



**CAMILA FARIA CHAGAS**

**EFEITOS SUBLETAIS DO INSETICIDA DELTAMETRINA  
SOBRE CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE *Myzus persicae*  
(Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) SOB DIFERENTES  
TEMPERATURAS**

**LAVRAS – MG**

**2022**

**CAMILA FARIA CHAGAS**

**EFEITOS SUBLETAIS DO INSETICIDA DELTAMETRINA SOBRE  
CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera:  
Aphididae) SOB DIFERENTES TEMPERATURAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Agronomia, para a  
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Khalid Haddi

Orientador

M.<sup>a</sup> Ana Paula Nascimento da Silva

Coorientadora

**LAVRAS – MG**

**2022**

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais, Otil e José Roberto, que desde o começo dessa jornada estiveram ao meu lado, me apoiando incansavelmente e vivendo este sonho comigo. Por todo amor e por toda força de sempre,*

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, por estar sempre ao meu lado e por me guiar até este momento.

Aos meus pais Otil e José Roberto, meus maiores exemplos, obrigada por nunca medirem esforços para que eu pudesse chegar até aqui.

A todos os professores do curso de Agronomia, em especial meu orientador Professor Khalid Haddi, pela recepção, oportunidade, por todas as correções e ensinamentos.

Agradeço a minha Coorientadora Ana Paula pela paciência, apoio, por sempre ser tão solícita, e por todos os ensinamentos a mim passados.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), por contribuir para meu crescimento profissional e pessoal, e ao Departamento de Entomologia pela oportunidade de realizar o trabalho.

Ao Laboratório de Entomologia Molecular e EcoToxicologia de insetos (M.E.E.T), e toda equipe pelo apoio e conhecimento compartilhado.

Aos membros e amigos do Grupo de Estudos em Herbicidas, Plantas Daninhas e Alelopatia (GHPD) que fizeram diferença em minha graduação, gratidão pelos momentos vividos e conhecimentos compartilhados.

A todos os meus familiares, principalmente minha prima Bruna e meu irmão André, obrigada pelo suporte sempre que foi preciso.

Aos meus amigos, pelo carinho e companheirismo que fizeram com que essa jornada se tornasse mais leve.

As minhas companheiras de Agronomia e de vida: Amanda, Anna Rakhel, Laís, Lenise, Karolina e Marina; gratidão imensa por tudo que pudemos vivenciar, obrigada por estarem ao meu lado nos melhores e mais difíceis momentos dessa etapa. Amo vocês.

Muito obrigada!

## RESUMO

O pulgão *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) é uma praga de grande importância em diversas culturas agrícolas, uma vez que é capaz de gerar danos econômicos devido a sua capacidade de transmitir um alto número de viroses e ocasionar perdas diretas nas plantas. Hoje, o método mais utilizado para o controle dessa praga é através de defensivos agrícolas dentro do manejo integrado de pragas (MIP), mas muitas das vezes estes insetos são expostos a baixas concentrações de inseticidas no campo, devido a degradação do produto, ou até a aplicação inadequada do mesmo. Ao ser exposto a essas baixas concentrações, o inseto pode sofrer vários efeitos subletais que afetam parâmetros da sua biologia, tais como a mortalidade, longevidade e fecundidade. Dentre os fatores que afetam a variação da população de afídeos, estão as variáveis meteorológicas, como a temperatura, que interfere em questões biológicas como desenvolvimento do inseto, sobrevivência, mortalidade, reprodução, dentre outros. Temperaturas entre 18 e 25°C, ou seja, mais amenas, são melhores para o desenvolvimento e multiplicação de afídeos; já climas mais frios colaboram para um ciclo de vida mais longo e menor multiplicação. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos subletais do inseticida sintético Deltametrina sobre características biológicas de *M. persicae* sob quatro diferentes temperaturas. Para avaliar a toxicidade do inseticida e fazer a curva de dose resposta, em cada uma das temperaturas (15, 20, 25 e 28°C) foram feitos pré-testes, e posteriormente foram definidas as respectivas concentrações. Em cada concentração foram feitas cinco placas, cada uma contendo 20 pulgões adultos, e após 48 horas de exposição, a mortalidade dos afídeos foi avaliada sob uma lupa. Já para a avaliação dos efeitos subletais, em cada uma das quatro temperaturas foram realizados 7 tratamentos (incluindo o Controle), cada um contendo 50 repetições, sendo cada repetição equivalente a um pulgão adulto; cada tratamento corresponde a uma concentração subletal: CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. O trabalho mostrou que o pulgão *M. persicae* submetido ao inseticida deltametrina em temperaturas mais baixas (15°C) pode sofrer alterações positivas na sua taxa de fecundidade; e na temperatura mais alta (28°C) já sofre negativamente, tendo tanto sua fecundidade, como sobrevivência afetadas em comparação aos outros tratamentos. Esses resultados mostram a importância de entender o efeito da deltametrina em diferentes temperaturas sob o pulgão, assim contribuindo para que a tomada de decisão em relação ao controle desse afídeo seja a mais eficaz, dentro do manejo integrado de pragas.

**Palavras-chave:** Afídeo; Controle; Fecundidade; Piretróide; Sobrevivência.

## SUMÁRIO

41

42

43	<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
44	<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
45	<b>2.1 Afídeos.....</b>	<b>3</b>
46	<b>2.1.1 <i>Myzus persicae</i> .....</b>	<b>3</b>
47	<b>2.2 Influência da variação da temperatura no desenvolvimento dos afídeos .....</b>	<b>4</b>
48	<b>2.3 Piretróides.....</b>	<b>5</b>
49	<b>2.4 Efeitos subletais.....</b>	<b>6</b>
50	<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>7</b>
51	<b>3.1 Criação e manutenção de <i>Myzus persicae</i> em laboratório.....</b>	<b>7</b>
52	<b>3.2 Delineamento experimental .....</b>	<b>7</b>
53	<b>3.3 Bioensaio de toxicidade por imersão foliar.....</b>	<b>8</b>
54	<b>3.4 Bioensaio de exposição subletal .....</b>	<b>8</b>
55	<b>3.5 Efeitos da variação da temperatura sobre as respostas a exposição ao inseticida....</b>	<b>9</b>
56	<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>10</b>
57	<b>4.1 Bioensaio de toxicidade por imersão foliar.....</b>	<b>10</b>
58	<b>4.2 Bioensaio de exposição subletal .....</b>	<b>11</b>
59	<b>4.2.1 Temperatura 15°C .....</b>	<b>11</b>
60	<b>4.2.1.1 Fecundidade.....</b>	<b>11</b>
61	<b>4.2.1.2 Análise de sobrevivência.....</b>	<b>11</b>
62	<b>4.2.2 Temperatura 20°C .....</b>	<b>13</b>
63	<b>4.2.2.1 Fecundidade.....</b>	<b>13</b>
64	<b>4.2.2.2 Análise de sobrevivência.....</b>	<b>13</b>
65	<b>4.2.3 Temperatura 25°C .....</b>	<b>14</b>
66	<b>4.2.3.1 Fecundidade.....</b>	<b>14</b>
67	<b>4.2.3.2 Análise de sobrevivência.....</b>	<b>15</b>
68	<b>4.2.4 Temperatura 28°C .....</b>	<b>16</b>
69	<b>4.2.4.1 Fecundidade.....</b>	<b>16</b>
70	<b>4.2.4.2 Análise de sobrevivência.....</b>	<b>17</b>
71	<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
72	<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>

73	<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
----	---	-----------

74

## 75 1 INTRODUÇÃO

76

77 O pulgão da espécie *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera, Aphididae), conhecido  
78 popularmente como pulgão verde é uma espécie polífaga mundialmente distribuída, e de grande  
79 importância econômica em diversas culturas, tanto em condições de campo como em ambientes  
80 protegidos. Essa espécie de afídeo tem alta capacidade reprodutiva e se adaptada facilmente a  
81 novas condições de ambiente, causando danos diretos a planta hospedeira devido a sucção da  
82 seiva e a produção de *honeydew*, e danos indiretos devido a sua capacidade de transmitir um  
83 alto número de viroses (BUENO, 2005; NEBREDA; MICHELENA; FERERES, 2005).

84 Dentro do manejo integrado de pragas (MIP), o principal método de controle do pulgão  
85 se dá por meio da utilização de produtos agroquímicos, porém o uso inadequado desses  
86 compostos pode proporcionar efeitos prejudiciais sobre o ambiente e ao homem (CARVALHO,  
87 2017; ALTERI; NICHOLLS, 2018), como por exemplo a contaminação de ecossistemas,  
88 presença de resíduos em alimentos, seleção de pragas resistentes, dentre outros (CASSAL et  
89 al., 2014; NASCIMENTO e MELNYK, 2016; FIGUEIREDO et al., 2018).

90 Há alguns anos os inseticidas mais utilizados na agricultura eram os do grupo químico  
91 dos piretróides (SANTOS et al., 2007), mas atualmente este posto é ocupado pelos inseticidas  
92 neonicotinóides, deixando os piretróides na segunda posição mundial (TASMAN et al. 2021).  
93 As piretrinas foram os primeiros compostos desse grupo, obtidas através da trituração de flores  
94 de algumas plantas das espécies *Chrysanthemum. cinerariaefolium* e *Chrysanthemum.*  
95 *coccineum*, mas esses compostos não apresentavam boa eficiência para o uso na agricultura,  
96 então a partir dessas piretrinas foram desenvolvidos os piretróides sintéticos (CENGIZ; UNLU,  
97 2006; PIMPÃO et al., 2007). Os piretróides podem ser divididos em dois tipos de acordo com  
98 sua estrutura química: os compostos do tipo I não possuem o grupo  $\alpha$ -ciano na porção  
99 fenoxibenzila, e os do tipo II já possuem o grupo  $\alpha$ -ciano na porção fenoxibenzila, o que  
100 melhora a sua fotoestabilidade (ZHANG et al., 2018).

101 A deltametrina é um piretróide de tipo II e foi criada em 1974, sendo um dos compostos  
102 do grupo com maior potencial inseticida, passando a ser comercializada em 1977.  
103 (MONTANHA; PIMPÃO, 2012). É um compostos de natureza lipofílica com ação de contato,  
104 possuindo um log Kow entre 4,6 e 6,2 (HORTON et al., 2018), muito utilizada em diversas

105 culturas como tomate, café, soja, milho, citros visando o controle de pragas agrícolas (HOLTZ  
106 et al., 2015).

107 Muitas vezes os insetos são expostos a baixas concentrações de inseticidas no campo,  
108 seja devido a degradação do produto, ou até a aplicação inadequada do mesmo (DESNEUX;  
109 DECOURTYE; DELPUECH, 2007; BIONDI et al., 2012). Ao ser exposto a essas baixas  
110 concentrações, o inseto pode sofrer vários efeitos subletais, que afetam parâmetros da sua  
111 biologia como a taxa de mortalidade, longevidade, fecundidade, dentre outros (ZHENG; GAO,  
112 2016; WANG et al., 2017a, 2017b).

