



MARISA CRISTINA DOS SANTOS

**ATIVIDADE INSETICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Corymbia citriodora* e
Eucalyptus staigeriana PARA *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

LAVRAS-MG

2022

MARISA CRISTINA DOS SANTOS

**ATIVIDADE INSETICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Corymbia citriodora* e
Eucalyptus staigeriana PARA *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Monografia apresentada ao
Departamento de Entomologia da
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de
Agronomia, para a obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Prof. Dr. Geraldo Andrade de Carvalho
Orientador

M.Sc. Karolina Gomes de Figueiredo
Co-orientadora

LAVRAS – MG

2022

Aos meus avós, Helena (in memoriam) e Waldemar (in memoriam), minha tia Roselice (in memoriam), pelo incentivo e apoio nas horas difíceis no começo dessa jornada, por todo amor e cumplicidade que tivemos durante a passagem deles pela minha vida.

Com muito amor e saudade,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado o dom da vida e por estar sempre comigo.

À minha mãe Rosemara, por não ter medido esforços para que eu chegasse até aqui e ser meu maior exemplo, a ela toda minha admiração e amor.

Aos meus irmãos, Marcelo, Jade, Caio e principalmente à Milena por toda a ajuda antes e durante esse período, me incentivando sempre a buscar meu melhor.

A todos meus familiares e amigos, por acreditarem em mim, especialmente meu tio Wando, que sempre me deu suporte nos momentos difíceis.

Ao meu pai André e sua esposa Ju, por toda cumplicidade e carinho.

Aos meus professores que me inspiraram, por todo aprendizado e incentivo, em especial ao meu orientador Geraldo Andrade Carvalho.

À minha coorientadora Karolina Gomes de Figueiredo, pela empatia, paciência, amizade, e ensinamentos durante a condução desse trabalho.

Ao Laboratório de Ecotoxicologia e Manejo Integrado de Pragas (LEMIP), e toda equipe pelo apoio e conhecimento compartilhado durante os anos que estive lá.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), por toda contribuição para o meu crescimento profissional e pessoal.

Muito obrigada!

RESUMO

O milho é uma das principais culturas do Brasil e tem como praga-chave a lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797), que ao atacar as plantas pode reduzir drasticamente sua produtividade e resultar também em perda da qualidade dos grãos. O controle dessa praga geralmente é feito com inseticidas sintéticos, os quais podem provocar efeitos negativos ao ambiente e ao próprio homem. Dessa forma, é importante o desenvolvimento de pesquisas que visem buscar alternativas de controle desse noctuídeo. Os óleos essenciais (O.E) têm sido promissores para essa finalidade, já com estudos mostrando resultados positivos. Nesse contexto, objetivou-se com o trabalho, avaliar os efeitos de óleos de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus staeigeriana* (Myrtaceae) na sobrevivência desse inseto-praga. O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecotoxicologia e Manejo Integrado de Pragas (LEMIP) junto ao Departamento de Entomologia da UFLA, no período de maio a agosto de 2022. Os tratamentos foram: óleo de *C. citriodora* e *E. staeigeriana*, diluídos em acetona P.A. nas concentrações de 12,5; 25; 50; 75 e 100 mg.mL⁻¹ e o controle que foi composto apenas por acetona, como controle negativo. Para cada tratamento foram utilizadas 60 lagartas de 2º instar, sendo que cada lagarta formou uma repetição. Foi aplicado topicamente 1µL da solução no dorso de cada lagarta e, em seguida, foram individualizadas em tubos de vidro contendo um pedaço de dieta artificial. Foram testadas 5 concentrações: 12,5; 25; 50; 75 e 100 mg.mL⁻¹. O bioensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e mantido em condições laboratoriais (temperatura de 25±2°C, UR 60±10% e fotofase de 12 horas). As análises dos dados foram obtidas por meio do programa estatístico R, onde o O.E. de *E. staeigeriana* apresentou a dose letal 50 de 2,28±0,17, já a dose letal do *C. citriodora* foi de 2,28±0,17. Concluiu-se que os óleos *C. citriodora* e *E. staeigeriana* são tóxicos para *S. frugiperda*, sendo *E. staeigeriana* o mais tóxico. A partir desse trabalho, novas pesquisas podem ser desenvolvidas, avaliando outros parâmetros biológicos da praga e/ou outras concentrações e componentes majoritários dos O.E.

Palavras-Chave: Milho, lepidóptero-praga, produtos botânicos, controle, MIP.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 HIPÓTESES	5
3 OBJETIVOS	6
3.1 Objetivo geral.....	6
3.2 Objetivos específicos.....	6
4 REFERENCIAL TEÓRICO	7
4.1 A cultura do milho (<i>Zea mays</i>)	7
4.2 Lagarta-do-cartucho do milho, <i>S. frugiperda</i>.....	8
4.3 Óleos essenciais	9
5 MATERIAL E MÉTODOS	11
5.1 Criação de <i>S. Frugiperda</i>.....	11
5.2 Óleos essenciais	12
5.3 Bioatividade de óleos essenciais para <i>S. frugiperda</i>	12
5.5 Análise Estatística.....	13
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
7 CONCLUSÃO.....	17

1 1. INTRODUÇÃO

2 O milho (*Zea Mays* L. Poaceae) é a cultura mais amplamente cultivada no mundo,
3 com uma colheita anual de 1 bilhão de toneladas em 2019/2020 (MIRANDA, 2021), com um
4 rendimento esperado de 114.691,3 mil toneladas no período entre 2021 a 2022 e um aumento
5 de 31,7% em relação à safra anterior (CONAB, 2022), o milho é um cereal particularmente
6 importante na cadeia de produção de carne, pois é um grão fundamental na formulação de
7 rações animais (MIRANDA, 2021).

8 Além disso, o milho apresenta vantagens pois pode ser cultivado em estações
9 diferentes dependendo das condições climáticas de cada região, e o Brasil possui plantações
10 em todas as regiões brasileiras, e durante todo o ano agrícola (CONTINI et al., 2019).

