

1
2
3 INTERAÇÕES INTRA- E INTERESPECÍFICAS E TABELA DE FERTILIDADE DE
4 *Cryptolaemus montrouzieri* MULSANT E *Tenuisvalvae notata* (MULSANT) (COLEOPTERA:
5 COCCINELLIDAE)

6 por

7 CYNARA MOURA DE OLIVEIRA

8 (Sob Orientação da Professora Christian Sherley Araújo da Silva Torres - UFRPE)

9 RESUMO

10 As joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) *Tenuisvalvae notata* (Mulsant), nativa da
11 América do Sul, e a espécie australiana *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, são predadoras de
12 cochonilhas-farinhentas, dentre elas *Ferrisia dasyliirii* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae).
13 Nesse contexto, o crescimento populacional de *C. montrouzieri* e sua disseminação no território
14 brasileiro traz preocupação quanto aos possíveis impactos negativos sobre as populações de *T.*
15 *notata*. Portanto, foram investigadas as interações de canibalismo e predação intraguilda entre
16 essas duas espécies de joaninhas na ausência de presas. Também foram estimados os parâmetros de
17 tabela de vida de fertilidade dessas joaninhas predando *F. dasyliirii* nas temperaturas de 25 e 28 °C
18 e o número de gerações para diversas regiões do Brasil. A espécie introduzida atuou como
19 predador intraguilda em mais de 80% das vezes sobre larvas da nativa do mesmo instar ou não. Os
20 adultos de *C. montrouzieri* se alimentaram mais de larvas e ovos de *T. notata* que o contrário.
21 *Cryptolaemus montrouzieri* apresentou maior canibalismo do que *T. notata*. Para ambas as
22 espécies, o período de desenvolvimento foi reduzido com o aumento da temperatura, mas a
23 longevidade das fêmeas e sua fecundidade não foram afetadas. Os parâmetros de tabela de vida
24 (R_0 , T e r_m) foram superiores a 28°C. A r_m variou de 0,052 a 0,063 para *T. notata* e de 0,048 a

25 0,051 *C. montrouzieri* criadas a 25 e 28 °C, respectivamente. Foi estimado que *T. notata* e *C.*
26 *montrouzieri* podem completar até 9 e 12 gerações anuais, respectivamente, com destaque para
27 Surubim-PE e Bom Jardim-PE, localidades com temperaturas mais elevadas, o que confirma a
28 influência da temperatura na biologia das espécies de joaninhas estudadas e, potencialmente, no
29 controle biológico de cochonilhas-farinhentas.

30
31 PALAVRAS-CHAVE: Predação intraguilda, canibalismo, tabela de vida de fertilidade,
32 controle biológico, *Ferrisia dasyliirii*

33

34

35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58

INTRA- AND INTERSPECIFIC INTERACTIONS, AND FERTILITY LIFE TABLE OF
Cryptolaemus montrouzieri MULSANT AND *Tenuisvalvae notata* (MULSANT)
(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

by

CYNARA MOURA DE OLIVEIRA

(Under the Direction of Professor Christian Sherley Araújo da Silva Torres - UFRPE)

ABSTRACT

The ladybeetle (Coleoptera: Coccinellidae) *Tenuisvalvae notata* (Mulsant), native to South America, and the Australian species *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, are predators of mealybugs, among them *Ferrisia dasyliirii* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae). In this context, the population growth of *C. montrouzieri* and its spread in the Brazilian territory raises questions regarding the possible impacts on the populations of the native *T. notata*. Thus, the interactions of cannibalism and intraguild predation were investigated between these two species in the absence of prey. Furthermore, we estimated the fertility life table parameters of these ladybugs preying on *Ferrisia dasyliirii* (Hemiptera: Pseudococcidae) at temperatures of 25 and 28 °C, and the number of generations in different regions in Brazil. The introduced species acted as the intraguild predator more than 80% of the time on larvae of the native species of same instar or not. Adults of *C. montrouzieri* preyed more on larvae and eggs of *T. notata* more than the contrary. *Cryptolaemus montrouzieri* had higher cannibalism than *T. notata*. For both species, development times were reduced with an increase in temperature, but female's longevity and fecundity were not affected. Life table parameters (R_0 , T_e r_m) were higher at 28 °C. The r_m varied from 0.052 to 0.063 for *T. notata*, and from 0.048 to 0.051 for *C. montrouzieri* reared at 25 and 28 °C, respectively. It was

59 estimated that *T. notata* and *C. montrouzieri* can complete 9 and 12 generations annually,
60 respectively, with emphasis to Surubim-PE and Bom Jardim-PE, localities with higher
61 temperatures, confirming the influence of temperature on the biology of the studied ladybeetle
62 species, and potentially the biological control of mealybugs.

63
64 KEY WORDS: Intraguild predation, cannibalism, fertility life table, biological control,
65 *Ferrisia dasyliirii*

66
67

68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91

INTERAÇÕES INTRA- E INTERESPECÍFICAS E TABELA DE FERTILIDADE DE
Cryptolaemus montrouzieri MULSANT E *Tenuisvalvae notata* (MULSANT) (COLEOPTERA:
COCCINELLIDAE)

Por

CYNARA MOURA DE OLIVEIRA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade
Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em
Entomologia Agrícola.

RECIFE – PE

Dezembro – 2020

92	
93	
94	INTERAÇÕES INTRA- E INTERESPECÍFICAS E TABELA DE FERTILIDADE DE
95	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> MULSANT E <i>Tenuisvalvae notata</i> (MULSANT) (COLEOPTERA:
96	COCCINELLIDAE)
97	
98	Por
99	
100	CYNARA MOURA DE OLIVEIRA
101	
102	
103	
104	
105	
106	Comitê de Orientação:
107	Christian Sherley Araújo da Silva Torres - UFRPE
108	Jorge Braz Torres - UFRPE
109	

110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140

INTERAÇÕES INTRA- E INTERESPECÍFICAS E TABELA DE FERTILIDADE DE
Cryptolaemus montrouzieri MULSANT E *Tenuisvalvae notata* (MULSANT) (COLEOPTERA:
COCCINELLIDAE)

por

CYNARA MOURA DE OLIVEIRA

Banca Examinadora:

Christian Sherley Araújo da Silva Torres – UFRPE
Luziani Rezende Bestete – IGA
Madelaine Venzon – UFV
Maurício Silva de Lima – UFAL
Vitor Cezar Pacheco da Silva – UDELAR

Cynara Moura de Oliveira
Doutor em Entomologia

Christian Sherley Araújo da Silva Torres - UFRPE
Orientador

141

142

143 *DEDICO*

144 *À minha família que sempre esteve ao meu lado, apoiando e incentivando minhas*
145 *decisões; “in memoriam” ao meu amado pai José Natal, o qual almejava um doutor na família,*
146 *mas, partiu meses antes de acontecer.*

147

148

149

150

AGRADECIMENTOS

151 A Deus, pela proteção, força e coragem nos momentos difíceis e por permitir mais uma
152 conquista em minha vida.

153 À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em
154 Entomologia, pela oportunidade dada à minha formação profissional.

155 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela
156 concessão de bolsa de estudo.

157 Aos meus orientadores professores Christian S.A. Silva-Torres e professor Jorge Braz
158 Torres pela orientação, confiança, e pelos exemplos de dedicação e profissionalismo.

159 A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia (PPGE) da
160 UFRPE, pela contribuição na realização de mais uma etapa profissional.

161 Aos funcionários do PPGE pela dedicação nos serviços prestados.

162 Aos amigos que fazem e fizeram parte do laboratório de Comportamento de Insetos,
163 Larissa Ferreira, Jennifer Oberger, Natanel Batista, Amanda Túler, Daniel Passos, Vitor Pacheco,
164 Enggel Carmo, Nataly De la Pava, Rafael, Elizabete, Géssica e Rhian Moraes pelos ensinamentos,
165 momentos de descontração, desabafos, ajuda e companhia durante o curso.

166 Aos amigos que o PPGE me proporcionou: Jasmine, Hilton, Antônio, Andrezo, Carolina,
167 Francieli, Elaine, Mauricéa, Glaucilane, Érica, Tamara, Priscila, Kamila, Vaneska, Jefferson,
168 Milena, Valeska, Rogério, Dayana, Alessandra.

169 Agradeço em especial, aos meus pais José Natal de Oliveira (*in memoriam*) e Cícera
170 Romana de Moura Oliveira, e meus irmãos Cybelle, Cinthya e Willyms, pelo carinho, amor
171 incondicional e companheirismo.

172 Aos meus amados sobrinhos Braian, Eliza, João, Nicole, Raian, Thales, e Victória pelos
173 momentos de alegrias e descontração.

174 A Breno Lima, pelo afeto, carinho, paciência, companheirismo e amizade.

175 A minha filha do coração, Liz Maria, pelo carinho, momentos de alegrias e por me fazer
176 sentir a presença do amor entre mãe e filha. E a minha sogra Fátima.

177 Aos cunhados, Emília, Jamerson e Raimundo pela amizade e momentos de descontração.

178 Às minhas amigas Larissa, jennifer, Solange, Iana, Mauricéa, Pollianna e Janete pelos
179 conselhos e momentos de descontração.

180 Aos amigos e companheiros desde a época da graduação, Renata, Helma, Rosa, Yokaanan,
181 Wellington, Marcos, Cláudio, Érico, Igor e Eduardo que de alguma forma contribuíram para o
182 meu crescimento profissional.

183 A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

184

185

186
187
188 SUMÁRIO

	Página
189	
190	AGRADECIMENTOSix
191	CAPÍTULOS
192	1 INTRODUÇÃO 1
193	Cochonilhas-farinentas e seu controle.....1
194	Joaninhas predadoras.....4
195	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>5
196	<i>Tenuisvalvae notata</i>7
197	Interações desarmônica - predação intraguilda e canibalismo..... 7
198	Potencial de controle e regulação populacional de pragas 11
199	LITERATURA CITADA.....12
200	2 CANIBALISMO E PREDACÃO INTRAGUILDA ENTRE DUAS JOANINHAS
201	COCCIDÓFAGAS.....22
202	ABSTRACT23
203	INTRODUÇÃO24
204	MATERIAL E MÉTODOS26
205	RESULTADOS.....30
206	DISCUSSÃO.....32
207	AGRADECIMENTOS.....38
208	LITERATURA CITADA.....38

209	3	CRESCIMENTO POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE JOANINHAS	
210		(COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS..	56
211		RESUMO	57
212		ABSTRACT	58
213		INTRODUÇÃO	59
214		MATERIAL E MÉTODOS	61
215		RESULTADOS.....	65
216		DISCUSSÃO.....	68
217		AGRADECIMENTOS.....	74
218		LITERATURA CITADA.....	74
219	4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
220			
221			

222

223

224

CAPÍTULO 1

225

INTRODUÇÃO

226 **Cochonilhas-farinhentas e seu controle**

227 As cochonilhas constituem um importante grupo de pragas estritamente fitófagas e de grande
228 importância econômica dada à natureza da injúria provocada, que conseqüentemente causa perdas
229 significativas de produção, acarretando aumento nos custos de produção para sua prevenção ou
230 controle (Santa-Cecília *et al.* 2002, Culik & Gullan 2005). Dentre as cochonilhas de importância
231 agrícola, temos as cochonilhas-farinhentas que estão classificadas na ordem Hemiptera, subordem
232 Sternorrhyncha, superfamília Coccoidea, e família Pseudococcidae (Grazia *et al.* 2012). Os insetos
233 desta família são pequenos, possuem corpo pouco quitinizado, formato oval a arredondado,
234 coloração rosada ou acinzentada, cujos adultos possuem tamanho variando de 2 a 5 mm de
235 comprimento (Kondo *et al.* 2008, Pacheco da Silva *et al.* 2016). Seu nome comum deriva da
236 secreção de cera branca, pulverulenta que recobre o corpo de ninfas e fêmeas adultas, da maioria
237 das espécies, que lhes confere o aspecto de terem sido envolvidas em farinha (Downie & Gullan
238 2004, Souza *et al.* 2008, Grazia *et al.* 2012).