113 Dentre os fatores abióticos que afetam a variação da população de afídeos, estão as  
114 variáveis meteorológicas, principalmente a temperatura e precipitação, pois interferem em  
115 questões biológicas importantes como desenvolvimento do inseto, sobrevivência, mortalidade  
116 e reprodução (SOARES et al. 2020; ENGEL. E, 2021). Temperaturas entre 18 e 25°C, ou seja,  
117 mais amenas, são melhores para o desenvolvimento e multiplicação de afídeo; já climas mais  
118 frios colaboram para um maior ciclo de vida e menor multiplicação (CASTRO; CRUZ;  
119 COSTA, 2015).

120 Diante disso, é importante averiguar e entender como a exposição de um inseticida em  
121 conjunto com aquecimento ou resfriamento, altera os fatores biológicos de um inseto fitófago,  
122 no caso o pulgão; para que conseqüentemente se possa adotar as melhores práticas dentro do  
123 manejo integrado de pragas (MIP) nas mais diversas culturas de interesse.

124 Portanto, o presente trabalho teve como objetivo: 1) Avaliar o efeito de diferentes  
125 temperaturas na toxicidade do inseticida deltametrina no controle do pulgão *M. persicae*. 2)  
126 Constatar os efeitos subletais do inseticida deltametrina no pulgão *M. persicae* sob diferentes  
127 temperaturas.

128

129

130

131

132

133

## 134 2 REFERENCIAL TEÓRICO

135

### 136 2.1 Afídeos

137

138         Dentre os insetos sugadores, a família dos afídeos (Aphididae, Hemiptera) conta com  
139 mais de 5 mil espécies descritas. Além de causar danos diretos através da sucção da seiva das  
140 plantas, os pulgões são vetores de mais de 200 tipos de vírus que são prejudiciais à agricultura,  
141 e ainda excretam uma substância açucarada conhecida como *honeydew*, que favorece a  
142 proliferação de fungos (fumagina) dificultando também a fotossíntese das plantas hospedeiras  
143 (ENGEL. E, 2021; NALAM et al. 2019). As folhas infestadas por pulgões ficam distorcidas e  
144 onduladas, e quando a população está alta, a planta fica totalmente murcha, distorcida e/ou  
145 amarelada. Essa distorção das folhas é um grande problema para o controle, pois o pulgão fica  
146 protegido nas estruturas enroladas, dificultando a eficiência de produtos com ação de contato  
147 (LIU e SPARKS, 2001).

148         A reprodução dos afídeos pode ser por partenogênese telítoca ou sexuada. Em regiões  
149 de clima temperado normalmente ocorre a reprodução sexuada, enquanto a partenogênese é  
150 mais comum em regiões tropicais, onde o clima favorece o desenvolvimento do inseto, como  
151 no Brasil, e dá origem apenas a fêmeas. As fêmeas possuem alta prolificidade e podem gerar  
152 cerca de 50 a 100 ninfas/fêmea (CUNHA; 2017).

153         Os registros de ocorrência desses insetos no Brasil foram constatados inicialmente no  
154 século XVIII, mas foi a partir do século XX que vários relatos foram feitos (MOREIRA, 1925;  
155 CUNHA; SOUSA-SILVA, 2015).

156

#### 157 2.1.1 *Myzus persicae*

158

159         O afídeo *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) é uma praga conhecida  
160 popularmente por “pulgão verde claro”, “pulgão verde do pessegueiro”, “pulgão verde da  
161 batatinha” ou apenas “pulgão verde”. Este inseto se encontra distribuído em praticamente todo  
162 o planeta, principalmente em regiões tropicais e de clima temperado, e destaca-se por infestar  
163 uma ampla diversidade de culturas, sendo sua presença mais frequente em solanáceas (berinjela,

164 pimentão, tomates, batata inglesa) e crucíferas (couve, repolho, brócolis, rúcula, couve-flor), e  
165 podem ainda se desenvolver em plantas como o algodão (HOLTZ, 2015; ALI et al., 2021).

166 *M. persicae* apresenta um corpo alongado com comprimento variável de 1,62 a 2,18  
167 mm, em sua forma áptera apresenta coloração verde-clara e quando alados apresentam  
168 coloração verde-escuro com a cabeça, tórax e antenas escuros. Possui hábito gregário e tem  
169 preferência pela face abaxial das folhas (BLACKMAN; EASTOP, 2000).

170 Durante seu desenvolvimento, os pulgões *M. persicae* passam por quatro instares antes  
171 de atingirem a fase adulta, e a duração desses instares tende a diminuir ou aumentar dependendo  
172 da temperatura e da planta hospedeira (CIVIDANES e SOUZA, 2003). A espécie *M. persicae*  
173 se reproduz por partenogênese telitóca, isso significa que as fêmeas dão origem a novas fêmeas,  
174 sem que haja ocorrência de indivíduos machos (SIMON et al., 2002).

175 Dentre os principais métodos de controle de *M. persicae*, pode-se citar o mecânico,  
176 biológico, cultural e químico, sendo o último citado o mais utilizado. O uso intensivo de  
177 inseticidas ocasiona o desenvolvimento de resistências múltiplas e cruzadas, sendo que o  
178 primeiro relato nesta espécie data de 1995 (ANTHON, 1995; FONTAINE et al., 2011). Já  
179 existem relatos de resistência do pulgão verde a maioria das classes de inseticidas, incluindo  
180 carbamatos, organofosforados, ciclodienos, piretróides e neonicotinóides, fazendo com que o  
181 inseto seja uma das espécies mais resistentes em todo o mundo (BASS et al., 2014).

182

## 183 **2.2 Influência da variação da temperatura no desenvolvimento dos afídeos**

184

185 As intensas ações antrópicas vêm causando alterações na composição química da  
186 atmosfera, e como resultado disso tanto os cenários futuros como os cenários atuais indicam  
187 um aumento da temperatura global (ANDERSON; HAWKINS; JONES, 2016; ZHANG et al.,  
188 2017; HARVEY, 2018). Tais alterações afetam diversas condições ambientais, que por  
189 consequência interferem na infestação de pragas e na produção agrícola por todo o mundo. Este  
190 fato traz consequências diretas nos agrossistemas, fazendo com que alguns insetos sejam  
191 favorecidos ou até extintos, sejam eles favoráveis (inimigos naturais) ou desfavoráveis (pragas)  
192 a produção agrícola (ESTAY; LIMA; LABRA, 2009; FAND et al., 2018; TANYI; NGOSONG;  
193 NTONIFOR, 2018). Assim como o aquecimento, o frio também afeta a biologia dos insetos, a  
194 maioria deles sofre uma hibernação temporária em temperaturas abaixo de 15°C, tendo sua taxa

195 metabólica reduzida, o que por consequência interfere no seu comportamento e  
196 desenvolvimento (RODRIGUES, 2004).

197 Assim como em outros insetos, temperaturas acima ou abaixo do ótimo afetam  
198 diretamente o desenvolvimento e reprodução do pulgão. Se muito excessivas, reduzem o  
199 período reprodutivo, produção de ninfas, longevidade e aumento da população (CONTI, 2010;  
200 MEHRPARVAR; HATAMI, 2007). De acordo com Shah et al. (2022) em temperaturas  
201 superiores a 26,4°C a taxa de sobrevivência de pulgões imaturos de *M. persicae* diminuiu  
202 consideravelmente, além de não completarem o desenvolvimento acima de 31°C. Em  
203 contrapartida, estudos mostram que temperaturas entre 12 e 13°C podem fazer com que haja  
204 uma maior fecundidade na espécie de *M. persicae* (MICHELOTTO et al., 2005).

205

### 206 **2.3 Piretróides**

207

208 Atualmente, os inseticidas mais utilizados na agricultura são os do grupo químico dos  
209 piretróides. Estes produtos podem ser obtidos a partir da trituração de flores de algumas plantas  
210 de Crisântemo (*C. cinerariaefolium* e *C. coccineum*) (MOREIRA et al., 2012), apresentam ação  
211 rápida, amplo espectro de atividade, eficiência usando baixas doses, baixo poder residual no  
212 ambiente, e ainda se comparado com outros inseticidas praticamente não apresenta efeitos  
213 tóxicos aos mamíferos (PIMPÃO, 2007; SANTOS et al., 2007).

214 A aletrina foi o primeiro piretróide identificado no ano de 1949 (BRADBERRY et al.,  
215 2005), e na agricultura o uso desses compostos iniciou-se na década de 70, depois da mudança  
216 estrutural introduzida nas piretrinas. Nessa mudança houve a inclusão de átomos de nitrogênio,  
217 enxofre e de halogênios às piretrinas, o que solucionou os problemas de estabilidade  
218 relacionados às substâncias naturais, enquanto manteve a toxicidade em mamíferos baixa, e  
219 dessa forma foram desenvolvidos a maioria dos inseticidas desse grupo (PIMPÃO, 2006).

220 Os piretróides são moduladores de canais de sódio, fazendo com que esses canais das  
221 membranas dos neurônios se mantenham abertos. Desse modo, os inseticidas desse grupo  
222 afetam o sistema nervoso periférico e central do inseto, pois estimulam as células nervosas  
223 fazendo com que elas produzam descargas repetitivas, consequentemente causando paralisia no  
224 inseto (NARAHASHI, 2002; SODERLUND, 2012). Porém, a efetividade do inseticida

225 piretróide no controle de insetos pode ser limitada devido à instabilidade do composto na  
226 presença de luz e ar (PIMPÃO, 2006, SANTOS et al., 2007).

227 A toxicidade de inseticidas sobre insetos pode sofrer alterações dependendo da  
228 temperatura de um ambiente, isso acontece, pois, fatores como a taxa de absorção química,  
229 metabolismo e excreção dos insetos é modificada (WHITEN; PETERSON, 2016). Dentro do  
230 grupo dos inseticidas piretróides existem os compostos do tipo 1, que tem um coeficiente de  
231 temperatura negativo; e os compostos do tipo 2 (no caso da deltametrina), que possuem  
232 coeficiente de temperatura positivo, ou seja, a mortalidade dos insetos expostos a eles varia  
233 diretamente com o aumento de temperatura (BRAGA et al., 2007).

234

#### 235 **2.4 Efeitos subletais**

236

237 Diversas vezes os insetos são expostos a baixas doses de inseticidas, ou seja,  
238 concentrações subletais do produto. Isso ocorre devido a degradação dos pesticidas, a  
239 distribuição variável no momento das aplicações, ou até mesmo a aplicação inadequada  
240 (DESNEUX; DECOURTYE; DELPUECH, 2007; BIONDI et al., 2012).

241 A estimulação que pode acontecer nas pragas causada por baixas doses de inseticidas é  
242 um fenômeno chamado de hormese. A exposição dos insetos a essas doses menores que o  
243 recomendado pode provocar efeitos não desejáveis, como crescimento populacional acelerado  
244 de pragas, desenvolvimento de resistência, ou até ressurgimento desses insetos (GUEDES;  
245 CUTLER, 2014; SIAL et al., 2018). Há relatos que pulgões da espécie *M. persicae* expostos a  
246 diferentes inseticidas apresentaram efeitos subletais sobre alguns parâmetros biológicos. A  
247 exposição a doses subletais de inseticidas piretróides e neonicotinóides gerou aumento  
248 significativo na reprodução de diferentes gerações (SIAL et al., 2018).