11 O milho é uma gramínea com alto potencial de produção, e seu uso requer
12 gerenciamento apropriado, por ser um cereal utilizado mundialmente para consumo humano,
13 alimentação animal, bem como na produção de etanol (SOLOGUREN, 2015; MAXIMIANO,
14 2017; MIRANDA, 2021). O Brasil é um país que consolidou seu rápido crescimento na
15 produção de milho e tornou-se o segundo maior exportador deste cereal no mundo,
16 produzindo mais de 87,4 milhões de toneladas, segundo a (CONAB 2022).

17 Apesar da alta produção esperada dessa cultura, é altamente suscetível ao ataque de
18 certos insetos pragas, sendo o principal deles, a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda*
19 (SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (VALICENTE, 2015). Esta lagarta-do-cartucho do
20 milho é uma praga polífaga, o que significa que pode se alimentar de outras plantas além do
21 milho, estando associado à maioria das culturas anuais economicamente importantes tais
22 como, soja, arroz, trigo, cana, feijão entre outras (MONNERAT et al., 2015). Além disso, a
23 sazonalidade influencia no ciclo de vida deste inseto onde durante o verão o ciclo de vida é
24 concluído em 30 dias, na primavera e outono em 60 dias e no inverno de 80 a 90 dias.
25 (ROSA; BARCELOS, 2012).

26 Para o controle de *S. frugiperda* destaca-se plantas geneticamente modificadas que
27 expressam toxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) (CARRIÉRE; FABRICK;
28 TABASHNIK, 2016). Outro método de controle muito utilizado é químico, por meio de
29 aplicação de inseticidas químicos. No entanto seu uso indiscriminado, associado a
30 flexibilidade genética da praga, tem promovido a seleção de populações resistentes desse
31 noctuídeo (MOREIRA 2012). Além dos métodos já utilizados, métodos menos prejudiciais à
32 saúde humana e ao meio ambiente também estão sendo explorados para controlar essa praga
33 (HARRISON et al., 2019).

34 Métodos alternativos como extratos de plantas e óleos essenciais estão sendo cada vez
35 mais utilizados para controle de pragas (LOPES et al., 2019). Um dos principais constituintes
36 dos óleos essenciais são os monoterpenos, que são pequenas moléculas voláteis (FELIPE et
37 al., 2017) e estão envolvidos na transmissão de sinais de plantas para insetos (HEIL;
38 KARBAN, 2010). No mercado agrônômico os óleos têm sido vistos como uma alternativa
39 mais sustentável do que os inseticidas, devido à sua baixa contaminação do solo, baixa
40 toxicidade e por possuírem diferentes mecanismos de ação no inseto, diminuindo assim as
41 chances de selecionar organismos resistentes (CHAUDHARI et al., 2021; SHENG et al.,
42 2020).

43 Os óleos essenciais de plantas da família Myrtacea são promissores quanto a esse
44 mercado, visto que estudos já apresentaram resultados positivos quanto à sua atividade
45 inseticida (PEREIRA et al., 2018) . Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a
46 toxicidade de óleos essenciais de *C. citriodora* e *E. staeigeriana* para *S. frugiperda*.

47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66

67 **2. HIPÓTESES**

68 - Os OE de *C. citriodora* e *E. staeigeriana* são tóxicos para lagartas de segundo instar de *S.*
69 *frugiperda*.

70 - Os OE de *E.citriodora* e *E. staeigeriana* aplicados em lagartas de segundo instar de *S.*
71 *frugiperda*, nas diferentes concentrações, apresentam relação entre tempo e mortalidade.

72• - Os OE de *C. citriodora* e *E. staeigeriana* não são tóxicos para lagartas de segundo instar de *S.*
73 *frugiperda*.

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94 **3. OBJETIVOS**

95 **3.1 Objetivo geral**

96 Avaliar a toxicidade de OE de *C.citriodora* e *E. staeigeriana* para *S. frugiperda*.

97 **3.2 Objetivos específicos**

98• - Avaliar a dose-mortalidade de cinco concentrações (100; 75; 50; 25 e 12,5 mg.mL⁻¹) dos
99 OE de *C. citriodora* e *E. staeigeriana* para lagartas de segundo instar de *S. frugiperda*
100 submetidas à aplicação tópica;

101• - Avaliar o tempo-mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* submetidas à aplicação tópica de
102 cinco concentrações (100; 75; 50; 25 e 12,5 mg.mL⁻¹) dos OE de *C. citriodora* e *E.*
103 *staeigeriana*.

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124 4. REFERENCIAL TEÓRICO

125 4.1 A cultura do milho (*Zea mays*)

126 O milho, cereal que pertence à família Poaceae, desde os primórdios tem um
127 importante lugar no cenário mundial da agricultura, tendo em vista que na safra de 2018/2019
128 essa gramínea alcançou a marca de produção de mais de 1 bilhão de toneladas (USDA, 2019).
129 No Brasil, para a safra 2021/2022, a previsão é de uma produção final de 114,7 milhões de
130 toneladas de milho, isso corresponderia a 31,7% a mais do que a safra passada (CONAB,
131 2022).

132 Devido à sua alta adaptabilidade a diferentes condições ambientais e valor nutricional,
133 é um dos cereais mais cultivados e produzidos no mundo, que fornece alimentos para
134 humanos e animais, e gera renda principalmente através da produção de grãos (Jara et al.
135 2019). O Brasil é o terceiro maior produtor de milho, depois dos Estados Unidos e da China.
136 De acordo com dados CONAB (2022) para a safra 2022/23 do milho é esperada uma
137 produção total de 125,5 milhões de toneladas, um aumento de 8,2% em relação ao ano
138 anterior.

139 Nos últimos 30 anos, as variedades tradicionais de milho crioulo ou variedades locais
140 polinizadas a céu aberto foram substituídas por variedades híbridas, principalmente híbridos
141 simples e triplos com maior potencial de produção (MAXIMIANO, 2017).

142 A alta produtividade do milho, independentemente da área de cultivo, e segundo
143 Gasques et al. (2018) o resultado do uso de diferentes tecnologias, tais como: melhoria do
144 solo e fertilização apropriada, plantio direto, manejo integrado de plantas daninhas, doenças e
145 pragas, e o uso de sementes de maior qualidade genética, como por exemplo, sementes
146 geneticamente modificadas.