239 As fêmeas de Pseudococcidae passam pelas seguintes fases de desenvolvimento: ovo, três
240 estágios imaturos (ninfas) e adulto (neotênico); enquanto os machos apresentam as fases de: ovo,
241 dois estágios ninfais, duas fases tipo pupa (pré-pupa e pupa), que se desenvolvem dentro de um
242 casulo produzido pela ninfa de segundo instar, e adulto alado (Franco *et al.* 2009, Pacheco da Silva
243 *et al.* 2016). São insetos que podem se reproduzir de forma sexuada ou partenogeneticamente (Nur
244 1971, Waterworth *et al.* 2012), onde a maioria é ovípara, porém, podem ocorrer espécies
245 ovovivíparas e suas posturas podem variar de 50 a mais de 800 ovos (Daane *et al.* 2018).

246 Os ovos são depositados em um ovissaco, composto de filamentos cerosos que serve de
247 proteção para ovos e ninfas recém eclodidas (Gravena 2005, Santa-Cecília *et al.* 2007, Grazia *et al.*
248 2012, Pacheco da Silva *et al.* 2016). Nos primeiros dias de cada instar as ninfas apresentam
249 coloração amarelada a rosada e apresentam poucas secreções cerosas na superfície do corpo. No
250 primeiro instar as ninfas são móveis e por isso contribuem para dispersão da espécie, já no segundo
251 e terceiro instares correspondem aos instares de alimentação, normalmente permanecem imóveis,
252 alimentando-se em locais protegidos nas plantas; são atraídas pela luz e tendem a procurar por
253 tecidos favoráveis à alimentação e proteção, como nos tecidos jovens da planta e estruturas
254 reprodutivas (Oliveira *et al.* 2014, Pacheco da Silva *et al.* 2016).

255 Os machos adultos, cujo aparelho bucal é atrofiado, têm vida curta e exercem a função de
256 apenas fecundar as fêmeas (Franco *et al.* 2009, Pacheco da Silva *et al.* 2016). As fêmeas são
257 ápteras e sedentárias, assemelhando-se às formas imaturas.

258 Pseudococcidae compreende mais de 2032 em todo o mundo sendo todas fitófagas (Garcia
259 Moralis *et al.* 2016), e entre elas se encontra a *Ferrisia dasylyrii* (Cockerell) (Hemiptera:
260 Pseudococcidae) (Kaydan & Gullan 2012). Esta espécie foi encontrada no Semiárido de
261 Pernambuco (Torres *et al.* 2011, Silva-Torres *et al.* 2013), onde as condições ambientais de alta
262 temperatura, baixa precipitação, longa estação de seca, e grande número de plantas hospedeiras
263 alternativas têm favorecido a sua ocorrência e estabelecimento. Possui semelhança morfológica
264 com *Ferrisia virgata* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae), por serem espécies muito
265 próximas e difíceis de identificar (Kaydan & Gullan 2012). Sua ocorrência no Brasil tem sido
266 citada em culturas de importância econômica como o algodão, coqueiro, abacaxi, melão, cacau,
267 tomate, citrus, banana, goiaba, uva, gengibre, entre outras (Kaydan & Gullan 2012) como também
268 encontrada recentemente em cafeeiro no estado de Rondônia (Rondelli *et al.* 2018) e em graviola
269 no Estado de Pernambuco (Pacheco da Silva *et al.* 2019). Similar às injúrias causadas por outras

270 espécies de Pseudococcidae, *F. dasyliirii* ocasiona o amarelecimento, definhamento, queda
271 prematura de folhas, botões florais e frutos das mesmas, o que pode resultar em redução na
272 produção ou mesmo morte das plantas (Culik & Gullan 2005, Santa-Cecília *et al.* 2007). Além
273 disso, o excesso de seiva ingerida é excretado na forma de honeydew sobre a planta, comumente
274 favorecendo o desenvolvimento de fungos oportunistas (fumagina) que, em última instância,
275 interferem nos processos de fotossíntese e respiração (Gravena 2003, Culik & Gullan 2005).

276 O controle das cochonilhas-farinhas é feito com o uso de óleos minerais (Machado *et al.*
277 2020) e predominantemente com inseticidas de amplo espectro (Nagrare *et al.* 2011). Contudo, a
278 eficiência deste método é reduzida devido ao fato das cochonilhas viverem preferencialmente em
279 locais protegidos na planta e a presença de cera pelo corpo, reduzindo assim a sua exposição ao
280 produto (Franco *et al.* 2009, Pacheco da Silva *et al.* 2016). Assim, o produtor tende a utilizar mais
281 produto do que o recomendado, na tentativa de aumentar sua eficiência, encarecendo o manejo da
282 praga (Pantoja *et al.* 2002). O controle químico é mais adequado no início das infestações,
283 visando atingir principalmente os primeiros instares, quando não apresentam secreção cerosa
284 protetora (Santa-Cecília & Souza 2005). Além do mais, o uso exagerado de inseticidas pode
285 selecionar populações de cochonilhas resistentes como também prejudicar a presença de inimigos
286 naturais e o meio ambiente. Assim, métodos alternativos de controle são necessários para o
287 manejo adequado desta praga. Entre eles temos o controle biológico com predadores e
288 parasitoides (Santa-Cecília & Souza 2005). Este método não causa danos ao homem e tem
289 nenhum ou baixo impacto no meio ambiente se devidamente aplicado. Diversos inimigos naturais
290 contribuem para o controle de cochonilhas-farinhas com destaque para os parasitoides (Attia
291 2006) e insetos predadores como crisopídeos (Bezerra & Santa-Cecília 2006, Alizadeh *et al.*
292 2013, Tapajós *et al.* 2016) e joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae), como *Cryptolaemus*

293 *montrouzieri* Mulsant (Santa-Cecília & Souza 2005, Attia & El-Arnaouty 2007, Mani &
294 Krishnamoorthy 2008) e *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) (Dreyer *et al.* 1997).

295

296 **Joaninhas Predadoras**

297 Joanhinha é o nome comum dado para espécimes de Coccinellidae (Coleoptera), o qual é um
298 grupo diverso distribuído mundialmente e representado por mais de 6.000 espécies distribuídas em
299 360 gêneros (Vandenberg 2002). Dessas, aproximadamente 2.000 espécies estão na região
300 Neotropical (Almeida & Ribeiro-Costa 2009). A maioria das espécies de joaninhas é predadora,
301 embora existam espécies fitófagas e micófagas (Majerus 1994, Giorgi *et al.* 2009).

302 As joaninhas entomófagas são notadamente predadoras de pulgões, moscas-brancas,
303 psilídeos, tripes, cochonilhas, ovos de lepidópteros, lagartas neonatas e ovos de coleópteros, sendo
304 por isso desejadas para uso no controle biológico dessas pragas (Gordon 1985, Majerus & Kearns
305 1989, Hodek *et al.* 2012). Tanto as larvas, quanto os adultos possuem uma grande voracidade e
306 atividade de busca por presas, das quais ocupam todos os seus ambientes (Hodek 1973, Hodek *et*
307 *al.* 2012). Além disso, possuem elevado potencial biótico, apresentam hábito alimentar de
308 especialista a generalista.

309 O primeiro caso de sucesso de controle biológico clássico se deu na Califórnia, onde a
310 joanhinha *Novius cardinalis* (Mulsant) foi introduzida a partir da Austrália para controlar *Icerya*
311 *purchasi* (Maskell) (Hemiptera: Monophlebidae) em pomares de citrus (Parra *et al.* 2002,
312 Guerreiro 2004). Este caso foi concluído, de maneira efetiva, dois anos após a liberação da *N.*
313 *cardinalis*, sendo considerado até hoje um marco na história do controle biológico clássico no
314 mundo (Van den Bosch *et al.* 1982, Caltagirone & Douth 1989, Parra *et al.* 2002). A partir deste
315 resultado, outras espécies de joaninhas exóticas têm sido subsequentemente aclimatadas, num
316 esforço de controlar insetos-praga introduzidos em novas áreas (Obrycki *et al.* 1998, Ipert 1999).

317 No Brasil, por exemplo, cita-se o caso da joaninha *C. montrouzieri*, que foi importada do Chile
318 para o controle de *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) (Gravena 2003, Kairo *et*
319 *al.* 2013); e a joaninha multicolorida da Ásia *Harmonia axyridis* (Pallas), introduzida
320 acidentalmente a partir de populações da Argentina (Almeida & Silva 2002).

321

322 ***Cryptolaemus montrouzieri***

323 A joaninha *C. montrouzieri* é nativa da Austrália, sendo citada como importante predadora da
324 cochonilha-branca dos citros, *P. citri* (Gravena 2003, Kairo *et al.* 2013). Sendo também eficaz no
325 controle de *F. virgata* em plantas ornamentais no Egito (Attia & El-Arnaouty 2007) e
326 *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) na Índia (Mani & Krishnamoorthy
327 2008). Atualmente, *C. montrouzieri* apresenta uma distribuição mundial, tendo sido introduzida em
328 pelo menos 64 países na América do Sul, Caribe, África, Ásia, Oceania, Europa, entre outros
329 (Kosztarab 1996, Aleman *et al.* 2001, Mani & Krishnamoorthy 2012). Há poucas informações
330 disponíveis sobre a distribuição natural de *C. montrouzieri* nas áreas de introdução, mas é provável
331 que seja alta, porém ainda não relatada.

332 Esse coccinelídeo foi primeiramente descrito por Mulsant (Mulsant 1850) e o gênero foi
333 posteriormente revisado por Cockerell (Cockerell 1929) e Korschefsky (Korschefsky 1931). Outra
334 revisão reconhece duas subespécies, sendo *C. montrouzieri*, e *C. montrouzieri simplex* Blackburn
335 (Booth & Pope 1986). *C. montrouzieri* pode ser separada das outras espécies conhecidas do gênero
336 por sua coloração; é a única espécie com tíbias escuras, o macho apresenta o primeiro par de pernas
337 de coloração amarelo a avermelhada enquanto a fêmea apresenta os três pares de pernas de cor
338 negra (Pang & Gordon 1986). Em condições controladas de laboratório, com variações de 25 a 29
339 °C e 58-64% de umidade relativa, o desenvolvimento de ovo a adulto é concluído em 27-30 dias
340 (Kairo *et al.* 2013). O período de pré-oviposição varia de 10 a 16 dias. A longevidade dos adultos é

341 cerca de 50 a 110 dias, com fecundidade média de 211 ovos por fêmea (Satyanarayana & Narayana
342 1986, Babu & Azam 1987, Torres & Marcano 2007, Mali & Jeevan 2008, Rosas-Garcia *et al.*
343 2009, Kairo *et al.* 2013).

344 No Brasil, *C. montrouzieri* foi introduzida pelo Laboratório de Entomologia da Embrapa
345 Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas – Bahia, como alternativa para o controle biológico de
346 cochonilhas, em particular *P. citri*, em cultivos de importância econômica como o citrus e,
347 posteriormente, como forma estratégica e proativa de controle biológico clássico da cochonilha
348 rosada *M. hirsutus*, caso esta praga fosse introduzida (Sanches & Carvalho 2010), o que acabou de
349 acontecer (Marsaro Júnior *et al.* 2013). Predando ninfas e cochonilhas adultas, a joaninha *C.*
350 *montrouzieri* se mostra altamente eficiente no controle destas pragas, assim contribuindo para o
351 manejo integrado de cochonilhas em vários cultivos (Wu *et al.* 2014). Até completar o
352 desenvolvimento, estima-se que uma larva de *C. montrouzieri* consuma 3000 ovos, 300 ninfas ou
353 até 30 cochonilhas adultas (Mani *et al.* 2008). Os adultos utilizam estímulo visual e olfativo na
354 busca por alimento, enquanto que as larvas procuram as presas ao acaso e as distinguem pelo
355 contato físico (Heidari & Copland 1992). Estudos realizados por Copland *et al.* (1985) mostraram
356 que uma larva durante seu desenvolvimento, a 21 °C, pode consumir mais de 250 ninfas de
357 segundo e terceiro instares de *Planococcus* sp. (Hemiptera, Pseudococcidae), demonstrando maior
358 eficiência de predação em alta população da presa. Al Khateeb & Raie (2002) observaram que
359 machos e fêmeas de *C. montrouzieri* podem consumir uma média de 37,5 e 33 ninfas de terceiro
360 instar de *P. citri* por dia, respectivamente. De Bortoli *et al.* (2014) verificaram que o tipo de
361 alimento e a densidade de presa disponível pode interferir na predação, e o maior número de presas
362 consumidas por *C. montrouzieri* ocorreu quando a cochonilha *P. citri* foi criada em batata, seguido
363 de citros e abóbora, como também quando a densidade da presa passou de 16 para 24 adultos de *P.*
364 *citri*.