249

250

251

252

253

## 254 **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

255

### 256 **3.1 Criação e manutenção de *Myzus persicae* em laboratório**

257

258 A partir de uma criação já existente em laboratório, foi estabelecida uma nova colônia  
259 de pulgões. A colônia foi mantida em folhas de *Nicandra physaloides* (Joá de capote), sobre  
260 ágar 10% em placas de Petri de vidro (20 cm de diâmetro e 2 cm de altura), as quais foram  
261 levadas a câmaras climatizadas (B.O.D) com temperatura mantida em  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade  
262 relativa em  $70 \pm 10\%$  e fotoperíodo em 16:8 (L:D), de modo que não houvesse exposição a  
263 quaisquer inseticidas, assim garantindo que os pulgões estivessem livres desses compostos.

264 A manutenção dos insetos foi realizada com uma frequência de duas vezes por semana  
265 da seguinte forma: tanto o substrato (ágar) como as folhas de Joá de capote eram substituídos  
266 por novos em outras placas de Petri, e os pulgões eram transferidos para estas, de forma que  
267 fossem selecionados somente os insetos que ainda eram viáveis para realização do experimento.

268

### 269 **3.2 Delineamento experimental**

270

271 O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Molecular e  
272 EcoToxicologia de insetos (M.E.E.T) do Departamento de Entomologia da Universidade  
273 Federal de Lavras. Foi utilizado o inseticida Deltamax 25 CE (2,5% deltametrina, concentrado  
274 emulsionável) do grupo químico dos piretróides. Utilizou-se água destilada para o preparo das  
275 diluições, que foram usadas imediatamente após para evitar qualquer possível decomposição  
276 química.

277 A padronização da idade dos pulgões foi feita da seguinte forma nos bioensaios  
278 realizados: foram inoculados cerca de 200 ninfas recém eclodidas distribuídas em 15 placas de  
279 Petri (20 cm de diâmetro e 2 cm de altura), ninfas estas que ficaram retidas por 7 dias de modo  
280 que todos os pulgões estivessem padronizados na mesma idade (e fase de crescimento) no início  
281 da exposição ao inseticida.

282

### 283 3.3 Bioensaio de toxicidade por imersão foliar

284 A toxicidade do inseticida foi avaliada utilizando o método de imersão foliar proposto  
285 pelo Insecticide Resistance Action Committee (IRAC, 2021). As concentrações foram diluídas  
286 em séries de concentrações com água destilada contendo 0,01% (v/v) Tween 20, e para que  
287 fosse possível definir as concentrações que foram utilizadas foram feitos testes preliminares.  
288 As concentrações letais foram estimadas usando análise probit.

289 Folhas de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) foram cortadas em forma de discos  
290 de 5,6 cm de diâmetro e mergulhadas individualmente por 6 segundos nas soluções contendo  
291 inseticida e o controle, e após isso foram colocadas em temperatura ambiente por 2 horas até  
292 que ficassem secas, sem a presença de nenhuma gotícula. Quando secos, os discos foram  
293 colocados em placas de Petri (5,6 cm de diâmetro) contendo ágar a 10%, de modo que a face  
294 abaxial da folha ficasse para cima. Na ausência de recomendação do produto comercial para o  
295 pulgão *M. persicae*, foi adotada a maior dose recomendada na bula, sendo esta 100 ml de  
296 produto comercial/10 l de água; o que corresponde a 25 mg de ingrediente ativo  
297 (deltametrina)/ml de água. Além da solução feita com a dose recomendada, foram utilizadas  
298 mais 3 concentrações iniciais no pré-teste: 10, 1 e 0.1% da solução mãe, que corresponde  
299 respectivamente a 2.5, 0.25 e 0.025 mg de i.a./ml, além do controle que constituía-se de água  
300 destilada com adjuvante 0,01% (v/v) Tween 20. A partir desse pré-teste, novas concentrações  
301 foram estabelecidas para que fosse possível definir as faixas de concentração a serem utilizadas  
302 no experimento, sendo elas: 15°C: 0, 0.25, 2.5, 6.25, 11.25, 12.5, 18.75 e 25 mg de i.a./ml;  
303 20°C: 0, 0.025, 0.125, 0.225, 2.5, 6.25, 11.25, 12.5, 18.75 e 25 mg de i.a./ml; 25°C: 0, 6.25,  
304 11.25, 12.5, 18.75 e 25 mg de i.a./ml; e 28°C: 0, 0.75, 1.25, 1.5, 2,125 e 25 mg de i.a./ml.

305 Para cada concentração foram feitas cinco placas, e em cada uma dessas placas foram  
306 colocados 20 pulgões adultos de até 48 horas, que posteriormente foram mantidas em câmaras  
307 climatizadas (B.O.D) com umidade relativa de  $70 \pm 10\%$ , fotoperíodo em 16:8 (L:D) e nas  
308 diferentes temperaturas de 15, 20, 25 e 28°C.

309 A mortalidade dos pulgões foi avaliada sob uma lupa após 48 horas do período de  
310 exposição. Os pulgões que não mexeram suas pernas quando tocadas com um pincel fino, foram  
311 considerados como mortos.

312

### 313 3.4 Bioensaio de exposição subletal

314 As concentrações subletais CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub> foram calculadas usando  
315 SAS – Statistical Analysis Systems com uma análise de método de regressão Probit para se  
316 obter 95% de intervalo de confiança. As concentrações utilizadas foram: 15°C: CL<sub>1</sub>: 1, CL<sub>5</sub>:  
317 1.875, CL<sub>10</sub>: 2.5, CL<sub>15</sub>: 3, CL<sub>20</sub>: 3.75, CL<sub>30</sub>: 5 mg i.a./ml; 20°C: CL<sub>1</sub>: 1.5, CL<sub>5</sub>: 2.25, CL<sub>10</sub>: 3,  
318 CL<sub>15</sub>: 3.75, CL<sub>20</sub>: 4.25, CL<sub>30</sub>: 5.25 mg i.a./ml; 25°C: CL<sub>1</sub>: 2.05, CL<sub>5</sub>: 3, CL<sub>10</sub>: 3.75, CL<sub>15</sub>: 4.5,  
319 CL<sub>20</sub>: 5.25, CL<sub>30</sub>: 6.25 mg i.a./ml; 28°C: CL<sub>1</sub>: 0.15, CL<sub>5</sub>: 0.25, CL<sub>10</sub>: 0.5, CL<sub>15</sub>: 0.625, CL<sub>20</sub>:  
320 0.75, CL<sub>30</sub>: 1 mg i.a./ ml.

321 Para isso, os discos foliares foram mergulhados nas soluções contendo inseticida e na  
322 solução controle igualmente como descrito acima. Após a secagem dos discos, para cada  
323 concentração, foram inoculados 100 pulgões distribuídos em 5 placas de petri.

324 Após 48 horas, foram selecionados e individualizados 50 adultos aleatoriamente de cada  
325 concentração em placas de Petri (5,6 cm de diâmetro) contendo um novo disco foliar sem  
326 nenhum tratamento com inseticida. Posteriormente a isso, as placas foram seladas com plástico  
327 filme, e mantidas em câmaras climatizadas em cada uma das temperaturas. Visando a qualidade  
328 constante dos discos foliares, estes foram substituídos por novos a cada cinco dias durante todo  
329 o experimento

330 A fecundidade e a longevidade dos adultos foram verificadas diariamente durante todo  
331 o período de vida, onde também as ninfas recém nascidas eram contadas e removidas.

332 Para a análise da fecundidade foi realizado o teste de Kruskal-Wallis, e para a análise  
333 de sobrevivência foi realizado o teste de Kaplan-Meier: Log-Rank.

334

### 335 **3.5 Efeitos da variação da temperatura sobre as respostas a exposição ao inseticida**

336

337 Para avaliar os efeitos da variação da temperatura sobre as respostas a exposição aos  
338 inseticidas, foram selecionadas quatro temperaturas: 15°C, 20°C, 25°C e 28°C e as curvas de  
339 dose-resposta e exposição subletal foram determinadas (como descrito na seção anterior).

340

341

342

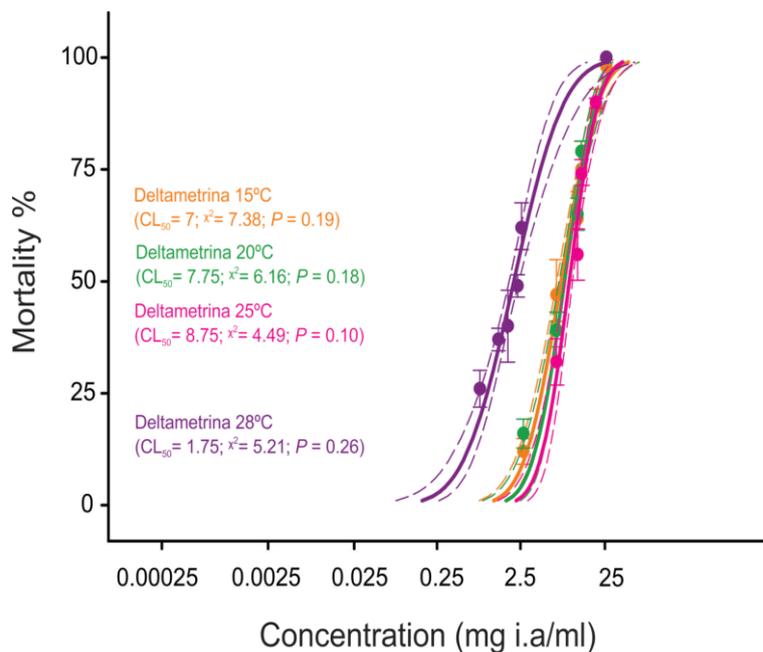
## 343 4 RESULTADOS

344

### 345 4.1 Bioensaio de toxicidade por imersão foliar

346

347 A temperatura mais alta apresenta maior toxicidade em menor concentração. A curva  
348 de dose-respostas abaixo apresenta as diferentes respostas encontradas no inseticida  
349 deltametrina sobre as temperaturas avalias/das (Figura 1).



350

351 **Figura 1.** Toxicidade de Deltametrina após exposição por contato no afídeo *Myzus persicae* em  
352 diferentes temperaturas.

353 O efeito letal do inseticida em diferentes temperaturas sobre os adultos de *M. persicae*  
354 mostrou que houve diferença na CL<sub>50</sub> das temperaturas. Foi possível observar que na  
355 temperatura mais alta, de 28°C, foi necessária uma concentração menor para matar 50% da  
356 população.

357 Para causar mortalidade de 50% da população, em 15°C a CL<sub>50</sub> da deltametrina foi  
358 corresponde a 7 mg i.a./ml, em 20°C a CL<sub>50</sub>= 7.75 mg i.a./ml, em 25°C a CL<sub>50</sub> 8.75 mg i.a./ml  
359 e em 28°C a CL<sub>50</sub>= 1.75 mg i.a./ml.