147 Apesar da alta produtividade, o milho pode hospedar diversos tipos de artrópodes-
148 pragas, os quais causam diversos prejuízos às plantas, como por exemplo, transmissão de
149 doenças, ferimentos, e redução da produção. Dentre esses insetos, os mais comuns são o
150 pulgão da folha-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae); a cigarrinha-do-
151 milho *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae); a lagarta-da-espiga do milho *Helicoverpa*
152 *zea* (Lepidoptera, Noctuidae) e a lagarta-do-cartucho *S. frugiperda* (RIBEIRO et al., 2021). A
153 lagarta *S. frugiperda* tem causado prejuízos de milhões de dólares anualmente. Esses
154 prejuízos são mais evidentes na planta a partir da fase de cartucho (estádio V8), em que a
155 produtividade é reduzida em função da redução do índice de área foliar, e como resultado,
156 tem-se menor enchimento de grãos (RESENDE et al., 2020).

157 4.2 Lagarta-do-cartucho do milho

158 A lagarta-do-cartucho do milho, de acordo com Araújo et al. (2019) é considerada a
159 praga mais importante dessa cultura no Brasil. Isto se deve a elevadas perdas econômicas,
160 rápido desenvolvimento e uma ampla gama de hospedeiros que permitem rápida propagação e
161 reprodução.

162 A praga é disseminada em todas as Américas e em vários países africanos,
163 especialmente em regiões de temperatura mais alta. De acordo com EMBRAPA (2018) esta
164 praga também foi encontrada na Ásia, Índia e, mais recentemente, na China. No Brasil, a
165 praga já foi encontrada em todas as áreas de cultivo de milho.

166 Por ser uma espécie polífaga a *S. frugiperda* ataca cerca de 100 espécies vegetais,
167 incluindo milho, trigo, arroz, soja, feijão, algodão, tomate e outras. Esta grande diversidade de
168 plantas hospedeiras, combinada com seu rápido desenvolvimento e alto potencial de danos
169 econômicos, faz desta praga uma das mais importantes na agricultura (Araújo et al. 2019).

170 A praga tem um desenvolvimento completo, ou seja, passa por quatro
171 estágios diferentes de desenvolvimento durante seu ciclo de vida: ovos,
172 lagartas, pupas e adultos. As lagartas causam danos econômicos, enquanto os
173 insetos adultos são responsáveis pelo acasalamento, oviposição e
174 subsequente dispersão na cultura. (ARAÚJO et al., 2019)

175 As fêmeas ovipositam na superfície abaxial (parte inferior) das folhas; porém, quando
176 a frequência de oviposição é alta no milho, as fêmeas ovipositam em todas as estruturas da
177 planta (BARROS; TORRES, BUENO 2010). De acordo com a disponibilidade de alimentos e
178 as condições ambientais, as lagartas de *S. frugiperda*, podem apresentar entre seis a sete
179 instares (MACHADO; LEMOS; MEDEIROS, 2014).

180 Após 3 a 5 dias, dependendo da temperatura ambiente, as lagartas eclodem e começam
181 a se alimentar de folhas de milho (JARA et al., 2019). Após a eclosão, as lagartas se
182 disseminam em todas as direções, e começam a se alimentar de tecido vegetal (MORATO et
183 al., 2011). O maior consumo de alimento acontece no último instar, que ultrapassa todos os
184 outros instares anteriores combinados (FREITAS et al., 2011).

185 As lagartas passam por um estágio pré-pupal de 2-4 dias no solo, e logo em seguida
186 permanecem na fase de pupa de 7 a 10 dias (COSTA; ARAGÃO, 2009; PRASANNA et al.,
187 2018). Logo após emergirem, as mariposas podem acasalar localmente ou migrar para longas
188 distâncias antes do acasalamento, e em seguida ovipositar (NAGOSHI; MEAGHER, 2008).

189 Apesar de ser uma praga polífaga e generalista, esse noctuídeo apresenta preferência
190 por gramíneas, como por exemplo, o milho e o sorgo. (ROSA et al., 2012; BOREGAS et al.,

191 2010). Os danos causados às plantas pela praga, principalmente quando ocorre em um estágio
192 inicial de desenvolvimento da planta podem gerar grandes perdas econômicas que podem
193 comprometer de 20-60 % da produtividade agrícola (EMBRAPA 2018).

194 O principal método de controle dessa praga é o uso de produtos químicos sintéticos e
195 seu uso indiscriminado pode levar a seleção de populações resistentes desses insetos, assim
196 como à contaminação ambiental e prejuízo à saúde do homem (ZIMMERMANN et al., 2020).
197 Tendo em vista os problemas com produtos químicos, o uso de produtos naturais como
198 bioinseticidas apresenta grande potencial (Üstüner et al., 2018).

199 4.3 Óleos essenciais

200 Óleos essenciais (OEs) consistem em compostos orgânicos voláteis, que determinam a
201 fragrância e aroma característicos das plantas (MOGHADDAM e MEHDIZADEH, 2017). Os
202 OEs apresentam são uma mistura de moléculas, que apresentam compostos majoritários e
203 minoritários, em que geralmente o composto majoritário é responsável pela atividade
204 inseticida. Eles têm sido utilizados no Oriente desde a Colômbia Britânica, com centros de
205 produção na Pérsia, Índia, Egito e outros países da região. Com a crescente demanda, segundo
206 Zimmermann et al (2020) empresas de destilação de óleo essencial surgiram em todo o
207 mundo, mas foi somente com o desenvolvimento da química fina que esta atividade se
208 generalizou, permitindo o processamento de produtos com várias aplicações científicas.

209 Os compostos naturais com propriedades inseticidas são alvos para o desenvolvimento
210 de novos produtos. Devido ao amplo espectro de ação dos óleos essenciais de plantas, eles
211 podem apresentar atividades antibacterianas, antifúngica, antiviral e também, ação inseticida
212 (WOLFFENBÜTTEL et al., 2019; FERNANDES et al., 2020).