365

366 ***Tenuisvalvae notata***

367 A joaninha *T. notata* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) é nativa da América do Sul
368 (Dreyer *et al.* 1997), foi introduzida na África na década de 1980 para, junto ao parasitoide
369 *Apoanagyrus lopezi* (DeSantis), controlar a cochonilha da mandioca, *Phenacoccus manihoti*
370 Matile-Ferrero (Herren & Neuenschwabder 1991, Chakupurakal *et al.* 1994, Barbosa, 2012). Nos
371 planaltos colombianos *T. notata* preda preferencialmente *Phenacoccus herreni* Cox & Williams,
372 enquanto que no sul do Brasil e Paraguai ela tem como presa preferencial *P. manihoti* (Loehr *et al.*
373 1990, Sullivan *et al.* 1991). Essa joaninha foi encontrada no Semiárido de Pernambuco sobre
374 plantas de algodão infestadas com as cochonilhas *F. dasyliirii* e *Phenacoccus solenopsis* Tinsley
375 (Hemiptera: Pseudococcidae) (Barbosa *et al.* 2014).

376 Os adultos de *T. notata* exibem coloração marfim ao amarelo com manchas circulares
377 marrom escuro ao preto, onde pode surgir uma pequena mancha laranja ou vermelho em cada élitro
378 de alguns indivíduos (Túler 2017). As fêmeas são maiores que os machos, com duas manchas
379 pretas em forma de triângulo entre os olhos. O período embrionário dura cerca de 5,8 dias,
380 enquanto o período de larva a adulto dura aproximadamente 30 dias, em condições de 25 °C tendo
381 *F. dasyliirii* como presa (Barbosa *et al.* 2014).

382 Estima-se que uma fêmea adulta dessa joaninha consuma aproximadamente 158 ninfas
383 neonatas, ou 3,6 ninfas de terceiro instar ou ainda 2,2 fêmeas de *F. dasyliirii* por dia (Barbosa *et al.*
384 2014), mostrando-se como potencial agente de controle biológico desta cochonilha. Assim, uma
385 vez estabelecidas, em campo, e com disponibilidade de presa, esta joaninha poderá contribuir para
386 a manutenção de populações de cochonilhas-farinhentas abaixo do nível de dano econômico.

387

388 **Interações desarmônica - predação intraguilddia e canibalismo**

389 Em programas de controle biológico, predadores e parasitoides podem ser utilizados visando
390 controlar um complexo de pragas presente no agroecossistema (De Clercq *et al.* 2003). Entretanto,
391 o entendimento das relações existentes entre as espécies e suas teias alimentares deve ser usado
392 para o aprimoramento de programas de manejo integrado de pragas buscando minimizar eventuais
393 riscos (Knaak *et al.* 2009, Silva *et al.* 2012). Assim, o estudo da competição interespecífica
394 realizado por meio de parâmetros biológicos é essencial para avaliar o potencial de crescimento da
395 população de uma espécie. Essa informação também é importante na avaliação do potencial que
396 um inimigo natural exótico tem ao competir com aqueles já estabelecidos (Lanzoni *et al.* 2004).

397 Dentre as possíveis interações desarmônicas entre espécies de joaninhas predadoras, destaca-
398 se a predação intraguilda que é definida como uma combinação de competição e predação, em que
399 duas espécies diferentes competem por um mesmo recurso, e uma delas ou ambas predam seu
400 competidor (Polis *et al.* 1989, Wang *et al.* 2018). A interação predador-predador pode reduzir a
401 eficácia do controle biológico (Dixon 2000), podendo diminuir a taxa de predação do inseto-praga,
402 impedindo o sucesso do programa quando, por exemplo, um predador pouco eficiente alimenta-se
403 de um inimigo natural mais efetivo. O lado benéfico seria aumentar o número de presas
404 consumidas por um dos competidores. No entanto, essas relações variam entre espécies e estágios
405 de vida do inseto (Law & Rosenheim 2011, Takizawa & Snyder 2011), e podem ter efeito negativo
406 na regulação populacional da praga alvo. De acordo com o modelo de regulação populacional
407 proposto por Oksanen *et al.* (1981), a regulação populacional da praga sofre um efeito cascata, e a
408 introdução de mais um nível trófico, ou seja um predador intraguilda ou um hiperparasitoide, seria
409 negativo para o controle biológico da praga, pois o predador intraguilda iria reduzir a população da
410 outra espécie de predador (presa intraguilda) e a população da praga escaparia do controle.

411 Dentre os insetos generalistas que apresentam potencial para predação intraguilda em
412 agroecossistemas, a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) se sobressai sobre o

413 *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) por apresentar maior sobrevivência
414 mesmo quando em adensamento (Souza *et al.* 2008). Em outro exemplo, temos que quando em alta
415 população, os percevejos do gênero *Orius*, passam a ser capturados mais facilmente por percevejos
416 *Geocoris*, tornando-se uma presa intraguilha (Torres *et al.* 2009). A joaninha *H. axyridis* exerce
417 predação intraguilha sobre *C. sanguinea*, por completar seu desenvolvimento apenas com esta
418 fonte de alimento e pelo seu aumento significativo (Michaud 2002). Dinesh & Venkatesha (2014)
419 verificaram que *C. montrouzieri* se torna uma ameaça as larvas de *Spalgis epius* (Westwood)
420 (Lepidoptera: Lycaenidae), que são dois potenciais predadores de diferentes espécies de
421 cochonilhas, sob a ausência total da presa *P. citri*.

422 Khan & Yoldas (2018) demonstraram que *Coccinella septempunctata* L. é um poderoso
423 predador intraguilha de *Hippodamia variegata* (Goeze) na escassez de presas extraguildas.

424 Para a introdução e o estabelecimento de coccinelídeos predadores, a predação intraguilha é
425 um dos fatores avaliados em programas de controle biológico clássico (Mallampalli *et al.* 2002,
426 Kajita *et al.* 2006). Pois, de acordo com Lucas *et al.* (1998), a especificidade, tamanho, mobilidade
427 e agressividade do inseto predador e a presença de presa influenciam a ocorrência de predação
428 intraguilha.

429 Já o canibalismo é o ato de predar ou se alimentar de indivíduos da própria espécie e,
430 também, pode exercer um papel importante na manutenção da estabilidade e estrutura etária
431 populacional (Polis 1980, 1981, Duelli 1981, Leonardsson 1991) e é comum em populações de
432 artrópodes (Rocca *et al.* 2017). A intensidade geralmente aumenta quando a qualidade e/ou
433 quantidade de alimento alternativo diminui (Polis 1981). O resultado pode ocorrer com o
434 prolongamento da vida do predador (Rickers & Scheu 2005), diminuição do tempo de
435 desenvolvimento e gerar adultos maiores (Michaud & Grant 2005). Como também pode ser
436 importante quando presas de alta qualidade nutricional não estão disponíveis, pois co-específicos

437 podem atuar como bioacumuladores, concentrando recursos nutricionais, ou como filtros
438 biológicos, eliminando compostos tóxicos (Snyder *et al.* 2000).

439 As fases mais vulneráveis ao canibalismo são as de ovo, pré-pupa, pupa ou indivíduos recém-
440 emergidos (Almeida & Ribeiro-Costa 2009). Já entre os insetos adultos é particularmente raro
441 (Felix & Soares 2004, Santi & Maini, 2007). De acordo com Pervez *et al.* (2006), o canibalismo
442 larval em Coccinellidae representa uma estratégia de sobrevivência das larvas sob condições de
443 escassez de presas ou de alimento com baixo valor nutritivo. Permitindo com isso a sobrevivência
444 dos mais aptos e que estes completem seu desenvolvimento.

445 Estudos do comportamento de canibalismo em *H. axyridis* sugerem que as fêmeas tendem a
446 fazer sua postura distante da colônia de afideos, para garantir que não ocorra canibalismo por
447 indivíduos de outro grupo de larvas (Almeida & Ribeiro-Costa 2009). Michaud (2003) observou os
448 diferentes componentes do canibalismo em três espécies de joaninhas *H. axyridis*, *Cycloneda*
449 *sanguinea* (Linnaeus) e *Olla v-nigrum* (Mulsant), e observou que as larvas das joaninhas estudadas
450 completaram o desenvolvimento alimentando-se de ovos e larvas da própria espécie.

451 O conhecimento sobre a preferência alimentar é importante para determinar o
452 comportamento do predador frente a diversas pragas e saber se será eficiente no controle do alvo
453 desejado (Enkegaard *et al.* 2001, Xu & Enkegaard 2009). Como também compreender o
454 comportamento alimentar dos inimigos naturais, sobretudo a predação intraguilda e o canibalismo.
455 Ambos associados às reações dos insetos a diferentes condições ambientais, o que necessita de
456 análises para o conhecimento da relação entre as suas ações comportamentais, o equilíbrio e a
457 dinâmica populacional de cada espécie (Battel 2016).

458 Em razão da ocorrência conjunta espacial e temporal e do hábito polífago de algumas
459 espécies exóticas e nativas de joaninhas, existe um potencial para a predação intraguilda entre essas
460 espécies (Dixon 2000).

461 **Potencial de controle e regulação populacional de pragas**

462 Várias pesquisas com insetos predadores buscam verificar o potencial de utilização desses
463 inimigos naturais no controle de insetos-praga. A escolha de predadores para avaliações do
464 potencial das espécies para o manejo de pragas é usualmente ancorada no fato de que espécies de
465 predadores generalistas que apresentam alimentação extra oral são capazes de explorar vários
466 recursos, o que favorece a ocupação de diferentes habitats (Cohen 1995).

467 Predação é uma interação em que os indivíduos de uma população (predadores) capturam
468 outros indivíduos de outra população (presas) para se alimentar, necessitando de diversos
469 indivíduos da espécie (presa) para seu desenvolvimento completo ou sua manutenção, causando
470 morte das presas (Gallo *et al.* 2002). Conforme Ridgway & Murphy (1984), a eficiência de um
471 predador é regida pela densidade do predador e da presa, distribuição da presa e sua área de ação e
472 a preferência pelas espécies de presas disponíveis.

473 A abundância de presas poderá determinar diferentes tipos de resposta em uma população de
474 predadores, onde todo indivíduo necessita de certa quantidade de alimento para crescer e se
475 reproduzir. Se a densidade de presas for alta, haverá um maior consumo do predador com um
476 mínimo esforço e tempo. Caso contrário, o predador terá que forragear persistentemente, gastando
477 mais tempo e energia para encontrar a presa (Begon *et al.* 1990). Além da taxa de predação,
478 expressa através das respostas funcional e numérica dos predadores sobre determinadas espécies de
479 presas, as tabelas de vida de fertilidade visam estudar o desenvolvimento e padrões de fertilidade e
480 sobrevivência de insetos, constituindo componentes essenciais em estudos biológicos desses
481 artrópodes (Abdel-Salam & Abdel-Baky 2001, Cividanes & Souza 2003). Estudos de tabela de
482 vida de inimigos naturais fornecem informações úteis para o entendimento do seu potencial para o
483 controle de pragas e, também, podem auxiliar na melhoria do processo de criação massal (Hassell
484 1978, Carey 2001, Ahi *et al.* 2015). Assim, por meio de tabelas de vida de fertilidade pode-se

485 estimar o crescimento de populações de insetos predadores e seu potencial em controlar a praga
486 alvo (Rodrigues *et al.* 2003). Para *C. montrouzieri* já existem vários estudos relatando esses índices
487 de tabela de vida sobre algumas espécies de cochonilhas, como por exemplo *M. hirsutus*, *P. citri* e
488 *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Persad & Khan 2002, Ahi *et al.* 2015). Entretanto, esses
489 parâmetros não foram identificados para *C. montrouzieri* e *T. notata* predando a cochonilha *F.*
490 *dasyliirii* em diferentes temperaturas.