360 A razão de toxicidade (RT) com base na CL<sub>50</sub> da temperatura 25°C foi de 1.12 em  
361 comparação com a CL<sub>50</sub> de 20°C, 1.25 em relação a CL<sub>50</sub> de 15°C, e 5 em comparação com a  
362 CL<sub>50</sub> de 28°C.

363

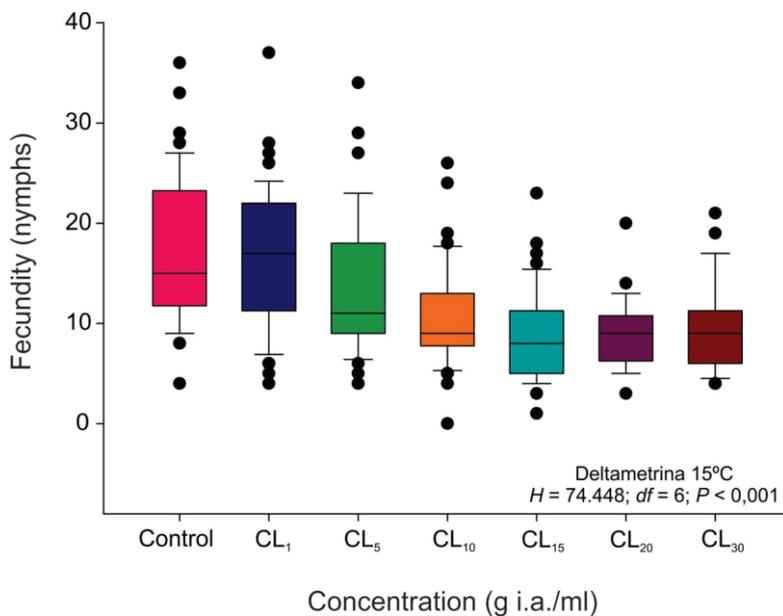
## 364 4.2 Bioensaio de exposição subletal

### 365 4.2.1 Temperatura 15°C

#### 366 4.2.1.1 Fecundidade

367

368 Em relação aos efeitos subletais da Deltametrina a  $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR sobre a  
369 fecundidade das fêmeas, verificou-se que houve diferença significativa no Controle comparado  
370 com CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>; na CL<sub>1</sub> comparado com CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>; e na CL<sub>5</sub>  
371 comparado com CL<sub>15</sub> e CL<sub>20</sub> (Figura 2).



372

373 **Figura 2.** Efeito subletal na fecundidade das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
374 piretróide Deltametrina (Controle, CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>) a  $15 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8  
375 (L:D)

376

#### 377 4.2.1.2 Análise de sobrevivência

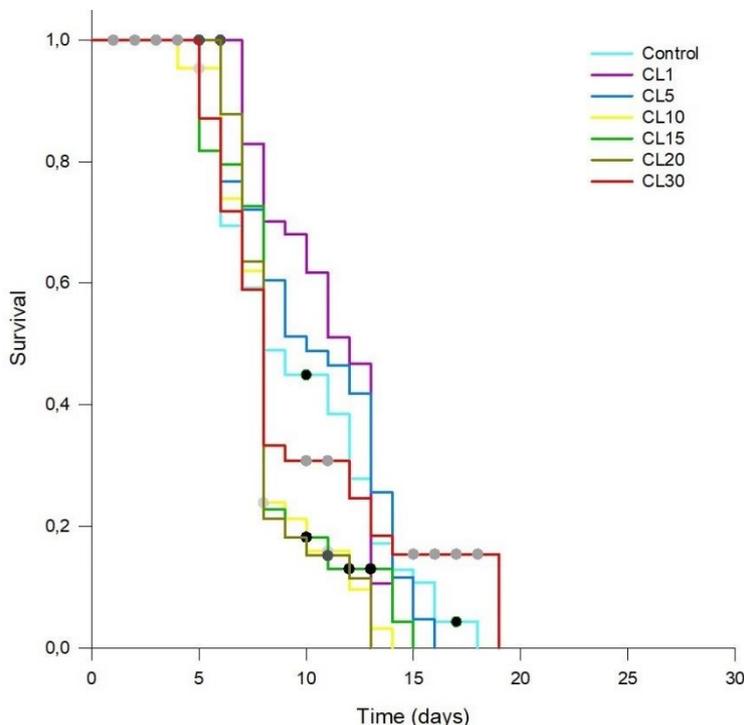
378

379 Em relação aos efeitos subletais da Deltametrina a  $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR sobre a  
 380 sobrevivência das fêmeas de *M. persicae*, houve diferença significativa na CL<sub>1</sub> comparada a  
 381 CL<sub>10</sub> ( $P < 0,001$ ), a CL<sub>15</sub> ( $P = 0,0291$ ) e a CL<sub>20</sub> ( $P < 0,001$ ); e também houve diferença na CL<sub>5</sub>  
 382 comparada a CL<sub>10</sub> ( $P = 0,0119$ ) e a CL<sub>20</sub> ( $P = 0,0303$ ).

383 **Tabela 1.** Efeito subletal na sobrevivência das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
 384 piretróide Deltametrina a  $15 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8 (L:D)

Tratamento	Média do tempo de sobrevivência (TL <sub>50</sub> ) (dias)	Erro padrão
Controle	9,828	$\pm 0,541$
CL <sub>1</sub>	10,957	$\pm 0,383$
CL <sub>5</sub>	10,395	$\pm 0,532$
CL <sub>10</sub>	8,161	$\pm 0,375$
CL <sub>15</sub>	8,365	$\pm 0,418$
CL <sub>20</sub>	8,326	$\pm 0,364$
CL <sub>30</sub>	9,636	$\pm 0,764$

385



386

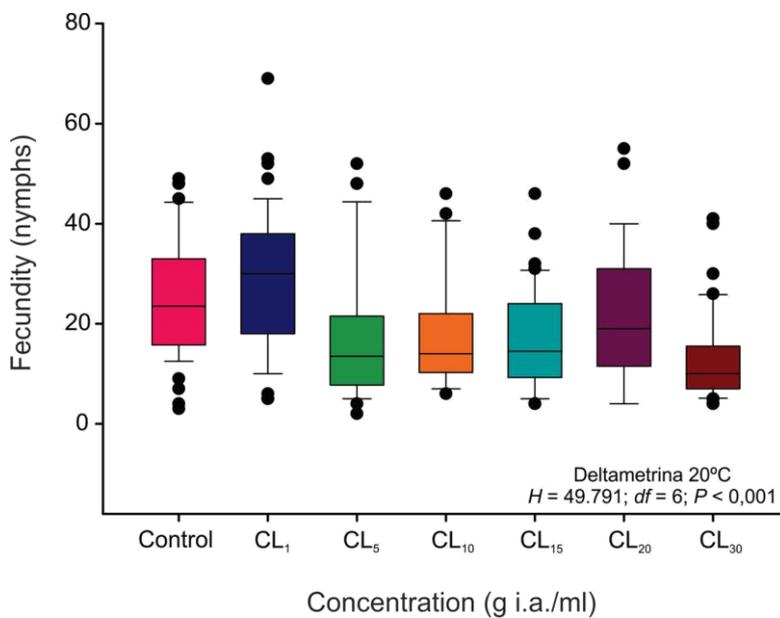
387 **Figura 3.** Efeito subletal na sobrevivência das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
 388 piretróide Deltametrina (Controle, CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>) a  $15 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8  
 389 (L:D)

## 390 4.2.2 Temperatura 20°C

### 391 4.2.2.1 Fecundidade

392

393 Em relação aos efeitos subletais da Deltametrina a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR sobre a  
394 fecundidade das fêmeas, verificou-se que houve diferença significativa no Controle comparado  
395 com CL<sub>5</sub>, CL<sub>15</sub> e CL<sub>30</sub>; na CL<sub>1</sub> comparado com CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub> e CL<sub>30</sub>, e na CL<sub>20</sub> comparado  
396 com CL<sub>30</sub> (Figura 4).



397

398 **Figura 4.** Efeito subletal na fecundidade das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
399 piretróide Deltametrina (Controle, CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>) a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8  
400 (L:D)

401

### 402 4.2.2.2 Análise de sobrevivência

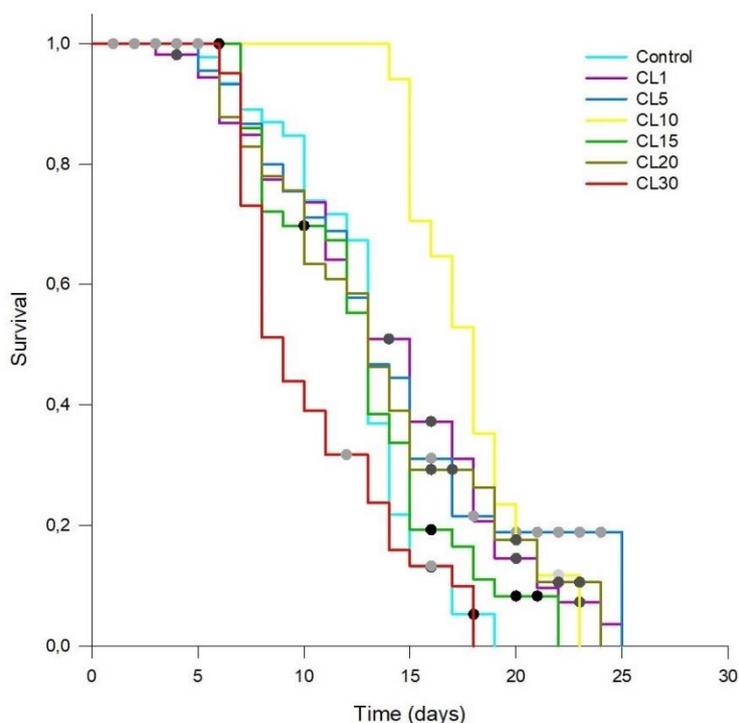
403

404 Em relação aos efeitos subletais da Deltametrina a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR sobre a  
405 sobrevivência das fêmeas de *M. persicae*, houve diferença significativa no Controle comparado  
406 a CL<sub>10</sub> ( $P < 0,001$ ); na CL<sub>1</sub> comparada a CL<sub>30</sub> ( $P = 0,007$ ); na CL<sub>5</sub> comparada a CL<sub>30</sub> ( $P =$   
407  $0,0203$ ); na CL<sub>10</sub> comparada a CL<sub>15</sub> ( $P = 0,0325$ ) e a CL<sub>30</sub> ( $P < 0,001$ ); e também houve  
408 diferença na CL<sub>20</sub> comparada a CL<sub>30</sub> ( $P = 0,0316$ ) (Figura 5).