213 A família Myrtaceae é uma das famílias mais expressivas do cerrado e está inserida na
214 ordem Myrtiflorae (Myrtales), e nela compreende cerca de 150 gêneros e cerca de 4000
215 espécies (RIBEIRO 2022). Dentre os OEs obtidos das espécies desta família temos o de
216 *Eucalyptus staeigeriana* que é composto majoritariamente por limoneno (28%), citral (27%) e
217 α terpinoleno (9%). Já o OE de *Corymbia citriodora* apresenta uma concentração de 72% de
218 citronelal. Dentre esses compostos majoritários, há estudos que comprovam efeitos contra
219 outros insetos-pragas, como no caso do limoneno, que apresentou eficácia no controle da
220 broca-do-café *Hypothenemus hampei* Ferrari 1867 (Coleoptera: Scolytidae) e citronelal contra
221 a *S. frugiperda* (BRITO et al., 2021; NEGRINI et al., 2019).

222 Óleos essenciais têm sido usados como inseticidas, pesticidas, antibactericidas,
223 antissépticos e antifúngicos (FERNANDES et al., 2020). Estudos recentes mostram que o OE
224 de *C. citriodora* apresentou potencial para o controle de *S. frugiperda* (NEGRINI et al.,
225 2019). Tendo em vista que *Eucalyptus* é um dos principais gêneros da família Myrtaceae, e
226 que menos da metade das espécies desse gênero foram avaliadas quanto ao teor e a produção
227 desses OEs, eles se mostram como alternativa relevante para o controle dessa praga (DOS
228 SANTOS 2021).

229 Dada à importância da proteção de plantas na agricultura e os problemas que os
230 produtos químicos causam à saúde do homem e ao ambiente, os óleos essenciais são uma
231 alternativa em potencial para o controle de pragas no sistema agrícola (EMBRAPA 2020)

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255 5. MATERIAL E MÉTODOS

256 O trabalho foi realizado no Laboratório de Ecotoxicologia e Manejo Integrado de
257 Pragas (LEMIP) do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, no
258 período de maio a agosto de 2022. Os bioensaios foram conduzidos à temperatura de $25 \pm 2^\circ$
259 C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

260

261 5.1 Criação de *S. frugiperda*

262 Para a realização dos experimentos foram utilizadas lagartas de *S. frugiperda*
263 segundo instar (72 horas de idade) previamente alimentadas com dieta artificial e oriundas da
264 segunda oviposição da criação mantida em laboratório. A dieta artificial foi composta de
265 feijão ‘Carioca’ (166,66 g); gérmen de trigo (79,20 g); levedo de cerveja (50,70 g); ácido
266 sórbico (1,65 g); ácido ascórbico (5,10 g); 4-hidroxibenzoato de metila (3,15 g); ágar (27,0 g);
267 formaldeído (4,15 mL); solução inibidora de crescimento microbiano (4,15 mL) preparada a
268 partir de ácido propanoico (18,0 mL), ácido fosfórico (43,0 mL) e água (540,0 mL). Para a
269 elaboração da dieta, o feijão foi levado ao fogo em panela de pressão com 1,5 L de água. Em
270 seguida, todos os ingredientes exceto o ágar, foram batidos em liquidificador com 750 mL do
271 caldo proveniente do cozimento do feijão. O ágar foi dissolvido em mais 750 mL de água
272 destilada e adicionado à dieta. Em seguida, a dieta foi levada ao fogo por 30 minutos. Após o
273 preparo da dieta, a mesma foi acondicionada em recipiente retangular (27 x 38 x 6 cm) para o
274 resfriamento e solidificação em temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). A alimentação dos adultos
275 foi feita com solução aquosa de mel (0,1 mL/mL). Todos os insetos foram mantidos em sala
276 climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas.

277

278 5.2 Óleos essenciais

279 Os OEs de *C. citriodora* e *E. staeigeriana* foram adquiridos da Empresa Ferquima
280 Indústria e Comércio Ltda., Vargem Grande Paulista, São Paulo - Brasil. De acordo com os
281 dados cedidos pela empresa, a extração dos OEs foi feita por destilação a vapor das folhas
282 (Tabela 1).

283

284

285

286

287

288

289 **Tabela 1.** Nome científico e nome popular das plantas, estrutura vegetal utilizada
290 componentes majoritários (%) dos óleos essenciais avaliados para *Spodoptera frugiperda*.

Nome científico	Nome popular	Estrutura vegetal utilizada na extração do óleo essencial	Teor dos componentes majoritários (%)
<i>Corymbia citriodora</i>	Eucalipto Citriodora	Destilação a vapor das folhas	Citronelal (72%) Citral (27%)
<i>Eucalyptus staeigeriana</i>	Eucalipto Cidreira	Destilação a vapor das folhas	Limoneno (28%) α -terpinoleno(9%)

291 *Informações fornecidas pelo fabricante Ferquima Indústria e Comércio LTDA 769
292 (www.ferquima.com.br)

293 **5.3 Bioatividadede óleos essenciais para *S. frugiperda***

294 Para esse experimento foram utilizadas cinco concentrações de cada um dos OEs (*C.*
295 *citriodora* e *E. staeigeriana*) diluídos em acetona.As doses foram de 12,5;25;50; 75 e 100
296 mg.mL⁻¹, as quais foram definidas por meio de cálculos de progressão aritmética. A partir
297 dessas soluções foram aplicadas alíquotas de 1 μ L do respectivo tratamento no dorso de cada
298 lagarta de segundo instar utilizando microseringa (Hamilton[®]). Para cada tratamento foram
299 utilizadas 60 lagartas, onde cada lagarta correspondeu a uma repetição. Em seguida essas
300 lagartas foram individualizadas em tubo de vidro (8 cm x 1,5 cm) contendo um pedaço de
301 dieta artificial, sendo o recipiente vedado com chumaço de algodão. Para o tratamento
302 controle foi realizado a aplicação tópica somente com o solvente acetona. O delineamento
303 usado foi o inteiramente casualizado.

304 As avaliações de sobrevivência das lagartas foram realizadas à cada 24 horas, até 168
305 horas após aplicação dos tratamentos. As lagartas que não apresentavam resposta ao toque de
306 um pincel de cerdas macias e ponta fina, foram consideradas mortas. Esse experimento teve
307 como objetivo o cálculo das doses letais 25, 50 e 90 (DL₂₅, DL₅₀ e DL₉₀) e tempo letal
308 mediano (TL₅₀).