491 Portanto, este estudo teve como objetivo investigar as interações de canibalismo e predação
492 intraguilada entre *T. notata* e *C. montrouzieri* na ausência de presas. Também foram estimados os
493 parâmetros de tabela de vida de fertilidade dessas joaninhas predando *F. dasyliirii* nas temperaturas
494 de 25 e 28 °C e o número de gerações para diferentes localidades do Brasil.

495

496

Literatura Citada

497 **Abdel-Salam, A.H. & N.F. Abdel-Baky. 2001.** Life table and biological studies of *Harmonia*
498 *axyridis* (Pallas) (Col., *Coccinellidae*) reared on the grain moth eggs of *Sitotroga*
499 *cerealella* (Olivier) (Lep., *Gelechiidae*). J. Appl. Entomol. 125: 455-462.

500

501 **Ahi, G.A.A., A. Afshari, V. Baniamერი, H. Dadpour, M. Yazdanián & A. Golizadeh. 2015.**
502 Laboratory survey on biological and demographic parameters of *Cryptolaemus*
503 *montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: *Coccinellidae*) fed on two mealybug species. J. Crop
504 Prot. 4: 267-276.

505

506 **Al Khateeb, N. & A.A. Raie. 2002.** Study of some biological parameters of the predator
507 *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) introduced to *Planococcus citri* (Risso) in Syria, and
508 estimate of it's predation rate in the laboratory. Arab J. Pl. Prot. 19: 131-135.

509

510 **Aleman J., M.A. Martinez, O. Milian & E. Masso. 2001.** Recent introduction of *Cryptolaemus*
511 *montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: *Coccinellidae*) in Cuba. Rev. Prot. Veg. 16:159.

512

513 **Alizadeh, M.S., M.S. Mossadegh & M. Esfandiari. 2013.** Natural enemies of *Maconellicoccus*
514 *hirsutus* (Green) (Hemiptera: *Pseudococcidae*) and their population fluctuations in Ahvaz,
515 southwest of Iran. J. Crop Prot. 2: 13-21.

516

517 **Almeida, L.M. & V.B. Silva. 2002.** Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera,
518 *Coccinellidae*): um coccinelídeo originário da região Paleártica. Rev. Bras. Zool. 19: 941-
519 944.

- 520
521 **Almeida, L.M. & C.S. Ribeiro-Costa. 2009.** Coleópteros predadores (Coccinellidae), p. 931-
522 968. In A.R. Panizzi, & J.R.P. Parra (eds.), Bioecologia e nutrição de insetos: base para o
523 manejo integrado de pragas. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 1164p.
524
- 525 **Attia, R.A. 2006.** Biological control of the striped mealybug, *Ferrisia virgata* (Ckll.) (Homptera:
526 Pseudococcidae) on the mulberry tree, *Morus alba* using the coccinellid predator, *Scymnus*
527 *syriacus* Mars. Egypt J. Biol. Pest Control 16:45-50.
528
- 529 **Attia, R.A. & S.A. El-Arnaouty. 2007.** Use of the coccinellid predator, *Cryptolaemus*
530 *montrouzieri* Mulsant against the striped mealybug, *Ferrisia virgata* (Ckll.) on the
531 Ornamental Plant, *Agalypha macrophylla* in Egypt. Egypt J. Biol. Pest Control 17: 71-76.
532
- 533 **Babu, T.R. & K.M. Azam. 1987.** Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant,
534 (*Coccinellidae*: Coleoptera) in relation with temperature. Entomophaga 32: 381-6.
535
- 536 **Barbosa, P.R.R. 2012.** Desempenho de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) (Coleoptera:
537 Coccinellidae) em diferentes presas e sua predação sobre *Ferrisia virgata* Cockerell
538 (Hemiptera: Pseudococcidae). Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, PE, 69p.
539
- 540 **Barbosa, P.R.R., M.D. Oliveira, J.A. Giorgi, C.S.A. Silva-Torres & J.B. Torres. 2014.**
541 Predatory behavior and life history of *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae) under
542 variable prey availability conditions. Fla. Entomol. 97: 1026-1034.
543
- 544 **Battel, A.P.M.B. 2016.** Dinâmica de interações intraguilda em *Chrysoperla externa* (Neuroptera:
545 Chrysopidae), *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) com *Diaphorina citri*
546 (Hemiptera: Psilidae). Tese de Doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, 92p.
547
- 548 **Bezerra, G.C.D. & L.V.C. Santa-Cecília. 2006.** Aspectos biológicos da fase adulta de
549 *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) oriunda de larvas alimentadas
550 com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae). Ciênc. Agrotec. 30: 603-
551 610.
552
- 553 **Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend, 1990.** Ecology: individuals, populations and
554 communities. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 945p.
555
- 556 **Booth, R.G. & R.D. Pope. 1986.** A review of the genus *Cryptolaemus* (Coleoptera:
557 Coccinellidae) with particular reference to the species resembling *C. montrouzieri* Mulsant.
558 Bull. Entomol. Res. 76: 701-717.
559
- 560 **Carey, J.R. 2001.** Insect biodemography. Annu. Rev. Entomol. 46: 79-110.
561
- 562 **Caltagirone, L.E. & R.L. Doutt. 1989.** The history of the vedalia beetle importation to
563 California and its impact on the development of biological control. Ann. Rev. Entomol. 34: 1-
564 16.
565

- 566 **Chakupurakal, J., R.H. Markham, P. Neuenschwander, M. Sakala, C. Malambo, D.**
567 **Mulwanda, E. Banda, A. Chalabesa, T. Bird & T. Haug. 1994.** Biological control of the
568 cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Homoptera: *Pseudococcidae*), in Zambia. *Biol.*
569 *Control* 4: 254-262.
570
- 571 **Cividanes, F.J. & V.P. Souza. 2003.** Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de
572 *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. *Neotrop. Entomol.* 32: 413-
573 419.
574
- 575 **Cockerell, T.D.A. 1929.** *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, and its allies. *J. Econ. Ent.* 22: 271.
576
- 577 **Cohen, A.C. 1995.** Extra-oral digestion in predaceous terrestrial arthropoda. *Annu. Rev. Entomol.*
578 4: 85-103.
579
- 580 **Copland, M.J.W., C.C.D. Tingle, M. Saynor & A. Panis. 1985.** Biology of glasshouse
581 mealybugs and their predators and parasitoids, p. 82-86. In N.W. Hussey & N.E.A. Scopes
582 (eds.), *Biological pest control: the glasshouse experience*. New York, Cornell University.
583
- 584 **Culik, M.P. & Gullan, P.J. 2005.** A new pest of tomato and other records of mealybugs
585 (Hemiptera: *Pseudococcidae*) from Espírito Santo, Brazil. *Zootaxa* 964: 1–8.
586
- 587 **Daane, K.M., R.P.P. Almeida, V.A. Bell, J.T.S. Walker, M. Botton, M. Fallahzadeh, M.**
588 **Mani, J.L. Miano, R. Sforza, V.M. Walton & T. Zaviezo. 2012.** Biology and management
589 of mealybugs in vineyards, p. 271-307. In N.J. Bostanian, C. Vicent & R. Isaacs (eds.),
590 *Arthropod management in Vineyards: Pests, Approaches, and Future Directions*. Springer
591 Science+Business Media B.V., Dordrecht, 508p.
592
- 593 **De Bortoli, S.A., A.R. Gravena, A.M. Vacari, V.L. De Laurentis & C.P. De Bortoli. 2014.**
594 Resposta funcional da joaninha *Cryptolaemus* predando cochonilha branca em diferentes
595 temperaturas e substratos vegetais. *Rev. Caatinga*, 27: 63–71.
596
- 597 **De Clercq, P., I. Petters, G. Vergauwe & O. Thas. 2003.** Interaction between *Podisus*
598 *maculiventris* and *Harmonia axyridis*, two predators used in augmentative biological control
599 in greenhouse crops. *Biocontrol* 48: 39-55.
600
- 601 **Dinesh A.S. & M.G. Venkatesha. 2014.** Inter- and intraspecific interactions in two mealybug
602 predators *Spalgis epius* and *Cryptolaemus montrouzieri* in the presence and absence of prey.
603 *Bull. Entomol. Res.* 104: 48–55.
604
- 605 **Dixon, A.F.G. 2000.** *Insect Predator – Prey Dynamics: Ladybirds Beetles & Biological Control*.
606 Cambridge, Cambridge University Press, 257p.
607
- 608 **Downie, D.A. & P.J. Gullan. 2004.** Phylogenetic analysis of mealybugs (Hemiptera: Coccoidea:
609 *Pseudococcidae*) based on DNA sequences from three nuclear genes, and a review of the
610 higher classification. *Syst. Entomol.* 29: 238-259.
611

- 612 **Dreyer, B.S., P. Neuenschwander, J. Baumgärtner & S. Dorn. 1997.** Trophic influences on
613 survival, development and reproduction of *Hyperaspis notata* (Col., Coccinellidae). J. Appl.
614 Entomol. 121: 249-256.
615
- 616 **Duelli, P. 1981.** Is larval cannibalism in lacewings adaptive? (Neuroptera: Chrysopidae).
617 Researches on Population Ecology, 23: 193-209.
618
- 619 **Enkegaard, A., H.F. Brodsgaard & D.L. Hansen. 2001.** *Macrolophus caliginosus*: Functional
620 response to whiteflies and preference and switching capacity between whiteflies and spider
621 mites. Entomol. Exp. Appl. 101: 81-88.
622
- 623 **Felix, S. & A.O. Soares. 2004.** Intraguild predation between the aphidophagous ladybird beetles
624 *Harmonia axyridis* and *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): the role of
625 body weight. Eur. J. Entomol. 101: 237–242.
626
- 627 **Franco, J.C., A. Zada & Z. Mendel. 2009.** Novel approaches for the management of mealybug
628 pests, p. 279–316. In I. Ishaaya & A.R. Horowitz (eds.), Biorational Control of Arthropod
629 Pests: application and resistance management. Springer, 408p.
630
- 631 **Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, E. Berti Filho, J.R.P.**
632 **Parra, R.A. Zucchi, S. B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchim, J.R.R. Lopes & C.**
633 **Omoto. 2002.** Manual de entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920p.
634
- 635 **Garcia Morales, M., B.D. Denno, D.R. Miller, G.L. Miller, Y. Ben-Dov & N.B. Hardy. 2016.**
636 ScaleNet: A Literature-based model of scale insect biology and systematics. Database 1-5.
637 doi: 10.1093/database/bav118. <http://scalenet.info>.
638
- 639 **Giorgi, J.A., N.J. Vandenberg, J.V. McHugh, J.A. Forrester, S.A. Slipinski, K.B. Miller,**
640 **L.R. Shapiro & M.F. Whiting. 2009.** The evolution of food preferences in Coccinellidae.
641 Biol. Control 51: 215–231.
- 642 **Gordon, R.D. 1985.** The Coccinellidae (Coleoptera) of America north of Mexico. J. N. Y.
643 Entomol. Soc. 93:1-912.
644
- 645 **Gravena, S. 2003.** Manejo ecológico da cochonilha-branca dos citros, com ênfase no controle
646 biológico pela joaninha *Cryptolaemus montrouzieri*. Rev. Laranja 24: 71-82.
647
- 648 **Gravena, S. 2005.** Manual prático de manejo ecológico de pragas dos citros. Jaboticabal,
649 Gravena, 372p.
650
- 651 **Grazia, J., R.R. Cavichioli, V.R.S. Wolff, J.A.M. Fernandes & D. Takiya. 2012.** Hemiptera,
652 p.347–405. In J.A. Rarafel, G.A.R. Melo, C.J.B. Carvalho, S.A. de Casari & R. Constantino
653 (eds.), Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto, Holos, 810p.
654
- 655 **Guerreiro, J.C. 2004.** A importância das joaninhas no controle biológico de pragas no Brasil e no
656 mundo. São Paulo, Rev. cient. eletrônica de agronomia, 3p. (Nota Técnica 5).
657