409 **Tabela 2.** Efeito subletal na sobrevivência das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
 410 piretróide Deltametrina a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8 (L:D)

Tratamento	Média do tempo de sobrevivência (TL <sub>50</sub> ) (dias)	Erro padrão
Controle	12,604	$\pm 0,485$
CL <sub>1</sub>	13,965	$\pm 0,784$
CL <sub>5</sub>	14,384	$\pm 0,932$
CL <sub>10</sub>	17,824	$\pm 0,672$
CL <sub>15</sub>	12,833	$\pm 0,683$
CL <sub>20</sub>	13,736	$\pm 0,896$
CL <sub>30</sub>	10,418	$\pm 0,599$

411



412

413 **Figura 5.** Efeito subletal na sobrevivência das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
 414 piretróide Deltametrina (Controle, CL1, CL5, CL10, CL15, CL20 e CL30) a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e  
 415 16:8 (L:D)

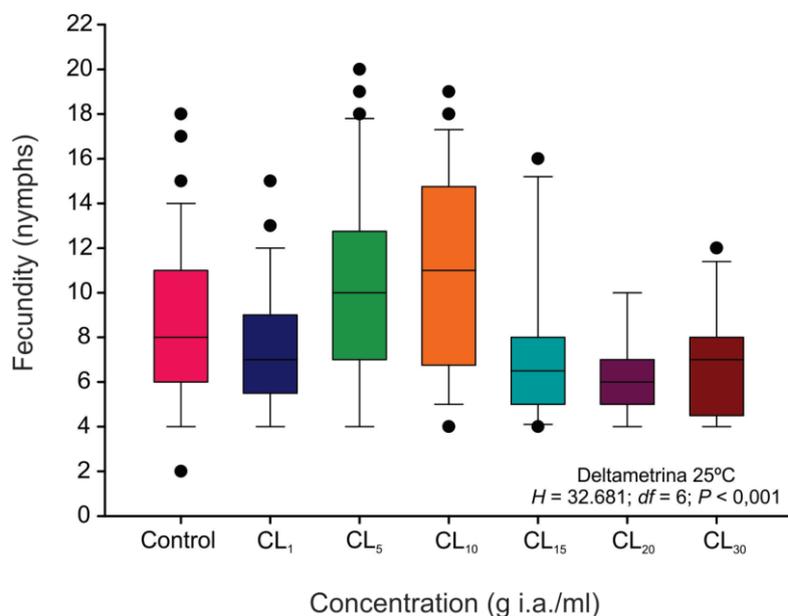
416

### 417 4.2.3 Temperatura 25°C

#### 418 4.2.3.1 Fecundidade

419

420 Em relação aos efeitos subletais da Deltametrina a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR sobre a  
 421 fecundidade das fêmeas, verificou-se que houve diferença significativa na CL<sub>5</sub> comparada a  
 422 CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>; e na CL<sub>10</sub> comparada a CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub> (Figura 6).



423

424 **Figura 6.** Efeito subletal na fecundidade das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
 425 piretróide Deltametrina (Controle, CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>) a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8  
 426 (L:D)

427

#### 428 4.2.3.2 Análise de sobrevivência

429

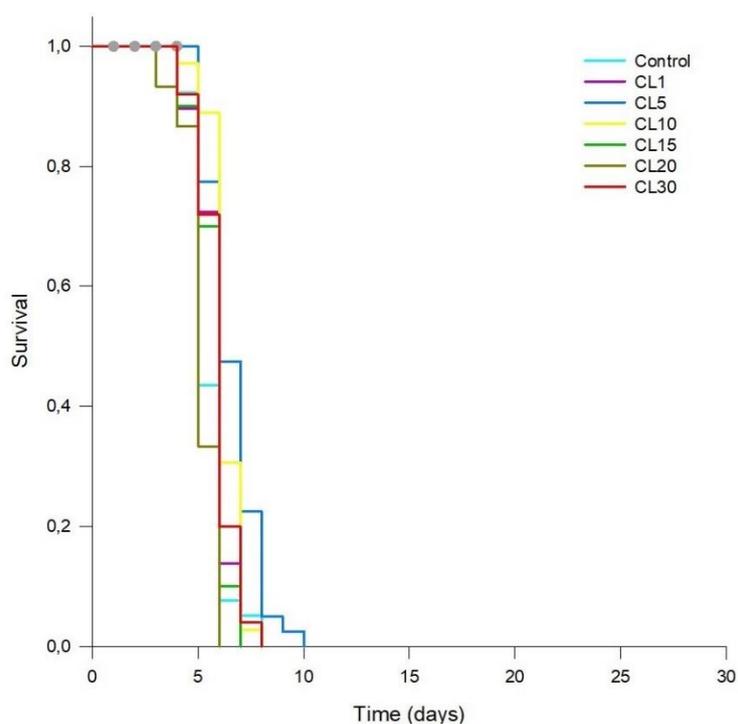
430 Em relação aos efeitos subletais da Deltametrina a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR sobre a  
 431 sobrevivência das fêmeas de *M. persicae*, houve diferença significativa no Controle comparado  
 432 com CL<sub>5</sub> ( $P = 0,001$ ) e CL<sub>10</sub> ( $P = 0,0133$ ); na CL<sub>1</sub> comparada a CL<sub>5</sub> ( $P = 0,0470$ ); na CL<sub>5</sub>  
 433 comparada com CL<sub>20</sub> ( $P < 0,001$ ); e na CL<sub>10</sub> comparada a CL<sub>20</sub> ( $P < 0,001$ ) (Figura 7).

434 **Tabela 3.** Efeito subletal na sobrevivência das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
 435 piretróide Deltametrina a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8 (L:D)

Tratamento	Média do tempo de sobrevivência (TL <sub>50</sub> ) (dias)	Erro padrão
Controle	5,487	± 0,142
CL <sub>1</sub>	5,759	± 0,154
CL <sub>5</sub>	6,550	± 0,196

CL <sub>10</sub>	6,194	± 0,125
CL <sub>15</sub>	5,700	± 0,260
CL <sub>20</sub>	5,133	± 0,215
CL <sub>30</sub>	5,880	± 0,185

436



437

438 **Figura 7.** Efeito subletal na sobrevivência das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
 439 piretróide Deltametrina (Controle, CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>) a 25 ± 2°C, 70 ± 10% UR e 16:8  
 440 (L:D)

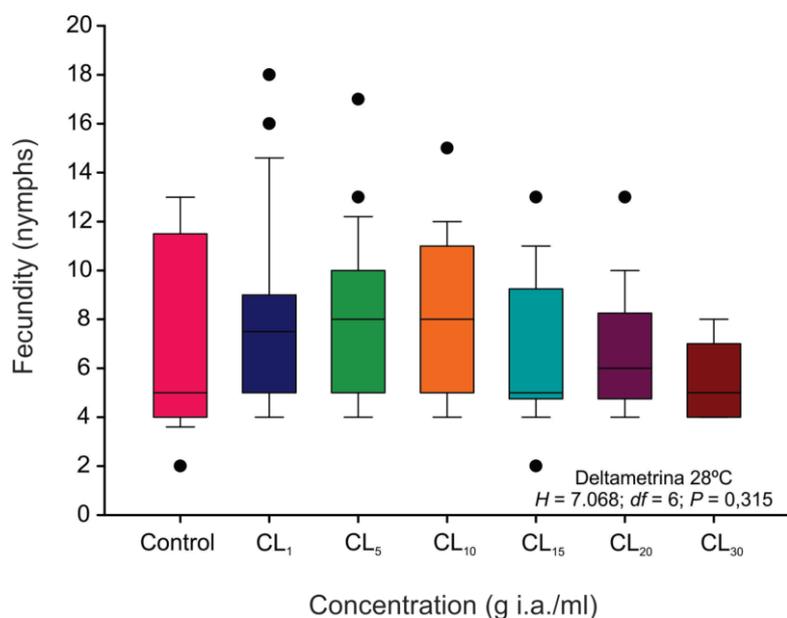
441

#### 442 4.2.4 Temperatura 28°C

##### 443 4.2.4.1 Fecundidade

444

445 Em relação aos efeitos subletais da Deltametrina a 28 ± 2°C e 70 ± 10% UR sobre a  
 446 fecundidade acumulativa das fêmeas, não houve diferença significativa ( $P = 0,315$ ) entre o  
 447 Controle, CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub> (Figura 8).



448

449 **Figura 8.** Efeito subletal na fecundidade das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
 450 piretróide Deltametrina (Controle, CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>) a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8  
 451 (L:D)

452

#### 453 4.2.4.2 Análise de sobrevivência

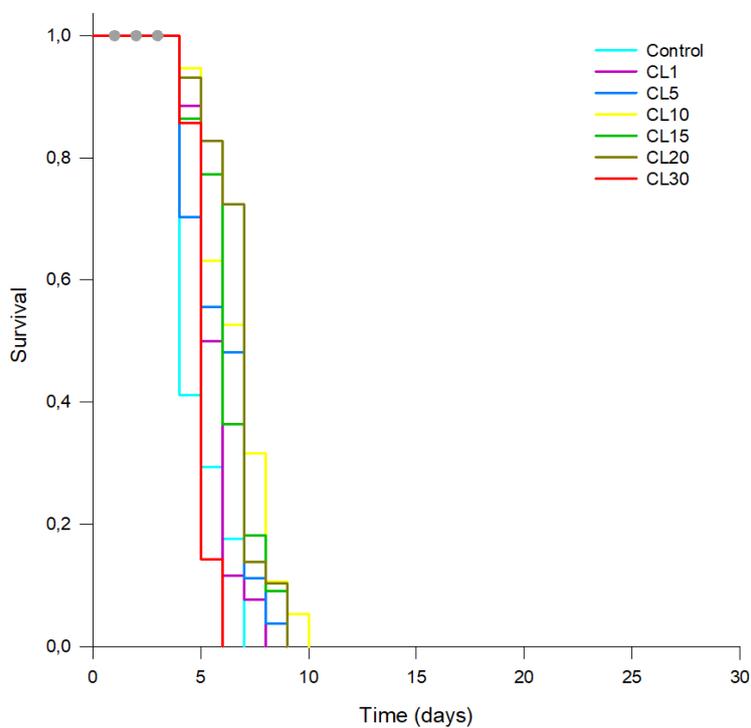
454

455 Em relação aos efeitos subletais da Deltametrina a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR sobre a  
 456 sobrevivência das fêmeas de *M. persicae*, houve diferença significativa no Controle comparado  
 457 com CL<sub>10</sub> ( $P = 0,0220$ ) e CL<sub>20</sub> ( $P < 0,001$ ); na CL<sub>1</sub> comparada a CL<sub>20</sub> ( $P = 0,002$ ); e na CL<sub>20</sub>  
 458 comparada a CL<sub>30</sub> ( $P = 0,001$ ) (Figura 9).