309

310 **5.5 Análise estatística**

311 Os dados de sobrevivência ao longo do tempo foram submetidos à análise de
312 sobrevivência, aplicando-se o modelo de Weibull, por meio do pacote Survival
313 (THERNEAU, 2020). Após a seleção do modelo matemático mais adequado por meio da
314 análise de resíduos, foi realizada a análise de contraste para verificar a semelhança entre os
315 tratamentos empregados com objetivo de formação de grupos congêneres. Também foi
316 calculado o tempo letal mediano (TL_{50}) para cada grupo formado. Para a determinação da
317 resposta dose-mortalidade e obtenção da dose letal mediana (DL_{50}), os dados foram
318 submetidos à análise de Logit, utilizando-se o pacote drc (RITZ, 2015).

319 Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa R (Core Team, 2022).

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

344 Observou-se que o OE de *E. staeigeriana* foi mais tóxico para as lagartas de *S.*
 345 *frugiperda* do que o de *C.citriodora*. Os resultados seguiram o mesmo padrão de mortalidade
 346 com o aumento das doses letais (Tabela 2).

347

348 **Tabela 2.** Doses letais 25, 50 e 90 dos óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus*
 349 *staeigeriana* para *Spodoptera frugiperda*.

Tratamento	N	χ^2	P	*b	*e	DL ₂₅ (mg.mL ⁻¹)	DL ₅₀ (mg.mL ⁻¹)	DL ₉₀ (mg.mL ⁻¹)
<i>Corymbia citriodora</i>	60	48,41	0	-1,56	2,52	1,24±0,20	2,52±0,25	10,34±1,71
<i>Eucalyptus staeigeriana</i>	60	9,40	0,02	-2,29	2,28	1,41±0,15	2,28±0,17	5,95±0,65

350

351 Negrini et al. (2019) testaram o OE de *Corymbia citriodora* e *Myrciaria dubia*
 352 (Myrtaceae), *Lippia microphylla* (Verbenaceae) e *Piper umbellatum* (Piperaceae) e
 353 constataram efeito tóxico para lagartas de *S. frugiperda*, com DL₈₀ de 7,06 ± 0,73 mgg⁻¹ em
 354 aplicação tópica. Ao comparar os resultados obtidos com os da literatura o OE de *E.*
 355 *staeigeriana*, na DL₉₀, teve um resultado superior.

356 Nascimento et al. (2016) analisaram o OE extraído das folhas de *Corymbia citriodora*,
 357 com o constituinte S-citronellal, e o mesmo se destacou no teste de atividade ovicida.
 358 Concluíram que e chegou à conclusão que grande parte dos tratamentos apresentou toxicidade
 359 parecida ou até maior que o inseticida botânico Azamax[®], tendo assim grande potencial na
 360 formulação de novos inseticidas, principalmente para o controle de *S. frugiperda*.

361 Zarrad et al. (2017) realizaram ensaios para avaliação da toxicidade do óleo essencial
 362 de *Citrus aurantium* para *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), foram testados
 363 separadamente, o óleo essencial e o seu composto majoritário limoneno, porém o óleo
 364 essencial apresentou maior toxicidade para esse lepidóptero.

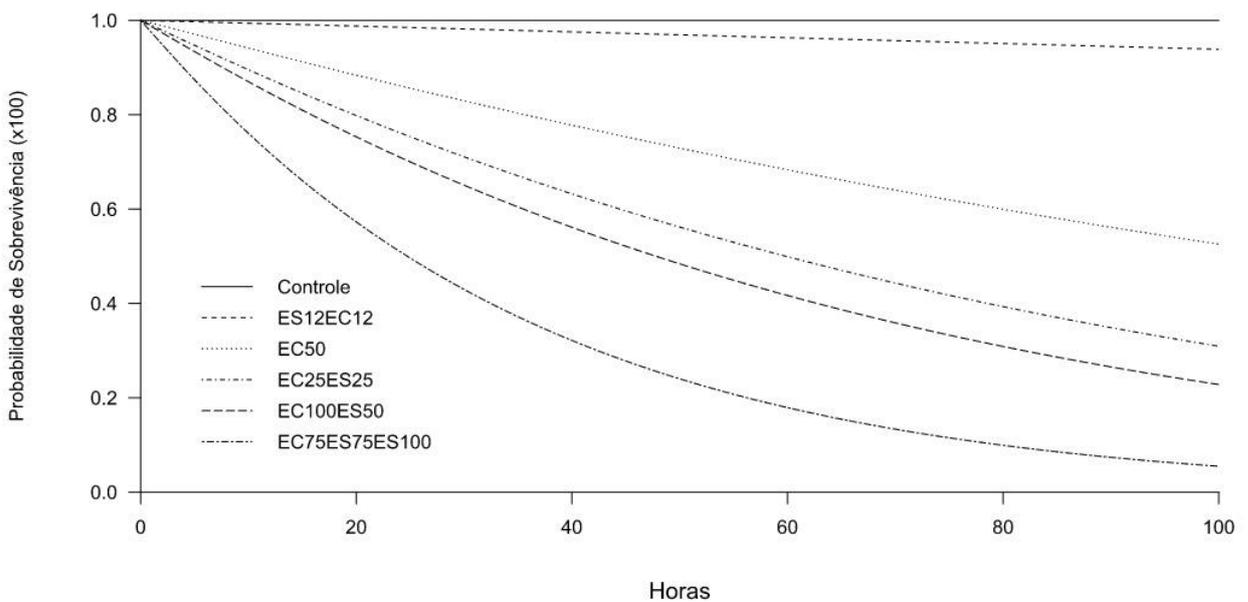
365 Foi constatado que o OE de *C.citriodora* pode ser utilizado na avicultura para controle
 366 da população de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), visto que
 367 causou a redução da população de *A. diaperinus* na ordem de 60 a 90% (JACQUES et al.,
 368 2022).