- 658 **Hassell, M.P. 1978.** The dynamics of arthropod predator-prey system. Princeton, Princeton
659 University Press, 237p.
660
- 661 **Heidari, M. & M.J.W. Copland, 1992.** Host finding by *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.,
662 Coccinellidae) a predator of mealybugs (Hom.: Pseudococcidae). *Entomophaga*, 37: 621-625.
663
- 664 **Herren, H.R. & P. Neuenschawander. 1991.** Biological control of cassava pests in Africa.
665 *Annu. Rev. Entomol.* 36: 257-283.
666
- 667 **Hodek, I. 1973.** Biology of *Coccinellidae*. Academic of Sciences, Prague, 260p.
668
- 669 **Hodek I., H.F. Van Emden & A. Honěk. 2012.** Ecology of Coccinellidae. Wiley-Blackwell,
670 Dordrecht, 600p.
671
- 672 **Iperti, G. 1999.** Biodiversity of predaceous coccinellidae in relation to bioindication and
673 economic importance. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74: 323-342.
674
- 675 **Kaydan, M.B. & P.J. Gullan. 2012.** A taxonomic revision of the mealybug
676 genus *Ferrisia Fullaway* (Hemiptera: Pseudococcidae), with descriptions of eight new
677 species and a new genus. *Zootaxa* 3543: 1-65.
678
- 679 **Kairo, M.T.K., O. Paraiso, R.D. Gautam & D.D. Peterkin. 2013.** *Cryptolaemus montrouzieri*
680 (Mulsant) (Coccinellidae: *Scymninae*): a review of biology, ecology, and use in biological
681 control with particular reference to potential impact on non-target organisms. *CAB Rev.* 8: 1-
682 20.
683
- 684 **Kajita, K., F. Takano, H. Yasuda & E.W. Evans. 2006.** Interactions between introduced and
685 native predatory ladybirds (Coleoptera; Coccinellidae): factors influencing the success of
686 species introductions. *Ecol. Entomol.* 31: 58-67.
687
- 688 **Khan, M.H. & Z. Yoldaş. 2018.** Intraguild predation between two aphidophagous coccinellids,
689 *Hippodamia variegata* (G.) and *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae):
690 the role of prey abundance. *Biol. Control.* 126: 7–14.
691
- 692 **Knaak, N., A.O. Azambuja, A.P.R. Lucho, D.L. Berlitz & L.M. Fiuza, 2009.** Interações de
693 *Bacillus thuringiensis* e o controle de fitopatógenos. *Biotecnol. Ciência & Desenvolvimento*,
694 38: 48-53.
695
- 696 **Kondo, T., P.J. Gullan & D.J. Williams. 2008.** Coccidology. The study of scale insects
697 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). *Revista Corpoica: Ciência y Tecnología*
698 *Agropecuaria* 9: 55-61.
699
- 700 **Korschefskey, R. 1931.** Coccinellidae I. In: Junk, W. & Schenkling, S. (Eds.), *Coleopterorum*
701 *Catalogus*, pars 118, W. Junk, Berlin, 1-224p.
702
- 703 **Kosztarab, M. 1996.** Scale Insects of Northeastern North America: Identification, Biology, and
704 Distribution. Martinsville, Virginia Museum of Natural History, 650p.

705
706 **Lanzoni, A., G. Accinelli, G.G. Bazzocchi & G. Burgio. 2004.** Biological traits and life table of
707 the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata* and *Adalia bipunctata*
708 (Coleoptera, Coccinellidae). *J. Appl. Entomol.* 128: 298-306.
709
710 **Law, Y.W. & J.A. Rosenheim. 2011.** Effects of combining an intraguilda predator with a
711 cannibalistic intermediate predator on a species-level trophic cascade. *Ecology* 92: 333-341.
712
713 **Leonardsson, K. 1991.** Effects of cannibalism and alternative prey on population dynamics of
714 *Saduria entomon* (Isopoda). *Ecology* 72: 1273-1285.
715
716 **Loehr, B., A.M. Varela & B. Santos. 1990.** Explorations for natural enemies of the cassava
717 mealybug *Phenacoccus manihoti* (Homoptera: Pseudococcidae), in South America for the
718 biological control of this pest introduced in Africa. *Bull. Entomol. Res.* 80: 417-425.
719
720 **Lucas, E., E. Coderre & J. Brodeur. 1998.** Intraguild predation among aphid predators:
721 characterization and influence of extraguild prey density. *Ecology* 79: 1084-1092.
722
723 **Machado, L.C., H.J.G. Santos Junior, F.N. Celestino, L.V.R. Mauri, I.S. Kaiser. 2020.**
724 Toxicidade de óleos minerais e vegetais no manejo de *Planococcus citri*. *Acta Ambiental*
725 *Catarinense* 17: 63-72.
726
727 **Majerus M.E.N. & P.W.E. Kearns. 1989.** Ladybirds. 10, Naturalists' Handbooks Series.
728 London, Richmond Publishing Co., 103p.
729
730 **Majerus, M.E.N. 1994.** Ladybirds. London, Harper Collins, 367p.
731
732 **Mali, A.K. & S.K. Jeevan. 2008.** Biological studies on coccinellid predator, *Cryptolaemus*
733 *montrouzieri* Muls. of grapevine mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* green. *Asian Journal*
734 *of Bio Science* 3: 152-8.
735
736 **Mallampalli, N., I. Castellanos & P. Barbosa. 2002.** Evidence for intraguild predation by
737 *Podisus maculiventris* on a ladybeetle, *Coleomegilla maculata*: Implications for biological
738 control of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *BioControl* 47: 387-398.
739
740 **Mani, M. & A. Krishnamoorthy. 2008.** Biological suppression of the mealybugs *Planococcus*
741 *citri* (Risso), *Ferrisia virgata* (Cockerell) and *Nipaecoccus viridis* (Newstead) on pummel
742 with *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant in India. *J. Biol. Control* 22: 169-172.
743
744 **Mani, M., N.S. Kulkarni, & P.G. Adsule. 2008.** Production and Use of Australian Ladybird
745 Beetle *Cryptolaemus montrouzieri*. National Research Centre for Grapes, 6p. (Extension
746 Folder n. 19).
747
748 **Mani, M. & A. Krishnamoorthy. 2012.** Determination of release time of the Australian ladybird
749 beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* for the suppression of the Pink hibiscus mealybug,
750 *Maconellicoccus hirsutus* (Green) on grapes. *Pest Manag. Hortic. Ecosys.* 18: 98-99.
751

- 752 **Marsaro Júnior, A.L., A.L.B.G. Peronti, A. M.Penteado-Dias, E.G.F. Morais & P.R.V.S.**
753 **Pereira. 2013.** First report of *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera:
754 Coccoidea: Pseudococcidae) and the associated parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi, 1948
755 (Hymenoptera: Encyrtidae), in Brazil. *Braz. J. Biol.*73: 413-418.
756
- 757 **Michaud, J.P. 2002.** Invasion of the Florida citrus ecosystem by *Harmonia axyridis* (Coleoptera:
758 Coccinellidae) and asymmetric competition with a native species, *Cycloneda sanguinea*.
759 *Environ. Entomol.* 31: 827-835.
760
- 761 **Michaud, J.P. 2003.** A comparative study of larval cannibalism in three species of ladybird. *Ecol.*
762 *Entomol.* 28: 92-101.
763
- 764 **Michaud, J.P. & A.K. Grant. 2005.** Suitability of pollen sources for the development and
765 reproduction of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) under simulated drought
766 conditions. *Biol. Control.* 32: 363-370.
767
- 768 **Mulsant, M.E. 1850.** Species des Coléoptères trimères sécuripalpes. *Annales des Sciences*
769 *Physique et Naturelles d'Agriculture et d'Industrie*, Lyon, 1104 p.
770
- 771 **Nagrare, V.S., S. Kranthi, R. Kumar, B. Dhara Jothi, M. Amutha, A.J. Deshmukh, K.D.**
772 **Bisane & K.R. Kranthi. 2011.** Compendium of cotton mealybugs. Central Institute for Cotton
773 Research, Nagpur, 42p. Disponível em <[http://www.cicr.org.in/pdf/compendium of cotton](http://www.cicr.org.in/pdf/compendium_of_cotton_mealybugs.pdf)
774 [mealybugs.pdf](http://www.cicr.org.in/pdf/compendium_of_cotton_mealybugs.pdf)>. Acessado em agosto de 2018.
775
- 776 **Nur, U. 1971.** Parthenogenesis in coccids (Homoptera). *Am. Zool.* 11: 301-308.
777
- 778 **Obrycki, J.J., K.L. Giles & A.M. Ormord. 1998.** Interactions between an introduced and
779 indigenous coccinellid species at different prey densities. *Oecologia* 117: 279-285.
780
- 781 **Oksanen, L., S.D. Fretwell, J. Arruda & P. Niemela. 1981.** Exploitation ecosystems in
782 gradients of primary productivity. *Am. Nat.* 118:240-261.
783
- 784 **Oliveira, M.D., C.S.A. Silva-Torres, J.B. Torres & J.E.M. Oliveira. 2014.** Population growth
785 and within-plant distribution of the striped mealybug *Ferrisia virgata* (Cockerell)
786 (Hemiptera, Pseudococcidae) on cotton. *Rev. Bras. Entomol.* 58: 71-76.
787
- 788 **Pacheco da Silva, V.C., M. Botton, E. Prado & J.E.M. Oliveira. 2016.** Bioecologia,
789 monitoramento e controle de cochonilhas farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae) na
790 Cultura da Videira. Bento Gonçalves, Embrapa, 20p. (Circular Técnica 125).
791
- 792 **Pacheco da Silva, V.C., J.B. Torres, C.S.A Silva-Torres & M.B. Kaydan. 2019.** Mealybug
793 species (Hemiptera: Coccoomorpha: Pseudococcidae) on soursop and sugar apple
794 (Annonaceae) in North-East Brazil, with description of a new species of *Pseudococcus*
795 *Westwood*. *Zootaxa* (Online), 3: 525-538.
796
- 797 **Pang, X. & R.D. Gordon, 1986.** The Scyminini Coleoptera: Coccinellidae of China. *The*
798 *Coleopterist Bulletin* 40: 157-199.

- 799
800 **Pantoja, A., P.A. Follet & J.A. Villanueva-Jiménez. 2002.** Pest of papaya, p131-156 In J.E.
801 Peña, J.L. Sharp & M. Wysoki (eds.), Tropical fruit pests and pollinators. Wallingford, UK,
802 CABI Publishing, 440p.
803
- 804 **Parra, J.R.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento. 2002.** Controle
805 Biológico: Terminologia, pág. 1-16. In J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira,
806 J.M.S. Bento (eds.), Controle Biológico no Brasil, Parasitóides e Predadores. São Paulo,
807 Manole, 635 p.
808
- 809 **Persad, A. & A. Khan. 2002.** Comparison of life table parameters for *Maconellicoccus hirsutus*,
810 *Anagyrus kamali*, *Cryptolaemus montrouzieri* and *Scymnus coccivora*. *BioControl* 47: 137-
811 149.
812
- 813 **Pervez, A., A.K. Gupta & O. Omkar. 2006.** Larval cannibalism in aphidophagous ladybirds:
814 Influencing factors, benefits and costs. *Biol. Control.* 38: 307-313.
815
- 816 **Polis, G.A. 1980.** The effect of cannibalism on demography and activity of a natural population of
817 desert Scorpions. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 7: 25-35.
818
- 819 **Polis, G.A. 1981.** The evolution and dynamics intraespecific predation. *Annu Rev. Ecol. and Syst.*
820 12: 225-251.
821
- 822 **Polis, G.A., C.A. Myers & R.D. Holt 1989.** The ecology and evolution of intra guild potential
823 competitors that eat each other. *Annu. Rev. of Ecol. and Syst*, New York, 20: 297-330.
824
- 825 **Rickers, S. & S. Scheu. 2005.** Cannibalism in *Pardosa palustris* (Araneae, Lycosidae): effects of
826 alternative prey, habitat structure, and density. *Basic Appl. Ecol.* 6: 471-478.
827
- 828 **Ridgway, R.L. & W.L. Murphy. 1984.** Biological control in the field. p. 220-228. In M. Canard,
829 Y. Séméria & T.R. New (eds.), *Biology of Chrysopidae*, The Hague: Dr. W. Junk Publisher,
830 294p.
831
- 832 **Rocca, M., E. Rizzo, N. Greco & N. Sánchez. 2017.** Intra- and interspecific interactions between
833 aphidophagous ladybirds: the role of prey in predator coexistence. *Entomol. Exp. Appl.* 1–9.
834
- 835 **Rodrigues, S.M.M., V.H.P. Bueno & M.V. Sampaio. 2003.** Tabela de vida de fertilidade de
836 *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis*
837 *graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). *Rev. Bras. Entomol.* 47: 637-642.
838
- 839 **Rondelli, V.M., A.L.B.G. Peronti, J.R.M. Dias, I.L.V. Dos Santos & A.G. Nery. 2018.** New
840 records of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) infesting rosettes of Conilon coffee
841 plants in the state of Rondonia, South-Western Amazon, Brazil. *Fla. Entomol.* 101: 705-707.
842
- 843 **Rosas-García, N.M., E.P. Duran-Martinez, E.D.J. Luna-Santillana, & J.M. Villegas-**
844 **Mendoza. 2009.** Predatory potential of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant towards
845 *Planococcus citri* Risso. *Southwest. Entomol.* 34: 179-88.