459 **Tabela 4.** Efeito subletal na sobrevivência das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
 460 piretróide Deltametrina a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8 (L:D)

Tratamento	Média do tempo de sobrevivência (TL <sub>50</sub> ) (dias)	Erro padrão
Controle	4,882	$\pm 0,296$
CL <sub>1</sub>	5,557	$\pm 0,201$
CL <sub>5</sub>	5,889	$\pm 0,299$
CL <sub>10</sub>	6,579	$\pm 0,377$
CL <sub>15</sub>	6,273	$\pm 0,303$
CL <sub>20</sub>	6,724	$\pm 0,232$

461



462

463 **Figura 9.** Efeito subletal na sobrevivência das fêmeas de *Myzus persicae* após exposição por contato ao  
464 piretróide Deltametrina (Controle, CL<sub>1</sub>, CL<sub>5</sub>, CL<sub>10</sub>, CL<sub>15</sub>, CL<sub>20</sub> e CL<sub>30</sub>) a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 16:8  
465 (L:D)

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

## 476 5 DISCUSSÃO

477

478 No presente trabalho foi possível constatar que a temperatura mais alta (28°C)  
479 apresentou mais toxicidade, se comparada as temperaturas inferiores (15°C, 20°C e 25°C).  
480 Conseqüentemente podemos afirmar que a deltametrina apresenta maior toxicidade em  
481 temperaturas mais altas.

482 Dependendo da temperatura de um ambiente, a toxicidade de inseticidas em seres  
483 ectotérmicos, como os insetos, pode ser modificada, isso ocorre pois afeta a taxa de absorção  
484 química, metabolismo e excreção dos insetos, e afinidade de ligação (WHITEN; PETERSON,  
485 2016). Nos piretróides do tipo II, como a deltametrina, a toxicidade aumenta juntamente com a  
486 elevação da temperatura, ou seja, a variação de temperatura interfere diretamente na  
487 mortalidade dos insetos (BRAGA et al., 2007).

488 Na temperatura de 15°C os pulgões do tratamento Controle e os pulgões expostos as  
489 concentrações subletais CL<sub>1</sub> e CL<sub>5</sub> apresentaram maior taxa de fecundidade do que aqueles que  
490 foram submetidos as concentrações maiores. Enquanto a fecundidade média desses tratamentos  
491 foi de 15, 17, e 11 ninfas, respectivamente, a fecundidade média dos outros tratamentos não foi  
492 superior a 9 ninfas. Já em relação a sobrevivência, os insetos submetidos também a  
493 concentrações CL<sub>1</sub> (10,957 dias) e CL<sub>5</sub> (10,395 dias) obtiveram tempo médio de sobrevivência  
494 maiores em comparação com as concentrações superiores, que não ultrapassaram a média de  
495 9,636 dias; e os pulgões do tratamento controle não apresentaram diferenças significativas em  
496 comparação com o restante. Esses resultados confirmam que em comparação com outras  
497 espécies de pulgões, o *M. persicae* apresenta maior capacidade de aclimação, tolerando  
498 temperaturas mais baixas (HAZELL et al., 2010). Powell e Bale (2004) afirmam que afídeos  
499 da espécie *Sitobion auenae* (Hemiptera: Aphididae) também responderam bem quando  
500 submetidos a temperaturas próximas a 10°C, mostrando que assim como *M. persicae*, esses  
501 insetos expostos a aclimação tiveram fatores como sua sobrevivência e fecundidade  
502 aumentadas.

503 Em comparação com as temperaturas superiores, o inseticida deltametrina se mostrou  
504 menos eficaz no controle dos pulgões a 15°C, uma vez que nessa temperatura os pulgões  
505 tiveram média de tempo de sobrevivência de até 10,957 dias, enquanto na maior temperatura  
506 testada a média máxima desse parâmetro foi de 6,724 dias. Esse fato também foi relatado por

507 Saeed et al. (2018) em trabalhos realizados com *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae)  
508 submetidas ao mesmo inseticida do presente trabalho em uma temperatura de 14°C. Além da  
509 menor efetividade nessa temperatura, não foi constatado nenhum efeito hormético causado  
510 pelas concentrações subletais de deltametrina em relação a fecundidade ou sobrevivência do  
511 pulgão. Junto ao coeficiente de temperatura positivo da deltametrina (BRAGA et al., 2007),  
512 outra possível razão desse menor desempenho em baixas temperaturas é o fato de que os insetos  
513 são seres ectotérmicos, desse modo a temperatura afeta diretamente seu metabolismo que é  
514 responsável pelo funcionamento do sistema nervoso e na degradação dos inseticidas,  
515 consequentemente esses compostos podem ter sua toxicidade ou eficácia alterados (GLUNT et  
516 al., 2013).

517 Na temperatura de 20°C, além do tratamento Controle, que apresentou fecundidade  
518 média de 23 ninfas, apenas os pulgões expostos a CL<sub>1</sub>, com fecundidade média de 30 ninfas,  
519 tiveram maior taxa de fecundidade em comparação com as concentrações maiores, que não  
520 superaram a média de fecundidade de 19 ninfas. Na fecundidade o tratamento CL<sub>10</sub> apresentou  
521 a maior média de tempo de sobrevivência, de 17,824 dias, ainda não foi constatada diferença  
522 significativa em comparação com Controle (12,604 dias). Em comparação as outras  
523 temperaturas desse trabalho, a temperatura de 20°C se mostrou a mais propícia para o  
524 desenvolvimento de *M. persicae*, apresentando maior sobrevivência e fecundidade,  
525 independente das concentrações de deltametrina. Em seu trabalho, Quintanilla et al. (2002)  
526 observaram que pulgões da espécie *M. persicae* apresentaram a taxa mais alta de crescimento  
527 na temperatura de 20°C. Seo et al. (2020) também apresentaram resultados parecidos em outras  
528 espécies de afídeos, onde a mesma faixa de temperatura mostrou maior fecundidade e  
529 sobrevivência. Diferente dos pulgões do nosso trabalho, insetos da espécie *Bombyx mori*  
530 (Lepidoptera: Bombycidae) submetidas a deltametrina na temperatura de 20°C apresentaram  
531 maior mortalidade do que aqueles expostos a 30°C (TANTG et al., 2016). Khan e Akram (2014)  
532 também encontraram resultados divergentes em *Musca domestica* (Diptera: Muscidae)  
533 submetidas aos inseticidas deltametrina e cipermetrina sob a temperatura de 20°C, onde os  
534 inseticidas apresentaram maior toxicidade nessa faixa em comparação com 27 a 34°C. A causa  
535 dessas diferenças provavelmente é devido o inseto ser de outra espécie, o que influencia na  
536 toxicidade dos inseticidas, assim como a temperatura (DELORENZO et al., 2006).

537 As concentrações letais CL<sub>5</sub> e CL<sub>10</sub>, com fecundidade média de 10 e 11 ninfas,  
538 respectivamente, na temperatura de 25°C mostraram maior média de fecundidade das fêmeas  
539 em comparação a CL<sub>20</sub> (6 ninfas) e CL<sub>30</sub> (7 ninfas). Resultados semelhantes a estes foram

540 encontrados por Sial et al. (2018), onde é citado que pulgões da espécie *M. persicae* expostos à  
541 concentração subletal de deltametrina, mantidos na mesma faixa de temperatura do atual  
542 trabalho, não tiveram alterações significativas em seus parâmetros biológicos, exceto na  
543 longevidade, que se mostrou superior ao controle. Além disso, Seo et al. (2020) afirmam que  
544 temperaturas acima de 25° afetam negativamente a reprodução do pulgão. O efeito da  
545 temperatura na eficácia da deltametrina também foi estudado em *S. frugiperda* (Lepidoptera:  
546 Noctuidae), e parecido com os resultados em *M. persicae* nesse trabalho, a toxicidade do  
547 inseticida teve um pequeno aumento quando a temperatura passou de 15,6 para 26°C (SPARKS  
548 et al., 1982; LI et al., 2006).

549 Na temperatura mais alta, de 28°C, não houve diferença entre os tratamentos na  
550 fecundidade das fêmeas. Já na sobrevivência, os pulgões tratados com a CL<sub>20</sub> apresentaram uma  
551 média de sobrevivência de 6,724 dias, sendo assim superior em comparação com o restante dos  
552 tratamentos. Em comparação com as outras temperaturas testadas, os insetos expostos a essa  
553 temperatura tiveram o menor tempo de sobrevivência. Esses resultados reforçam o trabalho de  
554 BARAL et al. (2022), onde relatam que *M. persicae* é sensível a mudanças de temperatura, o  
555 que afeta seu desenvolvimento, fecundidade, entre outros. No trabalho dos autores citados o  
556 tempo médio de desenvolvimento de adultos dessa espécie foi de 5,5 dias a 29°C, bem menor  
557 se comparado com os insetos submetidos a temperaturas inferiores. Em relação a deltametrina  
558 nessa temperatura, os autores Li et al. (2006) citam que assim como no presente trabalho, a  
559 27°C, esse piretróide apresentou um coeficiente de temperatura positivo para outras pragas  
560 como *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Heliothis virescens* (Lepidoptera:  
561 Noctuidae), mas em contrapartida foi observado para *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae)  
562 e *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae) um coeficiente negativo; e um dos motivos dessa  
563 variação é a diferença das espécies em questão.

564 A temperatura atmosférica interfere diretamente no ciclo de vida dos insetos, afetando  
565 fatores como desenvolvimento, reprodução, consumo de alimentos, fecundidade, longevidade,  
566 crescimento populacional, entre outros. Trabalhos mostram que o pulgão da espécie *Nasonovia*  
567 *ribisnigri* (Hemiptera: Aphididae) teve seu desenvolvimento reduzido com o aumento de  
568 temperatura: Enquanto adultos sobreviveram durante 26,7 dias a 15°C, na temperatura de 35°C  
569 esse período decaiu para 4 dias (SALEESHA; KENNEDY; RAJABASKAR et al. 2021). GAO  
570 et al. (2018) apresentaram resultados onde temperaturas mais altas reduzem a longevidade do  
571 pulgão do algodoeiro (*Aphis gossypii*) (Hemiptera: Aphididae) de 14,40 dias para 8,3 dias,

572 assim como a longevidade de *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae), que foi encurtada  
573 de 35,07 para 3,32 dias devido a temperaturas superiores.

574 Nas temperaturas de 20, 25 e 28°C, observou-se um efeito parecido das doses subletais  
575 de deltametrina em relação a sobrevivência em comparação ao controle. Em todos os  
576 tratamentos, os pulgões submetidos as concentrações subletais tiveram uma taxa de  
577 sobrevivência maior em comparação aqueles que não foram expostos a nenhum inseticida, do  
578 tratamento controle. Em 20°C, a média do tempo de sobrevivência da CL<sub>10</sub> foi de 17,824 dias,  
579 enquanto no Controle foi de 12,604 dias. A CL<sub>5</sub> e a CL<sub>10</sub> na temperatura de 25° apresentaram  
580 média do tempo de sobrevivência de 6,550 e 6,194 dias, respectivamente, já no Controle essa  
581 média foi de 5,487 dias. Na maior temperatura do trabalho, 28°C, o Controle teve tempo médio  
582 de sobrevivência de 4,882 dias, sendo assim inferior aos tratamentos CL<sub>10</sub>, com média de  
583 sobrevivência de 6,579 dias, e a CL<sub>20</sub>, com 6,724 dias.