369 A análise de sobrevivência após a aplicação tópica dos OEs permitiu a formação de
 370 seis grupos congêneres (F= 500,01; g.l. =7; p<0,05). O grupo 1 consistiu no tratamento
 371 controle (acetona) com TL₅₀ superior a 168 horas. O grupo 2 foi constituído pelos OE de *C.*
 372 *citriodora* (CC) e *E. staeigerianana* (ES) concentração de 12,5mg.mL⁻¹, com TL₅₀ maior que

373 168 h. O grupo 3 foi formado pelo óleo de CC na concentração de 50mg.mL⁻¹ com TL₅₀
 374 superior a 105 horas. Para o grupo 4, foi verificado um TL₅₀ maior que 59 h, esse grupo foi
 375 composto pelo OE de CC e ES ambos na concentração de 25mg.mL⁻¹. O grupo 5 foi formado
 376 pelo OE de CC na concentração de 100 mg.mL⁻¹ e ES na concentração de 50 mg.mL⁻¹ com
 377 TL₅₀ de 47 h. O grupo 6 apresentou TL₅₀ de 24h e foi formado pelo OE de ES nas
 378 concentrações de 75mg.mL⁻¹ e 100 mg.mL⁻¹ e pelo OE CC na concentração de 75 mg.mL⁻¹.

379 PODE-SE constatar que, em comparação com o tratamento controle, o agrupamento de
 380 tratamentos nomeado de CC75ES100ES75 proporcionou o menor tempo de sobrevivência
 381 para as lagartas. Em geral, todos os tratamentos apresentaram redução no período de
 382 sobrevivência das lagartas de segundo instar.

383



384

385 **Figura1.** Curvas de sobrevivência de lagartas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda*
 386 tratadas com diferentes concentrações de dois OE (*E. staigeriana* (ES) e *C. citriodora* (CC)).
 387 Legenda: EC= *Corumbya Citriodora*; Controle = acetona $f(x) = \exp(-(3500)^{-1,0256} \cdot x^{1,0256})$
 388 (TL₅₀>168h); ES12CC12 = (12,5 mg.mL⁻¹) $f(x) = \exp(-((1475,27)^{-1,0256} \cdot x^{1,0256})$ (TL₅₀>168h);
 389 CC50 = (50mg.mL⁻¹) $f(x) = \exp(-((153,82)^{-1,0256} \cdot x^{1,0256})$ (TL₅₀>105); CC25ES25 = (25
 390 mg.mL⁻¹) $f(x) = \exp(-((85,24)^{-1,0256} \cdot x^{1,0256})$ (TL₅₀>59h); CC100ES50 = (100mg.mL⁻¹) e (50
 391 mg.mL⁻¹) $f(x) = \exp(-((68,33)^{-1,0256} \cdot x^{1,0256})$ (TL₅₀ = 47h); CC75ES75ES100 = (75 mg.mL⁻¹) e
 392 (100 mg.mL⁻¹) $f(x) = \exp(-((35,36)^{-1,0256} \cdot x^{1,0256})$ (TL₅₀ = 24h).

393

394

395 A ação do limoneno, que é um dos compostos majoritários do *E. staeigeriana*, o qual
396 foi alvo do presente estudo, apresentou ação tóxica para formigas da espécie *Atta sexdens*
397 Forel (Hymenoptera: Formicidae), causando morte de 50% de insetos de até 47,5 h em
398 aplicação tópica (OLIVEIRA et al., 2017). Segundo Cruz et al. (2017) esse composto
399 apresenta atividade tóxica via penetração na cutícula do inseto (efeito de contato), via
400 respiratória (efeito de fumigação) e/ou via digestiva (efeito de ingestão).

401 Além disso, esses autores viram que as lagartas de *S. frugiperda*, responderam de
402 forma variada na atuação dos OEs. O OE de *E. staeigeriana* apresentou atividade inseticida
403 com efeitos subletais: na nutrição (diminuição do peso pupal); e reprodução (redução de
404 oviposição) para *S. frugiperda* (Cruz et al., 2016).

405 Em um estudo com plantas do gênero *Eucalyptus*, observou-se a ação tóxica aguda
406 tópica de diferentes concentrações do óleo essencial de *Eucalyptus urograndis* sobre ninfas e
407 adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae), popularmente conhecido
408 como “percevejo-marron”. Foi constatado que, para o controle de ninfas e adultos, quanto maior
409 o tempo de exposição do inseto ao OE de *E. urograndis* maior foi a mortalidade, aumentando
410 a toxicidade no período de 48 horas. À medida que as ninfas se desenvolviam, a eficiência dos
411 tratamentos para o controle dos insetos, diminuiu, necessitando de uma maior concentração de
412 óleo essencial para ocasionar um aumento na mortalidade desse percevejo (DE SOUZA
413 2015).

414 Diante de todos esses resultados positivos, tanto na literatura quanto no presente
415 trabalho, novos incentivos a pesquisa para esse grupo dos OEs devem ser considerados. O
416 presente estudo comprovou o quanto esses OE são eficazes, e podem melhorar o cenário do
417 agronegócio.

418
419
420
421
422
423
424
425
426
427

428 7. CONCLUSÃO

429 O presente estudo demonstra que os OEs comerciais de *Corumbya citriodora* e
430 *Eucalyptus staigeriana* apresentam ação inseticida para lagartas de *Spodoptera frugiperda*.
431 Estes OEs se mostram potenciais para o desenvolvimento de novas formulações de inseticidas
432 botânicos para o manejo de *S. frugiperda*, uma vez que afetaram negativamente a
433 sobrevivência desse inseto praga.

434 Ademais, novas pesquisas devem ser realizadas com a finalidade de avaliar outros
435 parâmetros biológicos da praga e compreender qual(is) o(s) mecanismo(s) de ação dos destes
436 OEs, bem como quais componentes químicos presentes nestes estão relacionados com o
437 efeito negativo observado.