- 846
847 **Sanches, N.F. & R. Carvalho, 2010.** Procedimentos para manejo da criação e multiplicação do
848 predador exótico *Cryptolaemus montrouzieri*. Cruz das Almas, Embrapa mandioca e
849 fruticultura, 5p. (Circular Técnica 99).
850
- 851 **Santa-Cecília, L.V.C., P.R. Reis & J.C. Souza. 2002.** Sobre a nomenclatura das espécies de
852 cochonilhas-farinhas do cafeeiro nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Neotrop.
853 Entomol. 31: 333-334.
854
- 855 **Santa-Cecília, L.V.C. & B. Souza. 2005.** Controle biológico de cochonilhas-farinhas em
856 cultivos protegidos. Inf. Agropec. 26: 24-30.
857
- 858 **Santa-Cecília, L.V.C., B. Souza, J.C. Souza, E. Prado, A. Moino Junior, M.J. Fornazier &**
859 **G.A. Carvalho. 2007.** Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: bioecologia, danos e métodos
860 de controle. Belo Horizonte, CTSM-Epamig, 40p. (Boletim Técnico 79).
861
- 862 **Santi, F. & S. Maini 2007.** Ladybirds mothers eating their eggs: is it cannibalism? Bull. Insect.,
863 60: 89-91.
864
- 865 **Satyanarayana, M.M. & L.K. Narayana. 1986.** Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* Mu1s.
866 (Coleoptera: Coccinellidae), a predatory ladybird of mealybugs. Indian Grape J. 2: 40-52.
867
- 868 **Silva, A.G, B.H.S. Souza, N.E.L Rodrigues, D.B Bottega & A.L. Boiça Junior, 2012.**
869 Interação tritrófica: aspectos gerais e suas implicações no manejo integrado de pragas.
870 Nucleus 9: 35-48.
871
- 872 **Silva-Torres C.S.A, M.D. Oliveira & J.B. Torres. 2013.** Host selection and establishment of
873 striped mealybug, *Ferrisia virgata*, on cotton cultivars. Phytoparasitica 41: 31-40.
874
- 875 **Snyder, W.E., S.B. Joseph, R.F. Preziosi & A.J. Moore. 2000.** Nutritional benefits of
876 cannibalism for the lady beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) when prey
877 quality is poor. Environ. Entomol. 29: 1173-1178.
878
- 879 **Souza, B., R.I.F. Costa, R.L. Tanque, P.S. Oliveira & F.A. Santos. 2008.** Aspectos da
880 predação entre larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen,
881 1961) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. Ciênc. Agrotec. 32: 712-716.
882
- 883 **Sullivan, D.J., J.A. Castillo & A.C. Bellotti. 1991.** Comparative biology of six species of
884 coccinellid beetles (Coleoptera: Coccinellidae) predaceous on the mealybug, *Phenacoccus*
885 *herreni* (Homoptera: Pseudococcidae), a pest on cassava in Colombia, South America.
886 Environ. Entomol. 20: 685-689.
887
- 888 **Takizawa, T. & W. Snyder, 2011.** Cannibalism and intraguild predation of eggs within a diverse
889 predator assemblage. Environ. Entomol. 40: 8-14.
890

- 891 **Tapajós, S.J., R. Lira, C.S.A. Silva-Torres, J.B. Torres & R.L.C. Coitinho. 2016.** Suitability
892 of two exotic mealybug species as prey to indigenous lacewing species. *Biol. Control.* 96:
893 93–100.
894
- 895 **Torres, F. & R. Marcano. 2007.** Effect of temperature on the development of *Cryptolaemus*
896 *montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) using as prey *Maconellicoccus hirsutus*
897 Green (Hemiptera: Pseudococcidae). *Entomotropica* 22: 17-25.
898
- 899 **Torres, J.B., C.S. Bastos & D. Pratisoli. 2009.** Controle biológico de pragas com uso de insetos
900 predadores. *Inf. Agropec.* 30: 17-32.
901
- 902 **Torres, J.B., M.D. Oliveira & M.S. Lima. 2011.** Cochonilhas farinhentas: potenciais problemas
903 para o algodão brasileiro. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 6p.
904 (Informativo REDALGO 2005).
905
- 906 **Túler, A.C. 2017.** Poligamia e o desempenho reprodutivo de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant)
907 (Coleoptera: Coccinellidae). Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, PE, 77p.
908
- 909 **Vandenberg, N.J. 2002.** Family 93. Coccinellidae Latreille 1807, p. 371-389 In R.H. Arnett Jr,
910 M.C. Thomas, P.E. Skelley, J.H. Frank (eds.), *American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea*
911 *through Curculionoidea.* Florida, CRC Press LLC, Boca Raton, 836p.
912
- 913 **Van den Bosch, R., P.S. Messenger & A.P. Gutierrez. 1982.** An introduction to biological
914 control. New York, Plenum Press, 247p.
915
- 916 **Xu, X. & A. Enkegaard. 2009.** Prey preference of *Orius sauteri* between Western flower thrips
917 and spider mites. *Entomol. Experimentalis et Applicata*, 132: 93-98.
918
- 919 **Wang, Y., H. Wu, S. Wang & W. Shi. 2018.** Dynamics of Intraguild Predation Systems with
920 Intraspecific Competition. *Bull. Math. Biol.* 80: 2408-2434.
921
- 922 **Waterworth, R.A. & J.G. Millar. 2012.** Reproductive biology of *Pseudococcus maritimus*
923 (Hemiptera: Pseudococcidae). *Hortic. Entomol.* 5: 949-956.
924
- 925 **Wu, H., Y. Zhang, P. Liu, J. Xie, Y. He, C. Deng, P. De Clercq & H. Pang. 2014.**
926 *Cryptolaemus montrouzieri* as a predator of the striped mealybug, *Ferrisia virgata*, reared on
927 two hosts. *J. Appl. Entomol.* 138: 662–669.
928
929
930
- 931
932
933

934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958

CAPÍTULO 2

Cannibalism and intraguild predation between two coccidophagous lady beetles

CM Oliveira ¹, CSA Silva-Torres ¹, JB Torres ¹, N De La Pava ¹

¹ Departamento de Agronomia, Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife,
Pernambuco, Brasil

CM Oliveira ¹, CSA Silva-Torres ¹, JB Torres ¹, N De La Pava, Cannibalism and intraguild predation between two coccidophagous lady beetles. Submetido na Neotropical Entomology.

959 ABSTRACT – The Chilocorini lady beetles *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) (*Tn*) and
960 *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (*Cm*) are important biological control agents being able to
961 share their habitat and compete for their preferred prey, mealybugs. Whereas *Tn* is native to South
962 America, *Cm* was introduced in Brazil in a biological control program of mealybugs. This work
963 investigated the cannibalism and intraguild predation between these species in the absence of
964 prey. To test for intraguild predation, one individual larva (LI-LIV) from each species was
965 confined for 24 h with another larva of the same instar or one instar older, in a total of 10
966 combinations. In addition, we measured predation of *Tn* adults upon eggs, larvae, pre-pupae and
967 pupa of *Cm*, and vice-versa. Cannibalism within the species was also tested across adults, larvae,
968 and eggs. Results showed asymmetric interactions in favor of *Cm*, which acted as intraguild
969 predator in more than 80% of times when paired with larvae of *Tn* either of the same or different
970 instar. In addition, *Cm* adults preyed more upon larvae and eggs of *Tn* than the contrary. There
971 was no intraguild predation upon pre-pupae and pupae. Cannibalism was high upon eggs and first
972 instar larvae of *Tn* (89.5 and 65%) and *Cm* (100 and 55%), respectively. Therefore, the exotic *Cm*
973 surpassed the native *Tn* and could become a threat to this latter species in areas of simultaneous
974 occurrence and under prey scarcity. Thus, the interactions between these lady beetles could affect
975 the success of biological control of mealybugs.

976

977

978 **Keywords:** Biological control, *Tenuisvalvae notata*, *Cryptolaemus montrouzieri*, predator
979 interaction, mealybug destroyer

980

981

982

983 **Introduction**

984

985 The basic principle that guides classical biological control of insects is the introduction of an
986 exotic natural enemy species to control an exotic pest. In this context, adaptation to climatic
987 conditions in the new habitat, the predation/parasitism potential, and specificity are important
988 aspects regarding the selection of natural enemies (Van Lenteren *et al* 2003). Thus, increasing the
989 chance of success for biological control programs.

990 Another important aspect to be considered before the introduction of an exotic species in a
991 new area is the potential interactions with native species sharing the same habitat and prey target
992 (Elliott *et al* 1996, Kenis *et al* 2009). After the introduction, exotic natural enemies could cause a
993 decline in biodiversity and inadvertently release pest species from the suppressive effects of native
994 natural enemies (Pimentel *et al* 2000). Also, it could lead to the displacement of native species. For
995 instance, the introduction of the lady beetle *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera:
996 Coccinellidae) in North America caused the reduction in the populations of three indigenous lady
997 beetle species in various crops (Wheeler & Hoebeke 1995, Elliott *et al* 1996), similarly as occurred
998 with the population of two other lady beetle species after the introduction of the multicolored Asian
999 lady beetle, *Harmonia axyridis* (Pallas) in southwest Michigan State (Colunga-Garcia & Gage
1000 1998). In addition, Obrycki *et al* (1998 a, b) showed that the competition between the exotic
1001 species *C. septempunctata* and the indigenous species *Coleomegilla maculata* DeGeer was in favor
1002 of the exotic species, especially under prey scarcity. Therefore, with the reduction of indigenous
1003 lady beetle species in the environment one could have an outburst of pests before kept under
1004 suppression by those indigenous natural enemies.

1005 Intraguild predation can result as lady beetle compete for prey in the same environment,
1006 especially when the preferred prey is limited and the exotic lady beetle species attacks the

1007 indigenous species. Moreover, intraguild predation is defined as the predation between two species
1008 that share the same resource and have the potential to prey upon each other (Polis *et al* 1989,
1009 Crowder & Snyder 2010). However, the result of this interaction could be asymmetric when one
1010 predator species preys consistently upon the other or symmetric when both predator species could
1011 prey upon each other with the same frequency (Polis *et al* 1989, Katsanis *et al* 2013). Moreover,
1012 intraguild predation could affect non-target organisms, when exotic predators are more generalists,
1013 leading to a severe decline or even extinction of native species. This is the case of *H. axyridis*,
1014 which is a strong intraguild predator (Dixon 2000, Burgio *et al* 2002, Castro *et al* 2011, Crookes *et*
1015 *al* 2019), and other exotic species which were introduced aiming at biological control of pests and
1016 resulted in negative effects for native (Hokkanen & Pimentel 1984, 1989) and non-target species
1017 (Louda 1998, Boettner *et al* 2000, Follett *et al* 2000).