584 Esse efeito recebe o nome de hormese, e se trata de uma consequência da exposição dos  
585 insetos a concentrações subletais, de modo que eles sejam favorecidos; sendo assim uns dos  
586 principais empecilhos para o controle de pragas (CUTLER et al., 2022). Esses efeitos podem  
587 afetar fatores biológicos como a longevidade, fecundidade, desenvolvimento, dentre outros.  
588 Trabalhos relatam que piretróides podem causar efeitos subletais em várias pragas, tanto  
589 negativamente, como por exemplo a diminuição da longevidade e fecundidade em pulgões da  
590 espécie *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae); e também positivamente, como no caso  
591 do pulgão da soja (*Aphis glycines*) (Hemiptera: Aphididae), que ao ser tratado com  
592 concentrações subletais de beta-cipermetrina apresentou maior número de descendentes (QU et  
593 al., 2017). Sial et al. (2018) também realizou experimentos utilizando concentrações subletais  
594 do inseticida deltametrina em *M. persicae*, e assim como em nossos resultados, observou que a  
595 longevidade desses insetos foi superior aos do tratamento controle. Nesse mesmo trabalho, o  
596 autor utilizou também o piretróide lambda cialotrina, onde ele também pode observar efeitos  
597 subletais em alguns parâmetros biológicos, como o aumento da fecundidade, do tempo de  
598 desenvolvimento de ninfas e do período de pré-oviposição.

599 Diante do exposto, podemos reafirmar o quão importante é entender as interferências  
600 que diferentes temperaturas podem causar em *M. persicae*. Com base nos resultados,  
601 concluímos que essa espécie de afídeo tem um melhor desenvolvimento, maior taxa de  
602 fecundidade e maior taxa de sobrevivência em temperaturas próximas a 20°C. Com isso é  
603 possível definir, por exemplo, faixas de temperaturas mais adequadas e eficientes para criações

604 em laboratório; uma vez que temperaturas inferiores a esta interferiram no desenvolvimento  
605 dos pulgões, que se tornou mais lento, e na fecundidade que se mostrou menor. Oliveira et al.  
606 (2010) falam sobre a importância e os desafios em relação as técnicas para criação e condução  
607 de *M. persicae* em condições laboratoriais destinados a trabalhos de pesquisa, devido  
608 principalmente a necessidade de quantidade de indivíduos e que sejam de qualidade.

609 Os resultados do trabalho mostrando a influência da temperatura na eficácia da  
610 deltametrina e os efeitos causados por concentrações subletais desse inseticida reforçam a  
611 importância da aplicação correta de pesticidas visando o controle das pragas dentro do manejo  
612 integrado. Como foi possível observar, esse piretróide parece perder eficiência em temperaturas  
613 mais baixas, enquanto na maior temperatura testada se apresentou mais eficaz, com isso  
614 podemos afirmar que em climas frios a aplicação de deltametrina não é recomendada. É  
615 importante que em conjunto com a temperatura, outros fatores abióticos como umidade relativa  
616 do ar e velocidade dos ventos sejam considerados para uma aplicação eficiente de produtos  
617 químicos (ANTUNIASSI, 2005).

618 Em relação aos efeitos da deltametrina sob os fatores biológicos do afídeo, foi possível  
619 concluir que *M. persicae* teve aumento da sobrevivência quando exposto a concentrações  
620 subletais, o que é um resultado indesejável quando se visa o controle de pragas no campo. Para  
621 que se atinja bons resultados no controle de pragas, é de suma importância seguir as  
622 recomendações de dose prescritas, uma vez que subdoses podem causar efeitos subletais  
623 benéficos ao inseto, assim como selecionar biótipos resistentes (FIGUEIREDO et al., 2018;  
624 MÜLLER, 2018).

625

626

627

628

629

630

631

632

633 **6 CONCLUSÃO**

634

635           Em temperaturas mais altas o inseticida deltametrina tem um potencial de causar  
636 maior toxicidade no controle de *M. persicae*.

637           Concentrações subletais do inseticida deltametrina sobre o pulgão *M. persicae* podem  
638 causar efeito estimulatório em relação a sua sobrevivência, exceto em temperaturas mais baixas.  
639 Em relação a fecundidade, as menores concentrações subletais utilizadas foram mais benéficas  
640 ao pulgão se comparadas as maiores concentrações, porém, não foram superiores em  
641 comparação ao controle, confirmando assim que neste caso não houve efeito estimulatório.

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657 **7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

658

659 ALI, M. Y. et al. **Host-plant Variations affect the biotic potential, survival, and population**  
660 **projection of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae)**. *Insects*, v. 12, n. 5, p. 375, 2021

661 ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. **Biodiversity and pest management in agroecosystems**. CRC  
662 Press, 2018.

663 ANDERSON, T. R.; HAWKINS, E.; JONES, P. D. **CO<sub>2</sub>, The greenhouse effect and global**  
664 **warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System**  
665 **Models**. *Endeavour*, v. 40, n. 3, p. 178–187, 2016.

666 ANTHON, E. W. **Evidence for green peach aphid resistance to organophosphorous**  
667 **insecticides**. *J. Econ. Entomol.*, 48: 56-57, 1955.

668 ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em tecnologia de aplicação de defensivos**. Congresso  
669 Brasileiro de Algodão, FCA/UNESP. 2005.

670 BARAL, S. et al. **Effects of Temperature on Development of *Myzus persicae* (Sulzer)**. *Indian*  
671 *Journal of Entomology*, p. 1-5, 2022.

672 BASS, C.; PUINEAN, A. M.; ZIMMER, C. T.; DENHOLM, I.; FIELD, L.M.; FOSTER, S. P.;  
673 GUTBROD, O.; NAUEN, R.; SLATER, R.; WILLIAMSON, M. S.; **The evolution of**  
674 **insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae***. *Insect Biochemistry and*  
675 *Molecular Biology*, 51: 41-51, 2014.

676 BIONDI, A.; MOMMAERTS, V.; SMAGGHE, G.; VINUELA, E.; ZAPPALA, L.;  
677 DESNEUX, N. **The non-target impact of spinosyns on beneficial arthropods**. *Pest*  
678 *management science*, v. 68, n. 12, p. 1523–1536, 2012.

679 BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. **Aphids on the world's crops: An identification and**  
680 **information guide**, 2° Ed. John Wiley & Sons, New York: 476p., 2000.

681 BRADBERRY, S. M.; CAGE, S. A.; PROUDFOOT, A. T.; VALE, J. A. **Poisoning due to**  
682 **Pyrethroids**. *Toxicological Reviews*, v. 24, n. 2, p. 93-106, 2005.

683 BRAGA, I. A. et al. ***Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência**. 2007.

684 BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pulgões ou afídeos-praga em cultivos protegidos**.  
685 *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 9–17, 2005.

686 CARVALHO, F. P. **Pesticides, environment, and food safety**. *Food and Energy Security*, v.  
687 6, n. 2, p. 48–60, 1 maio 2017.

688 CASSAL, V. B. et al. **Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde**  
689 **pública**. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 437–  
690 445, 2014.

- 691 CASTRO, A. L. G.; CRUZ, I.; COSTA, I. M. S. **Efeito da temperatura noturna sobre o**  
692 **pulgão do sorgo, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae).** In:  
693 Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO DE  
694 ECOLOGIA DO BRASIL, 12, 2015, São Lourenço, MG. Anais... São Lourenço: Sociedade  
695 Brasileira de Ecologia, 2015, 2015.
- 696 CENGIZ, E. I.; UNLU, E. **Sublethal effects of commercial deltamethrin on the structure of**  
697 **the gill, liver and gut tissues of mosquitofish, *Gambusia affinis*: A microscopic study.**  
698 *Environmental Toxicology and Pharmacology*, n. 21, p. 246- 253, 2006.
- 699 CIVIDANES, F. J. **Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de *Myzus persicae***  
700 **(Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório.** *Neotropical Entomology*, v. 32, p. 413-  
701 419, 2003.
- 702 CONTI, B. F. et al. **Reproduction and fertility life table of three aphid species**  
703 **(Macrosiphini) at different temperatures.** *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 54, p. 654-  
704 660, 2010.
- 705 CUNHA, S. B. Z. **Afídeos e suas plantas biológicas sucessivas em áreas de plantas**  
706 **sucessivas e biológicas: exemplos de invasões biológicas.** 2017.
- 707 CUNHA, S. B. Z.; SOUSA, S. C. R. **Catálogo taxonômico da fauna do Brasil: Aphidoidea.**  
708 2015.
- 709 CUTLER, G. C. et al. **Hormesis and insects: Effects and interactions in agroecosystems.**  
710 *Science of The Total Environment*, p. 153899, 2022.
- 711 DELORENZO, M. E. et al. **Effects of the insecticide permethrin on three life stages of the**  
712 **grass shrimp, *Palaemonetes pugio*.** *Ecotoxicology and environmental safety*, v. 64, n. 2, p.  
713 122-127, 2006.
- 714 DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. **The sublethal effects of pesticides on**  
715 **beneficial arthropods.** *Annu. Rev. Entomol.*, v. 52, p. 81–106, 2007.
- 716 ENGEL, E. **Padrões de flutuação populacional e estrutura comunitária de afídeos alados**  
717 **de cereais e seus parasitoides no Sul do Brasil.** Tese de Doutorado. Universidade de São  
718 Paulo, 2021.
- 719 ESTAY, S. A.; LIMA, M.; LABRA, F. A. **Predicting insect pest status under climate change**  
720 **scenarios: combining experimental data and population dynamics modelling.** *Journal of*  
721 *Applied Entomology*, v. 133, n. 7, p. 491–499, 2009.
- 722 FAND, B. B.; TONNANG, H. E. Z.; BAL, S. K.; DHAWAN, A. K. **Shift in the manifestations**  
723 **of insect pests under predicted climatic change scenarios: key Challenges and adaptation**  
724 **strategies.** In: *Advances in Crop Environment Interaction*. Springer, p. 389–404, 2018.
- 725 FIGUEIREDO, R. C.; ROCHA, W. C.; DE FREITAS, A. D. G. **Efeito inseticida do óleo**  
726 **essencial e extratos etanólicos das folhas de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) sobre**  
727 **o gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais* Mots).** *Ensaios e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e*  
728 *da Saúde*, v. 22, n. 2, p. 80–84, 2018.