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 462 ARAÚJO, I. S. et al. Perspectivas atuais da utilização de bioinseticidas em *Spodoptera frugiperda*
463 (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 20-27, 2019.
- 464 BARROS, E. M.; TORRES, J.B.; BUENO, A.F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de
465 *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância
466 econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 996-1001, 2010.
- 467 BOREGAS, K.G.B. et al. Avaliação de não preferência de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797)
468 entre hospedeiros alternativos. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In:
469 **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A**
470 **LAGARTA DO CARTUCHO, 4.**, 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade:
471 resumos expandidos... Sete Lagoas: ABMS, 2010.
- 472 BRITO, W. A. de et al. Formulação de inseticida botânico com óleo de nim e D-limoneno para
473 controle da broca-do-café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, 2021.
- 474 CARRIÈRE, Y.; FABRICK, J. A.; TABASHNIK, B. E. Can pyramids and seed mixtures delay
475 resistance to Bt crops? **Trends in biotechnology**, v. 34, n. 4, p. 291- 302, 2016.
- 476 CHAUDHARI et al., Essential oils and their bioactive compounds as eco-friendly novel green
477 pesticides for management of storage insect pests: prospects and retrospects. **Environmental Science**
478 **and Pollution Research**, 28, n. 15, p. 18918-18940, 2021.
- 479 CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **ACOMPANHAMENTO DA**
480 **SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS. v.9** - Safra 2021/2022 n.11 - Décimo primeiro levantamento,
481 agosto 2022.
- 482 CONAB. **Estimativa aponta recorde para milho 2ª safra com produção superior a 87 milhões de**
483 **toneladas.** Disponível em: < [Acesso em: 27 ago. 2022.](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4718-estimativa-aponta-recorde-para-milho-2-safra-com-producao-superior-a-87-milhoes-de-toneladas#:~:text=Os%20produtores%20de%20milho%20dever%C3%A3o,Nacional%20de%20Abastecimento%20(Conab)>. Acesso em: 27 ago. 2022.</p><p>487 CONAB. Safra 2022/23: Produção de grãos pode chegar a 308 milhões de t impulsionada pela
488 boa rentabilidade de milho, soja e algodão. Disponível em: <<a href=)
- 491 CONTINI, E et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Brasília: Embrapa. (Desafios do**
492 **Agronegócio Brasileiro, 2)**, 2019.
- 493 COSTA M, H.J.; ARAGÃO, F.D. **Manual de pragas da soja.** 2009.
- 494 CRUZ, G. S et al. Effect of trans-anethole, limonene and your combination in nutritional components
495 and their reflection on reproductive parameters and testicular apoptosis in *Spodoptera frugiperda*
496 (Lepidoptera: Noctuidae). **Chemico-biological interactions**, v. 263, p. 74-80, 2017.
- 497 CRUZ, G. S et al. Sublethal effects of essential oils from *Eucalyptus staigeriana* (Myrtales:
498 Myrtaceae), *Ocimum gratissimum* (Lamiales: Laminaceae), and *Foeniculum vulgare* (Apiales:
499 Apiaceae) on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic**
500 **Entomology**, v. 109, n. 2, p. 660-666, 2016.

501

- 502 DE SOUZA, T. F.; FÁVERO, S. Avaliação de óleo essencial de *Eucalyptus urograndis* (Myrtaceae)
503 no controle de Pentatomidae. **Revista Ciência Agronômica** , v. 46, n. 1, pág. 216-222, 2015.
- 504 DOS SANTOS, A. E. Importância química e biológica dos óleos voláteis de espécies do gênero
505 *Eucalyptus*. **ScientiaNaturalis** , v. 3, n. 1, 2021.
- 506 EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Óleo essencial de**
507 **planta amazônica controla pragas importantes da agricultura**. 2020. Pesquisa, Desenvolvimento e
508 Inovação Produção vegetal Manejo Integrado de Pragas. Disponível em:
509 <[https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/57139254/oleo-essencial-de-planta-amazonica-](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/57139254/oleo-essencial-de-planta-amazonica-controla-pragas-importantes-da-agricultura)
510 [controla-pragas-importantes-da-agricultura](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/57139254/oleo-essencial-de-planta-amazonica-controla-pragas-importantes-da-agricultura)>. Acesso em: 29 ago. 2022.
- 511 EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Países africanos pedem**
512 **ajuda ao Brasil para controlar lagarta-do-cartucho** (2018).
- 513 FELIPE, L.O.; BICAS, J.L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na**
514 **Escola**, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.
- 515 FERNANDES, M. J. G.; PEREIRA, R. B.; PEREIRA, D. M.; FORTES, A. G. et al .New Eugenol
516 Derivatives with Enhanced Insecticidal Activity. **International Journal of Molecular Sciences**, 21,
517 n. 23, p. 9257, 2020.
- 518 FREITAS, R.C.O et al. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing
519 multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v.
520 67, n. 2, p. 170-174, 2011.
- 521 GASQUES, J. G.; SOUZA, G. S.; BASTOS, E. T. **Tendências do agronegócio brasileiro para 2017-**
522 **2030**. In: RODRIGUES, R. (Org.). *Agro é paz: análises e propostas para o Brasil alimentar o mundo*.
523 Piracicaba: ESALQ, 2018. p. 31-68.
- 524 HARRISON, R. D. et al. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith)
525 management: Providing low-cost, small holder friendly solutions to an invasive pest. **Journal of**
526 **Environmental Management**, v. 243, p. 318-330, 2019.
- 527 HEIL, M.; KARBAN, R. Explaining evolution of plant communication by airborne signals. **Trends in**
528 **ecology & evolution**, v. 25, n. 3, p. 137-144, 2010.
- 529 JACQUES L. K Y., BOGA J. P., HASSANE D., TANO Y. Bioeficácia do óleo essencial de
530 *Eucalyptus citriodora* no controle de *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em granjas
531 da Costa do Marfim. **Journal of Entomology and Zoology Studies** 2022
- 532 JARA, J. S. et.al. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* em cultivo de *Zea mays*: uso de
533 nematodos entomopatógenos. **Scientia Agropecuaria**, v. 4, n. 10, p. 551557, 2019.
- 534 LOPES, P.R.; ARAÚJO, K.C.S.; RANGEL, I.M.L. Sanidade vegetal na perspectiva da transição
535 agroecológica. **Revista Fitos**, v. 13, n. 2, p. 178-194, 2019.
- 536 MACHADO, K.G.; LEMOS, R.N.S.; MEDEIROS, F.R. Biologia comparada de populações da
537 lagarta-do-cartucho em folhas de milho e mandioca. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 234-239, 2014.
- 538 MAXIMIANO, C. V. Pré-condicionamento de sementes de milho em água com diferentes
539 concentrações de ozônio no desenvolvimento inicial de plântulas e no controle de *Fusarium* spp. 2017.
540 55f. Dissertação (Mestrado em agronomia) **Universidade de Brasília, Brasília**, 2017.
- 541 MIRANDA, R. A. Sustentabilidade da cadeia produtiva do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-**
542 **Documentos (INFOTECA-E)**, 2021.

