o conhecimento de seu potencial de uso e da especificidade sobre os insetos alvo.

Um aspecto relevante é que os óleos essenciais são produzidos por organismos vivos, sujeitos a várias alterações, o que pode ser a razão da variação da resposta do inseto a um mesmo óleo essencial (Satyal et al., 2016). Deve-se observar, sempre que possível, o histórico da planta (como o local, horário e época de coleta, temperatura, pluviosidade e estágio de desenvolvimento, dentre outros), variedade ou quimiotipo da espécie em estudo e verificar sua composição química, antes de afirmar se determinada planta apresenta ou não atividade biológica sobre algum inseto (Morais, 2009). O presente trabalho identificou os compostos majoritários do óleo essencial de basilicão, tratamento que se destacou com bom potencial para controle das lagartas avaliadas, e que devem ser agora avaliados separadamente.

## Conclusões

---

Os óleos essenciais de basilicão e tomilho foram os que apresentaram maior bioatividade sobre as fases larval e pupal de *A. gemmatalis*, em aspectos biológicos e comportamentais. Na fase adulta, *A. gemmatalis* foi mais afetada pelos óleos essenciais de laranja doce, melaleuca e orégano, acompanhados dos óleos essenciais de citronela e gengibre, sendo estes últimos responsáveis pela inviabilização de todos os ovos depositados, entretanto, os óleos essenciais de tomilho e menta não foram avaliados sobre a fase reprodutiva.

Nos ensaios sobre lagartas de *H. armigera* destacaram-se os tratamentos com óleos essenciais de basilicão, canela e melaleuca, mas nenhum tratamento alterou o consumo foliar das lagartas.

A resposta de *A. gemmatalis* aos nove óleos essenciais avaliados foi diferente em relação à de *H. armigera*. Em ambas espécies, porém, observou-se bioatividade do óleo essencial de basilicão, que pode ser devida à ação de seus compostos majoritários (linalol, 1.8-cineol, cânfora e eugenol).

## Agradecimentos

---

Agradecemos à Embrapa pelo financiamento do projeto e ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq) pela concessão de bolsas de iniciação científica. Agradecemos também à equipe de apoio do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia, da Embrapa Meio Ambiente, e do Laboratório de Óleos Essenciais, da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

## Referências

---

ADAMS, R. P. **Identification of essential oils components by gas chromatography/Mass spectrometry**. 4. ed. Carol Stream, IL.: Allured Publishing Corporation, 2007. 804 p.

ALVES, M. S.; CAMPOS, I. M.; BRITO, D. M. C.; CARDOSO, C. M.; PONTES, E. G.; SOUZA, M. A. A. Efficacy of lemongrass essential oil and citral in controlling *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a post-harvest cowpea insect pest. **Crop Protection**, v. 119, p. 191–196, 2019.

BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; BUENO, R. C. O. F.; FRANÇA-NETO, J. B.; NISHIKAWA, M. A. N.; LIBÉRIO FILHO, A. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v. 30, p. 937-945. 2011.

CASTRO, D. P.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; SANTOS, N. M.; BALIZA, D. P. Não preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 27-32, 2006.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2013/2014 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 56p. (Embrapa Soja. Documentos, 356).

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro comunicado de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113. 2013.

DAYAN, F. E.; CANTRELL, C. H. L.; DUKE, S. O. Natural products in crop protection. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 17, p. 4022-4034, 2009.

EVANS, P. D. Multiple receptor types for octopamine in the locust. **Journal of Physiology**, v. 318, p. 99-122, 1981.

FRANÇA, S. M.; BREDA, M. O.; BARBOSA, D. R. S.; ARAUJO, A. M. N.; GUEDES, C. A. The sublethal effects of insecticides in insects. In: SHIELDS, V.D.C. (Ed.) **Biological control of pest and vector insects**. London: IntechOpen. 2017. 347 p.

HOFFMAN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Circular Técnica/ Embrapa Soja, Londrina, 2000. 70 p.

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.

KOSTYUKOVSKY, M.; RAFAELI, A.; GILEADI, C.; DEMCHENKO, N.; SHAYYA, E. Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. **Pest Management Science**, v. 58, p. 1101-1106, 2002.

KOUL, O.; SINGH, R.; KAUR, B.; KANDA, D. Comparative study on the behavioral response and acute toxicity of some essential oil compounds and their binary mixtures to larvae of *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura* and *Chilo partellus*. **Industrial Crops and Products**, v. 49, p. 428–436, 2013.

MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais no controle fitossanitário. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa, 2009, p. 139-152.

MORAIS, L. A. S.; MARINHO-PRADO, J. S. Plantas com Atividade Inseticida. In: HALFELD-VIEIRA, B. A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. (Org.). **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, v. 1, p. 542-593. 2016.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMAN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas de soja. In: HOFFMAN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Org.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Londrina: Embrapa Soja, v. 1, p. 213-334. 2013.

OLIVEIRA, A. P.; SANTOS, A. A.; SANTANA, A. S.; LIMA, A. P. S.; MELO, C. R.; SANTANA, E. D. R.; SAMPAIO, T. S.; BLANK, A. F.; ARAÚJO, A. P. A.; CRISTALDO, P. F.; BACCI, L. Essential oil of *Lippia sidoides* and its major compound thymol: Toxicity and walking response of populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Crop Protection**, v. 112, p. 33-38, 2018.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W.; RAMOS, A. C. C.; BRITO, D. R.; SILVA, J. B.; CAJAZEIRA, J. P. Use of essential oils in agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 2, p. 162-174, 2013.

PRATES, H. T.; SANTOS, J. P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SENSSEL, V.M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002. p. 443-461.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, R. C.; ZANUNCIO, T. V.; RAMALHO, F. S.; SILVA, C. A. D.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Feeding and oviposition of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) with sublethal concentrations of ten condiments essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 74, p. 139–143, 2015.

SATYAL, P.; MURRAY, B. L.; MCFEETERS, L. F.; SETZER, W. N. Essential oil characterization of *Thymus vulgaris* from various geographical locations. **Foods**, v. 5, n. 70, p. 1-12, 2016.

SHAHRIARIA, M.; ZIBAEAA, A.; SAHEBZADEHB, N.; SHAMAKHIA, L. Effects of  $\alpha$ -pinene, trans-anethole, and thymol as the essential oil constituents on antioxidant system and acetylcholine esterase of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.150, p. 40–47, 2018.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Florianópolis, SC: Editora da UFSC, 2003. 1104 p.

SPECHT, A.; SOSA-GOMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 689-692. 2013.

VILELA M.; MENDES S. M.; VALICENTE F. H.; CARVALHO, S. S. S.; SANTOS, A. E.; SANTOS, C. A.; BARBOSA, T. A. N.; CARVALHO, E. A. R.; COSTA, V. H. D. **Metodologia para criação e manutenção de *Helicoverpa armigera* em laboratório**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017, 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 203).

YOTAVONGA, P.; BOONSOONGA, B.; PLUEMPANUPATB, W.; KOULA, O.; BULLANGPOTI, V. Effects of the botanical insecticide thymol on biology of a braconid, *Cotesia plutellae* (Kurdjumov), parasitizing the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. **International Journal of Pest Management**, v. 61, n. 2, p. 171-178, 2015.

**Embrapa**

---

**Meio Ambiente**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

CGPE número 15514