- 729 FONTAINE, S. et al. **Uncommon associations in target resistance among French**  
730 **populations of *Myzus persicae* from oilseed rape crops.** Pest Manag Sci., 67: 881-885, 2011.
- 731 GAO, G. et al. **Effect of the frequency and magnitude of extreme temperature on the life**  
732 **history characteristics of the large cotton aphid, *Acyrtosiphon gossypii* (Hemiptera:**  
733 **Aphididae): implications for their populatioin dynamics under global warming.** Entomol  
734 Gen, v. 37, n. 2, p. 103-113, 2018.
- 735 GLUNT, K. D.; BLANFORD, J. I.; PAAIJMANS, K. P. **Chemicals, climate, and control:**  
736 **increasing the effectiveness of malaria vector control tools by considering relevant**  
737 **temperatures.** PLoS pathogens, v. 9, n. 10, p. e1003602, 2013.
- 738 GUEDES, Raul Narciso C.; CUTLER, G. Christopher. **Insecticide-induced hormesis and**  
739 **arthropod pest management.** Pest Management Science, v. 70, n. 5, p. 690-697, 2014.
- 740 HARVEY, L. D. D. **Climate and global environmental change.** Routledge, 2018.
- 741 HAZELL, S. P. et al. **Hyperthermic aphids: insights into behaviour and mortality. Journal**  
742 **of insect physiology,** , v. 56, n. 2, pág. 123-131, 2010.
- 743 HOLTZ, A. M. et al. **Pragas das brássicas.** Colatina, ES: IFES, 2015.
- 744 HORTON, Alice A. et al. **Acute toxicity of organic pesticides to *Daphnia magna* is**  
745 **unchanged by co-exposure to polystyrene microplastics.** Ecotoxicology and environmental  
746 safety, v. 166, p. 26-34, 2018.
- 747 IRAC – Comitê de ação à resistência a inseticidas < <https://www.illac-br.org/>>. Acesso em  
748 Nov, 03, 2021.
- 749 LI, H. et al. **Effect of temperature on toxicity of pyrethroids and endosulfan, activity of**  
750 **mitochondrial Na<sup>+</sup>–K<sup>+</sup>-ATPase and Ca<sup>2+</sup>–Mg<sup>2+</sup>-ATPase in *Chilo suppressalis***  
751 **(Walker)(Lepidoptera: Pyralidae).** Pesticide biochemistry and physiology, v. 86, n. 3, p. 151-  
752 156, 2006.
- 753 LIU, T. et al. **Aphids on cruciferous crops: identification and management.** Texas  
754 FARMER Collection, 2001.
- 755 MEHRPARVAR, M.; HATAMI, B. **Effect of temperature on some biological parameters**  
756 **of an Iranian population of the rose aphid, *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Aphididae).**  
757 **European Journal of Entomology,** v. 104, n. 3, p. 631, 2007.
- 758 MICHELOTTO, M. D. et al. **Longevidade e parâmetros reprodutivos de *Myzus persicae***  
759 **(Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas.**  
760 **Ciência Rural,** v. 35, n. 4, p. 788-793, 2005.
- 761 MONTANHA, F. P.; PIMPÃO, C. T. **Efeitos toxicológicos de piretróides (cipermetrina e**  
762 **deltametrina) em peixes-Revisão.** Revista científica eletrônica de medicina veterinária, n. 18,  
763 p. 1-58, 2012.
- 764 MOREIRA, C. **Pulgões do Brasil.** Boletim do Ministério da Agricultura Industria e Comércio.  
765 v.2. Instituto Biológico de Defesa agrícola. 34p. RJ: 1925.

- 766 MOREIRA, M. F.; MANSUR, J.F. **Resistência e Inseticidas: Estratégias, Desafios e**  
767 **Perspectivas no Controle de Insetos**. In: Mario Alberto da Silva Neto. (Org.). **Resistência e**  
768 **Inseticidas: Estratégias, Desafios e Perspectivas no Controle de Insetos**. 1ed. Rio de Janeiro:  
769 INCT-EM; p. 1-23, 2012.
- 770 MÜLLER, C. **Impactos da exposição subletal de inseticidas em insetos — Fatos e lacunas**  
771 **de conhecimento**. *Ecologia Básica e Aplicada*, v. 30, p. 1-10, 2018.
- 772 NALAM, V.; LUÍS, J.; SHAH, J. **Plant defense against aphids, the pest extraordinaire**. *Plant*  
773 *Science*, v. 279, p. 96-107, 2019.
- 774 NARAHASHI, T. **Nerve membrane ion channels as the target site of insecticides**. *Mini*  
775 *Reviews in Medicinal Chemistry*, v.2, p.419-432, 2002.
- 776 NASCIMENTO, L.; MELNYK, A. **A química dos pesticidas no meio ambiente e na saúde**.  
777 *Revista Mangaio Acadêmico*, v.1, n. 1, p. 54–61, 2016.
- 778 NEBREDA, M.; MICHELENA, J. M.; FERERES, A. **Seasonal abundance of aphid species**  
779 **on lettuce crops in Central Spain and identification of their main parasitoids**. *Zeitschrift*  
780 *für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/Journal of Plant Diseases and Protection*, p. 405–  
781 415, 2005.
- 782 PIMPÃO, C. T. **Avaliação aguda dos efeitos toxicológicos da deltametrina em uma espécie**  
783 **de peixe fluvial nativo: estudo bioquímico e imunotóxico**. Curitiba, 2006. 163 f. Tese  
784 (Doutorado em Processos Biotecnológicos) - Universidade Federal do Paraná, 2006.
- 785 PIMPÃO, C. T.; ZAMPRONIO, A. R.; SILVA DE ASSIS, H. C. **Effects of deltamethrin on**  
786 **hematological parameters and enzymatic activity in *Ancistrus multispinis* (Pisces,**  
787 **Teleostei)**. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 88, p. 122-127, 2007.
- 788 POWELL, S. J.; BALE, J. S. **Cold shock injury and ecological costs of rapid cold hardening**  
789 **in the grain aphid *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae)**. *Journal of insect physiology*,  
790 v. 50, n. 4, p. 277-284, 2004.
- 791 QU, Y. et al. **Sublethal and hormesis effects of beta-cypermethrin on the biology, life table**  
792 **parameters and reproductive potential of soybean aphid *Aphis glycines***. *Ecotoxicology*, v.  
793 26, n. 7, p. 1002-1009, 2017.
- 794 QUINTANILLA, C. F. et al. **Desenvolvimento e reprodução de *Myzus persicae* e *Aphis fabae***  
795 **(Hom., Aphididae) em espécies de plantas daninhas selecionadas ao redor de campos de**  
796 **beterraba sacarina**. *Journal of Applied Entomology*, v. 126, n. 4, pág. 198-202, 2002.
- 797 RODRIGUES, W. C. **Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos**. *Info Insetos*,  
798 v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004.
- 799 ROYER, Tom A. et al. **Field efficacy of wintertime insecticide applications against**  
800 **greenbugs, *Schizaphis graminum* (Rondani)(Hemiptera: Aphididae) on winter wheat**  
801 **(*Triticum aestivum* L.)**. *Crop Protection*, v. 30, n. 7, p. 826-832, 2011.
- 802 SAEED, N. et al. **Temperature alters the response to insecticides in *Drosophila suzukii***  
803 **(Diptera: Drosophilidae)**. *Journal of economic entomology*, v. 111, n. 3, p. 1306-1312, 2018.

- 804 SALEESHA, F. et al. **Temperature Dependent Development of *Myzus persicae* Sulzer**  
805 **(Hemiptera: Aphididae) in *Cauliflower* (*Brassica oleracea* var. *botrytis*).** Agricultural  
806 Research, p. 1-11, 2021.
- 807 SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. **Piretróides - uma visão geral.**  
808 Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2007.
- 809 SEO, B. Y. et al. **Development, reproduction, and life table parameters of the foxglove**  
810 **aphid, *Aulacorthum solani* Kaltenbach (Hemiptera: Aphididae), on soybean at constant**  
811 **temperatures.** Insects, v. 11, n. 5, p. 296, 2020.
- 812 SHAH, M. A. et al. **Thermal requirement and temperature thresholds for development of**  
813 **peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) on potato in the subtropical plains of India.**  
814 International Journal of Tropical Insect Science, p. 1-8, 2022.
- 815 SIAL, M. U. et al. **Evaluation of insecticides induced hormesis on the demographic**  
816 **parameters of *Myzus persicae* and expression changes of metabolic resistance**  
817 **detoxification genes.** Scientific Reports, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2018.
- 818 SIMON, J. C.; RISPE, C.; SUNNUCKS, P. **Ecology and evolution of sex in aphids.** Trends  
819 in Ecology & Evolution, v. 17, n. 1, p. 34–39, 2002.
- 820 SOARES, J. R. S. et al. **Spatiotemporal dynamics and natural mortality factors of *Myzus***  
821 ***persicae* (Sulzer)(Hemiptera: Aphididae) in bell pepper crops.** Neotropical Entomology, v.  
822 49, n. 3, p. 445-455, 2020.
- 823 SODERLUND, D. M. **Molecular mechanisms of pyrethroid insecticide neurotoxicity:**  
824 **recente advances.** Archives of Toxicology, v. 86, p.165-181, 2012.
- 825 SPARKS, T. C.; SHOUR, M. H.; WELLEMAYER, E. G. **Temperature-toxicity relationships**  
826 **of pyrethroids on three lepidopterans.** Journal of Economic Entomology, v. 75, n. 4, p. 643-  
827 646, 1982.
- 828 TANG, X. et al. **DGE analysis of changes in gene expression in response to temperature**  
829 **and deltamethrin stress in the silkworm (*Bombyx mori*).** Journal of Asia-Pacific  
830 Entomology, v. 19, n. 1, p. 45-50, 2016.
- 831 TANYI, C. B.; NGOSONG, C.; NTONIFOR, N. N. **Effects of climate variability on insect**  
832 **pests of cabbage: adapting alternative planting dates and cropping pattern as control**  
833 **measures.** Chemical and Biological Technologies in Agriculture, v. 5, n. 1, p. 25, 2018.
- 834 TASMAN, Kiah et al. **Neonicotinoids disrupt memory, circadian behaviour and sleep.**  
835 Scientific reports, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2021.
- 836 WANG, P. et al. **Sublethal effects of thiamethoxam on the demographic parameters of**  
837 ***Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae).** Journal of economic entomology, v. 110, n. 4, p.  
838 1750–1754, 2017a.
- 839 WANG, S. et al. **Sublethal and transgenerational effects of short-term and chronic**  
840 **exposures to the neonicotinoid nitenpyram on the cotton aphid *Aphis gossypii*.** Journal of  
841 pest science, v. 90, n. 1, p. 389–396, 2017b.

- 842 WHITEN, S. R.; PETERSON, R. K. D. **The influence of ambient temperature on the**  
843 **susceptibility of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to the pyrethroid insecticide**  
844 **permethrin.** Journal of Medical Entomology, v. 53, n. 1, p. 139-143, 2016.
- 845 ZENG, X. et al. **Sublethal effects of cyantraniliprole and imidacloprid on feeding behavior**  
846 **and life table parameters of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae).** Journal of economic  
847 entomology, v. 109, n. 4, p. 1595–1602, 2016.
- 848 ZHANG, Ping et al. **Enantiomeric separation of type I and type II pyrethroid insecticides**  
849 **with different chiral stationary phases by reversed-phase high-performance liquid**  
850 **chromatography.** Chirality, v. 30, n. 4, p. 420-431, 2018.
- 851 ZHANG, Z. et al. **Emerging role of wetland methane emissions in driving 21st century**  
852 **climate change.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 114, n. 36, p. 9647–  
853 9652, 2017.