- 543 MOGHADDAM, Mohammad; MEHDIZADEH, Leila. Química de óleos essenciais e fatores que
544 influenciam seus constituintes. In: Química suave e fermentação de alimentos. **Imprensa Acadêmica,**
545 **2017.** p. 379-419
- 546 MONNERAT, R. et al. Evidence of field-evolved resistance of *Spodoptera frugiperda* to Bt corn
547 expressing Cry 1F in Brazil that is still sensitive to modified Bt toxins. **Plos One**, v. **10**, p. 1–12, 2015.
- 548 MORATO, J. B et al. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em
549 plantas de milho (*Zea mays* L.) adubadas com cama de frango. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em
550 anais de congresso In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA**, 7., 2011, Fortaleza.
551 Ética na ciência: agroecologia como paradigma para o desenvolvimento rural. Fortaleza: Universidade
552 Federal do Ceará, 2011.
- 553 MOREIRA, M. F.; MANSUR, Juliana Figueira; MANSUR, Janaína Figueira. Resistência e
554 inseticidas: estratégias, desafios e perspectivas no controle de insetos. **Led. Rio de Janeiro: INCT-**
555 **EM**, p. 1-23, 2012.
- 556 NAGOSHI, R.N.; MEAGHER, R.L. Review of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) genetic
557 complexity and migration. **Florida Entomologist**, v. 91, n. 4, p. 546-554, 2008.
- 558 NASCIMENTO, A. F. D. Atividade de óleos essenciais e compostos majoritários de plantas das
559 famílias Piperaceae, Myrtaceae e Rutaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:
560 Noctuidae). **Universidade Federal Rural de Pernambuco** 2016.
- 561 NEGRINI, Marcelo et al. Atividade inseticida de óleos essenciais no controle da lagarta-do-cartucho,
562 *Spodoptera frugiperda*. **Arquivos do Instituto Biológico** , v. 86, 2019.
- 563 OLIVEIRA, B.M.S et al. Essential oil of *Aristolochia trilobata*: synthesis, routes of exposure, acute
564 toxicity, binary mixtures and behavioral effects on leaf-cutting ants. **Molecules**, v. 22, n. 3, p. 335,
565 2017.
- 566 PEREIRA J., R. C et al. Caracterização química e avaliação dos potenciais antimicrobiano, inseticida
567 e citotóxico de óleos essenciais obtidos de *Myrcia spp.*(Myrtaceae) ocorrentes em ecossistema de terra
568 firme. **Universidade Federal do Amazonas** 2018.
- 569 PRASANNA, B. M et al. Lagarta do funil do milho em África: um guia para o manejo integrado de
570 pragas. **Embrapa Milho e Sorgo-Livro científico (ALICE)**, 2018.
- 571 RESENDE, D. B.; ABREU, C. A. M.; MARTINS, G, D. et al. Uso de imagens tomadas por aeronaves
572 remotamente pilotadas para detecção da cultura do milho infestada por *Spodoptera frugiperda*.
573 **Revista Brasileira de Geografia Física** v.13, n.1, p. 156-166, 2020.
- 574 RIBEIRO, CL.; PAULA, JAM de.; PEIXOTO, J. de C. . Propriedades farmacológicas de espécies dos
575 gêneros: *Myrcia*, *Eugenia* e *Psidium* – Myrtaceae-, típicas do Cerrado: Uma revisão de
576 escopo. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento** , [S. l.] , v. 11, n. 8, pág. e44711830356, 2022.
- 577 RIBEIRO, G. C. D.; MARTINS, I. C. F.; CAMPOS, L. D.; MELLO, M. N. et al. Spatial and Temporal
578 Distribution of Leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) in a Corn Field. **Neotropical Entomology**, 50,
579 n. 4, p. 630-642, 2021.
- 580 RITZ, C et al. Dose-response analysis using R. **PloS one**, v. 10, n. 12, p. e 0146021, 2015.
- 581 ROSA, A. P. S. A.; BARCELOS, H. T. Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho.
582 **Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E)**, 2012.

- 583 SHENG, Z.; JIAN, R.; XIE, F.; CHEN, B. *et al.* Screening of larvicidal activity of 53 essential oils
584 and their synergistic effect for the improvement of deltamethrin efficacy against *Aedes albopictus*.
585 **Industrial Crops and Products**, 145, p. 112131, 2020.
- 586 SOLOGUREN, L. Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. **Visão**
587 **Agrícola, Piracicaba**, n. 13, p. 8-11, 2015.
- 588 THERNEAU, T. A. Package for Survival Analysis in R. R package version 3.2-7, [https://CRAN.R-](https://CRAN.R-project.org/package=survival)
589 [project.org/package=survival](https://CRAN.R-project.org/package=survival), 2020.
- 590 USDA, Perspecivas para a agropecuária, **Brasília**, v.7, p. 1-100, out. 2019
- 591 ÜSTÜNER, T et al. Investigação das atividades pesticidas do óleo essencial de *Eucalyptus*
592 *camaldulensis* Dehnh. 2018.
- 593 VALICENTE, F. H. Manejo integrado de pragas na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e
594 Sorgo, 2015. 13 p. Circular Técnica.
- 595 WOLFFENBÜTTEL, Adriana Nunes. Base da química dos óleos essenciais e aromaterapia. **Belo**
596 **Horizonte: Editora Laszlo**, 2019.
- 597 ZARRAD, K et al. Chemical composition and insecticidal effects of *Citrus aurantium* of essential oil
598 and its powdery formulation against *Tuta absoluta*. **Université de Sousse - Tunisia** 2017.
- 599 ZIMMERMANN, R. C., ARAGÃO, C. E., De, C., ARAÚJO, P. J. P., De, BENATTO, A.
600 ZAWADNEAK, M. A. C. **Insecticide activity and toxicity of essential oils against two stored-**
601 **product insects.** *Crop Protection*, 144-144 (2020).