1018 Among the lady beetle species in Brazil that prey upon mealybugs, there is *Tenuisvalvae*
1019 *notata* Mulsant, which is native to South America (Dreyer *et al* 1997). It was recorded in the semi-
1020 arid region of Pernambuco State on cotton plants infested with the mealybugs *Ferrisia dasyliirii*
1021 Cockrell and *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) (Barbosa *et al* 2014).
1022 Also, the exotic lady beetle species *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant was introduced in Brazil
1023 to control *Planococcus citri* Risso in citrus orchards (Sanches & Carvalho 2010) and more recently
1024 used to control the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* Green (Culik *et al* 2013, Lima &
1025 Santos 2018). Based on the thermal requirements of *T. notata* and *C. montrouzieri*, and the climatic
1026 conditions in different regions of Brazil, both species could occur in the same places (Ferreira
1027 2019); hence, they could compete for resources.

1028 Therefore, this study aimed to investigate the interactions of cannibalism and intraguild
1029 predation between *T. notata* and *C. montrouzieri* under prey scarcity. It was expected that if prey

1030 availability is variable in the environment, then under prey scarcity there could be antagonistic
1031 interactions between *C. montrouzieri* and *T. notata*.

1032

1033 **Material and Methods**

1034

1035 *Prey*

1036

1037 The mealybug *F. dasyliirii* was first collected from cotton plants in the experimental area of
1038 the Agronomy Department at Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (8°01'05" S,
1039 34°56'42" W), and has been maintained in the laboratory for about seven years (Barbosa *et al*
1040 2014). The mealybug colony is kept on pumpkins var. "Jacarezinho" obtained periodically from
1041 the local market (CEASA-PE), following the methodology described in Sanches & Carvalho
1042 (2010). In short, after the pumpkins were washed with soap and dry, they were put into
1043 Plexiglass™ cages measuring 40 × 25 × 20cm (L×H×W), with lateral openings covered with a fine
1044 mesh to allow ventilation, lined on the bottom with a paper towel and infested on the peduncle with
1045 gravid mealybug females. The colony was maintained under the temperature of 25 ± 2 °C, 60 ±
1046 10% relative humidity and 12:12h (L:D) photoperiod.

1047

1048 *Lady beetles*

1049

1050 Adults of *T. notata* were collected from cotton plants infested with *P. solenopsis* Tinsley
1051 and *F. dasyliirii* in Surubim County, Pernambuco (PE) State (07°49'59" S, 35°45'17" W). The
1052 colony of *C. montrouzieri* was established from individuals originated from a laboratory colony
1053 kept at EMBRAPA Semiarid, Petrolina, PE.

1054 Adults of *C. montrouzieri* and *T. notata* were raised under the same conditions as the
1055 mealybug prey, in the laboratory. Each ladybug species was kept in Plexiglass™ cages, lined on
1056 the bottom with a paper towel, and containing a pumpkin infested with *F. dasyliirii* as prey. After
1057 emergence, adults were paired for mating, and the eggs were collected and transferred to Petri
1058 dishes (6 cm diam). After eclosion, larvae were single reared in small dishes (3.5 cm diam) and fed
1059 daily with mealybugs *ad libitum*. Development was followed daily and each instar was monitored
1060 for ecdysis under stereomicroscope observation (Motic / SMZ-168).

1061
1062 *Interaction between Tenuisvalvae notata and Cryptolaemus montrouzieri under prey scarcity*

1063
1064 In this test, 24h-old larvae (LI-LIV instar) of both lady beetle species were used. Except for
1065 first instar larvae, the other instars tested were starved for 12h prior to the tests to stimulate
1066 feeding. Next, to investigate the interspecific interaction, larvae of each species were paired in Petri
1067 dishes in a total of 10 treatments/combinations as follows: *T. notata* vs. *C. montrouzieri* larva of
1068 the same instar (LI-LI / LII-LII / LIII-LIII / LIV-LIV); *T. notata* younger larva vs. *C. montrouzieri*
1069 older larva (LI-LII / LII-LIII / LIII-LIV); and *C. montrouzieri* younger larva vs. *T. notata* older
1070 larva (LI-LII / LII-LIII / LIII-LIV), 20 replicates each.

1071 It was also determined the intraspecific interaction between larvae of the same species and
1072 instar, following the same methodology previously described. In the cannibalism test we had 8
1073 treatments with 20 replications each. After one, two, six, eight, 12, and 24h after pairing, the
1074 number of individuals alive was recorded, and the proportion of cannibalism and intraguild
1075 predation was determined. After this evaluation, all the larvae alive remaining was fed with
1076 mealybugs and their survival monitored until instar change due to possible injuries caused by the
1077 prior interaction with the other species. It was considered that larvae died from starvation when its

1078 body was intact, with no evidence of predation or injuries caused by the competing species
1079 following Phoofolo & Obrycki (1998).

1080

1081 *Effect of Intraguild Predation and Cannibalism on Tenuisvalvae notata and Cryptolaemus*
1082 *montrouzieri*

1083

1084 Adults and larvae (LI-LIV instar) of both lady beetle species were starved for 12h before
1085 the tests, as previously described, except for the first instar. Next, one individual either adult or
1086 larva of each species was placed in a Petri dish (6.0 cm diam) with eggs (0-3 days old), larvae (<
1087 24h old), pre-pupae, or pupae in the following combinations: i) Predation upon eggs – a) one larva
1088 (*T. notata*/*C. montrouzieri*) (I, II, III or IV instar) x 10 eggs of the same species; b) one adult (*T.*
1089 *notata*/*C. montrouzieri*) (male/female) x 10 eggs of the same species; c) one *C. montrouzieri* larva
1090 (I, II, III or IV instar) x 10 eggs of *T. notata*; d) one adult *C. montrouzieri* (male/female) x 10 eggs
1091 of *Tn*; e) one *T. notata* larva (I, II, III or IV instar) x 10 eggs of *C. montrouzieri*; f) one adult *T.*
1092 *notata* (male/female) x 10 eggs of *C. montrouzieri*; ii) Predation upon larvae, pre-pupae, and pupae
1093 – g) one adult *C. montrouzieri* (male/female) x 10 larvae *Tn* (either I, II, III or IV instar at a time);
1094 h) one adult *C. montrouzieri* (male/female) x 10 pre-pupae *T. notata*; i) one adult *C. montrouzieri*
1095 (male/female) x 10 pupae *T. notata*, and vice-versa with *T. notata* preying upon larvae, pre-pupae,
1096 and pupae of *C. montrouzieri* for treatments g-i. Therefore, we had a total of 48 treatments each
1097 one with 20 replicates. The percentage cannibalism or intraguild predation upon eggs, larvae, pre-
1098 pupae and pupae was measured after one, six, eight, 12 and 24h of pairing.

1099 The predation bioassays described (2.3 and 2.4) were conducted in the Insect Behavior
1100 Laboratory at the UFRPE, under the temperature of 25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ relative humidity and
1101 12:12h (L:D) photoperiod.

1102

1103 *Statistical Analysis*

1104

1105 To test whether predation symmetry differ from 50% between lady beetle species, data
1106 from the intraguild predation test among larvae (LI-LIV instar) of *T. notata* and *C. montrouzieri*
1107 were subjected to qui-square (χ^2) test with 0.05 significance levels through the PROC FREQ test of
1108 SAS (SAS Institute 2001). Further, to determine whether or not there was cannibalism and
1109 intraguild predation between adults and larvae of each lady beetle species upon eggs, larvae, pre-
1110 pupae and pupae, the data were tested for normality and homogeneity of variance, and data were
1111 subjected to the analyses of variance with repeated measures (ANOVARM), considering the
1112 different age combinations as treatment and the evaluation times (one, six, eight, 12 and 24h) as
1113 repeated measures through the PROC GLM of SAS with $\alpha = 0.05\%$ (SAS Institute, 2001).

1114 In addition, to determine if there was an effect of prey age (eggs and larvae of the lady
1115 beetles) and predator sex on the consumption rate of the lady beetle adults, data of prey consumed
1116 in 24 hours were subjected to General Linear Model (GLM) analysis with error Binomial (*C.*
1117 *montrouzieri*) or QuasiBinomial (*T. notata*) distribution (link= log) using the statistical program R
1118 (R Development Core Team 2020). Analyses were based on 100 independent observations for each
1119 ladybeetle species. Based on the parsimony principle, the significance of variables and their
1120 interaction were obtained comparing the most complex with simpler models according to Crawley
1121 (2012). When simplification of models did not result in statistical significance, we accepted the
1122 simple models. Next, we submitted the adjusted model to the analysis of residues to test for model
1123 adequacy and error distribution normality. For all tests, we considered $\alpha = 0.05$ for statistical
1124 significance.

1125

1126 **Results**

1127

1128 *Interaction between Tenuisvalvae notata and Cryptolaemus montrouzieri under prey scarcity*

1129

1130 Intraguild predation was observed among all larval instars for both studied species. Besides,
1131 asymmetric interaction in favor of *C. montrouzieri* was observed, which was the intraguild predator
1132 in more than 80% of the cases when paired with *T. notata* larvae of the same or different instars
1133 (Fig 1). Moreover, *C. montrouzieri* larval instar did not affect the intraguild predation, which
1134 happened regardless *T. notata* larval instars (Fig 1).

1135 For the intraspecific interaction, there was a higher cannibalism rate (65%) between first
1136 instar *T. notata* larvae ($\chi_1^2 = 17.21$; $P < 0.0001$), followed also by first instar *C. montrouzieri* larvae
1137 (55%) ($\chi_1^2 = 10.68$; $P = 0.0011$), and between second instar larvae (20%) ($\chi_1^2 = 9.75$; $P = 0.0018$)
1138 (Table 1, Fig 2). For older larval instars (LIII-LIV) cannibalism rate was less than 8% for both
1139 species.

1140

1141 *Effect of Intraguild Predation and Cannibalism on Tenuisvalvae notata and Cryptolaemus*
1142 *montrouzieri*

1143

1144 Lady beetle eggs were consumed by larvae and adults from both tested species (Figs 3, 4 &
1145 5). Also, *C. montrouzieri* larvae and adults exhibited greater predation rate upon the eggs
1146 irrespective of lady beetle species (Figs 4a-d & 5c-d).

1147 Egg predation increased significantly with larval instar and time of exposition (Figs 3a-d &
1148 4a-d). After 24h of egg exposition, *T. notata* larvae (LI-LIV) preyed upon the eggs of *C.*
1149 *montrouzieri*, and this consumption increased with aging of the larvae varying from 22 to 50%.

1150 Similarly, *C. montrouzieri* larvae (LI-LIV) also preyed upon eggs of *T. notata* varying from 47.5 to
1151 100% (Figs 3a-d & 4a-d), and predation rate increased with the time of exposure.

1152 Egg cannibalism by larvae (LI-LIV) varied from 21 to 89.5% and from 38 to 100% for *T.*
1153 *notata* and *C. montrouzieri*, respectively, with a significant effect as function of larval instar,
1154 especially for *C. montrouzieri* (Figs 3a-d & 4a-d). There was no difference in the rate of egg
1155 cannibalism by adult males and females after 24h of exposure, regardless of the lady beetle species
1156 (Figs 5a-c). However, *C. montrouzieri* adults attacked more than 95% of their eggs after 24h
1157 exposure ($F_{1,19} = 0.22$; $P = 0.6440$), whereas *T. notata* adults preyed less than 82% ($F_{1,19} = 2.20$; P
1158 $= 0.1540$).

1159 Intraguild predation of eggs by adults was also high, especially for *C. montrouzieri* upon
1160 eggs of *T. notata*, with no difference between sexes in either species *T. notata* ($F_{1,38} = 0.2209$; $P =$
1161 0.641) and *C. montrouzieri* ($\chi^2_{1,38} = 4.9152e-10$; $P = 1$). In addition, *C. montrouzieri* adults showed
1162 more than 90% consumption of *T. notata* eggs after one hour of exposure (Fig 5d).

1163 Overall, the intraguild predation of *T. notata* adults upon *C. montrouzieri* larvae increased
1164 with the exposure time (Fig 6), but decreased significantly with larval instar ($F_{4,195} = 118.41$;
1165 $P < 0.001$). Also, results of intraguild predation of *T. notata* adults upon *C. montrouzieri* larvae (LI-
1166 LIV) showed that there was no effect of predator sex on percentage larvae consumed after 24h
1167 exposure ($F_{1,195} = 3.71$; $P = 0.055$) (Fig 6a-d). In addition, *T. notata* male and female did not prey
1168 upon *C. montrouzieri* fourth instar larvae.

1169 Similarly, intraguild predation of *C. montrouzieri* upon *T. notata* larvae increased with time
1170 exposure (Fig 7), and decreased with larval instar ($\chi^2_{4,195} = 182.85$; $P < 0.001$). However, there was
1171 a significant difference between the predation rate of *C. montrouzieri* male and females upon *T.*
1172 *notata* larvae, LII ($F_{1,19} = 6.66$; $P = 0.0183$), and LIII ($F_{1,19} = 12.04$; $P = 0.0026$) (Figs 7b & c),
1173 with no predation upon fourth instar larvae by either sex (Fig 7d).

1174 However, there was a significant difference between the predation rate of *C. montrouzieri*
1175 male and females upon *T. notata* larvae, LII ($\chi^2_{1;38} = 42.85$; $P < 0.001$), and LIII ($\chi^2_{1;38} = 89.38$; $P <$
1176 0.001) (Figs 7b and c), with almost no predation upon fourth instar larvae by either sex ($\chi^2_{1;38} =$
1177 15.48 ; $P = 0.55$) (Fig 7d).

1178 Adults of *C. montrouzieri* showed higher intraguild predation upon larvae of *T. notata*, with
1179 100% predation upon LI after 24h of exposure, whereas the maximum predation rate of adults *T.*
1180 *notata* upon larvae of *C. montrouzieri* was 54.5%. Moreover, pupae were not attacked by adults of
1181 either species.

1182

1183 **Discussion**

1184

1185 Cannibalism and intraguild predation have been considered negative interactions within and
1186 among species. However, it is worth mentioning that depending on the outcome of those
1187 interactions they could be considered as keystone factors in communities. For instance, to maintain
1188 the populations of predators in balance in the same environment under prey scarcity; hence, their
1189 effect could benefit the biological control for keeping the energy flow in the food web (Ruberson *et*
1190 *al* 1986, Schausberger & Croft 2000, Arim & Marquet 2004). Mainly happens because cannibalism
1191 could favor nutritionally the perpetuation of the older and healthier individuals within one species
1192 population, and the intraguild predation could make the most abundant predator species as
1193 intraguild prey when the preferential extraguild prey is rare or absent in the area.

1194 The investigated interactions between *C. montrouzieri* and *T. notata* showed that the former
1195 species was favored, acting as an intraguild predator when paired with larvae (younger or the same
1196 age) and eggs of the native species *T. notata* when the preferred prey is absent. In addition,
1197 cannibalism was intense upon eggs and first instar of either species, *C. montrouzieri* and *T. notata*.

1198 Moreover, adults and larvae (LI-LIV) preyed upon eggs of conspecifics in the absence of other
1199 prey. Eggs are rich in nutrients such as proteins, besides being easy to manipulate and consume due
1200 lacking of behavioral resistance such as escaping in comparison to other developmental stages
1201 (Gagné *et al* 2002, Tavares *et al* 2013). This corroborates with the fact that cannibalism is a
1202 common behavior among predatory coccinellids (Agarwala & Dixon 1992). In the field, lady
1203 beetle adults and older larvae prey upon eggs, younger or same instar larvae, pre-pupae, and pupae
1204 of conspecifics (Khan & Yoldas 2018).

1205 Cannibalism was also common between larvae of the same instar (LI-LIV) in both lady
1206 beetle species. This was more intense in *T. notata*, in special for younger larvae. Younger *T. notata*
1207 larvae are more vulnerable since they lack (LI) or produce less (LII) body wax that covers the body
1208 compared to older larvae and pupae. The lack of wax over the body of first instar larvae may
1209 facilitate cannibalism by older larvae and adults *T. notata*. On the other hand, all larval instars of *C.*
1210 *montrouzieri* produce wax to cover their body, and the amount of wax increases with age. The wax
1211 coat protects the insect body and is important for defense (Gkounti *et al* 2015). The wax makes it
1212 difficult for the predator to manipulate the prey items, similar to what happens with mealybugs.
1213 When the predator attacks a wax-covered prey, the wax coat sticks on the mouth parts of the
1214 predator, which can make it to refuse or reduce predation upon those kinds of prey (Bonani *et al*
1215 2009, Tapajós *et al* 2016). Khan & Yoldaş (2018) found that *Hippodamia variegata* (Goeze),
1216 which does not produce a wax coat, cannibalism increased between older larvae of the same age in
1217 the absence of the preferred prey item. Thus, supporting the hypothesis that for the species studied
1218 here, *T. notata* and *C. Montrouzieri*, the wax coat was an important factor protecting the body of
1219 older larvae, since the cannibalism rate decreased, as larvae got older. Therefore, when the
1220 preferential prey is not abundant, the lady beetles will prey upon their eggs and younger larvae to
1221 survive in the habitat. On the other hand, when the preferential prey is abundant, cannibalism is

1222 reduced causing an auto-regulation of the predator population in the habitat, and this may affect the
1223 effectiveness of biological control in the same habitat (Aleosfoor *et al* 2014, Khan & Yoldaş 2018).

1224 Regarding the interspecific interaction, there was intraguild predation between the larvae of
1225 both studied lady beetles species. Also, there was intraguild predation by adults upon larvae of the
1226 competitor, with a clear reduction in predation as larvae got older. In this scenario, larvae of *C.*
1227 *montrouzieri* were always in the advantage of acting as the intraguild predator upon *T. notata* of
1228 the same age or younger. The high rate of intraguild predation, in favor of *C. Montrouzieri*,
1229 between larvae of the same instar could be related to the amount of wax coat and size of the larvae.
1230 Besides lacking the wax coat protection, younger *T. notata* larvae are smaller than *C. Montrouzieri*
1231 larvae of the same instar, and those factors confer an advantage to the exotic lady beetle species.
1232 Similarly, other studies showed that when intraguild predation occurred, larger individuals usually
1233 win the battles (Lucas *et al* 1998, Félix & Soares 2004, Rocca *et al* 2017). In addition, the body
1234 size is often mentioned as one of the most important factors affecting the result of intraguild
1235 predation in Coccinellidae (Félix & Soares 2004, Katsanis *et al* 2013, Kundoo & Khan 2017). In
1236 general, smaller individuals are the intraguild prey between coccinellids (Rondoni *et al* 2012).
1237 Ware & Majerus (2008) evaluated the intraguild predation between larvae of the same instar of *H.*
1238 *axyridis* and 12 other coccinellid species. In that study they found that *H. axyridis* was the
1239 intraguild predator in most of the cases, except when paired with *Anatis ocellata* (L.), which larvae
1240 are larger than *H. axyridis* and have dorsal spines, so they were less attacked upon the competitor
1241 and *H. axyridis* became the intraguild prey in this case.

1242 Intraguild predation was also common upon eggs of both lady beetle species. Asymmetries
1243 were also in favor of *C. Montrouzieri*, in which adults and larvae consumed more eggs of *T. notata*
1244 than the other way around. In fact, *C. Montrouzieri* adults consumed 100% of *T. notata* eggs, and
1245 larva *C. Montrouzieri* (LII-LIV) also consumed more than 80% of *T. notata* eggs in within 24h of

1246 exposure. On the other hand, *T. notata* adults and LIV predation upon *C. montrouzieri* eggs was
1247 about 50%. This could be related to some kind of chemical protection present on the eggs of *C.*
1248 *montrouzieri* (Brown & Moore 1982), so they were less consumed by *T. notata*. Similarly, Gkounti
1249 *et al* (2015) found that *C. montrouzieri* adults consumed promptly the eggs of *Nephus includens*
1250 Kirsch, but this latter attacked fewer eggs of *C. montrouzieri*. This also occurred with *H. axyridis*
1251 after introduction in the United States, which consumed high numbers of eggs of two native
1252 species, *Olla v-nigrum* (Mulsant) and *C. maculata*, but the contrary did not occur. The authors also
1253 mentioned that the lower predation upon the eggs of *H. axyridis* was related to alkaloids, which
1254 protected the eggs from predators. Daloze *et al* (1995) suggested that alkaloids confer chemical
1255 protection to all developmental stages of coccinellids, in which females can transfer those
1256 compounds to the eggs. In *Adalia bipunctata* L., the alkaloid adaline was detected on all
1257 developmental stages of this species (Lognay *et al* 1996). It is not known whether there are
1258 alkaloids on the eggs of *C. montrouzieri* or *T. notata*, but Brown & Moore (1982) found such
1259 chemicals (e.g. eufococcine and piperidine) in *C. montrouzieri* adults and larvae.

1260 The lady beetle species used in the current study are native (*T. notata*) and exotic (*C.*
1261 *montrouzieri*) to South America. In the tests performed in our study, the latter was a better predator
1262 than the native one. In this context, other studies showed that exotic coccinellid species often prey
1263 upon the young of indigenous species trying to survive and reduce the competition in the new
1264 habitat (Pell *et al* 2008, Kenis *et al* 2016). It is important to remember that even though there is
1265 some intraguild predation between the lady beetles, the eggs of many coccinellids are protected by
1266 defensive alkaloids and other chemical compounds specifics of each species as previously
1267 mentioned (Ware *et al* 2008, Katsanis *et al* 2013, Khan & Yoldas 2018, Castro-Guedes *et al* 2020).
1268 This indicates that lady beetle egg predation is ubiquitous in the environment, hence, driving
1269 evolution for egg defense. These chemicals make the eggs unpalatable (Cottrell 2004, Sato &

1270 Dixon 2004). These compounds, and can also be found in older life stages of coccinellids (Pasteels
1271 *et al* 1973, Hemptinne & Dixon 2000). On the other hand, the alkaloids that work as a defense
1272 against intraguild predation might work as an attractive to conspecific individuals, which are not
1273 affected by those compounds resulting in cannibalism (Omkar *et al* 2004, Kajita *et al* 2010, Paul *et*
1274 *al* 2018).

1275 Regarding chemical protection in lady beetles, studies have shown that they can sequester
1276 toxic compounds from plants through feeding on pollen as well as through prey (e.g mealybugs
1277 and aphids). These toxic compounds are stored and used against their natural enemies and
1278 competitors (Daloze *et al* 1995, Pasteels 2007). Indeed, many coccinellids have aposematic
1279 coloration, a visual signal to warn predators that those species are inedible (King & Meinwald
1280 1996). In our study, *T. notata* adults have dull coloration with light yellow eggs, but *C.*
1281 *montrouzieri* adults are brown to reddish color and their eggs are bright yellow in comparison to *T.*
1282 *notata* ones. This might be related to chemical defenses in eggs the exotic species, and may be
1283 addressed in further research.

1284 Other intraguild predation studies with *C. montrouzieri* also showed that larvae and adults
1285 of this species act as the intraguild predator. Gkounti *et al* (2015) found strong intraguild predation
1286 of *C. montrouzieri* upon larvae and pupae of *N. includens*. Chong & Oetting (2007) found a
1287 reduction from 13 to 6% in parasitism of *P. citri* by *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera:
1288 Encyrtidae) when *C. montrouzieri* was present in the same habitat. Similarly, Dinesh &
1289 Venkatesha (2014) found that *C. montrouzieri* preyed upon larvae of *Spalgis epius* (Lepidoptera:
1290 Lycaenidae), and suggested that they should be used in biological control only when prey density
1291 is high. Thus, the action of exotic lady beetles species on indigenous species can be negative,
1292 reducing the population of the latter or even causing the displacement of them as a result of
1293 intraguild predation and competition when the preferred preys are absent in the area.

1294 Interestingly, when we looked at the intraguild predation upon pre-pupae and pupae of
1295 either studied species, there was no predation by adults, even though these life stages are sessile.
1296 Previous studies suggested that pre-pupae and pupae of coccinellids use different defense
1297 mechanisms against predators such as behavioral, chemical, and physical protection making them
1298 less susceptible to predation (Majerus *et al* 2007, Pell *et al* 2008). For instance, Majerus *et al*
1299 (2007) showed that pre-pupae and pupae of coccinellids display a pupal flicking behavior in
1300 response to tactile stimuli, raising the terminal portion of their abdomen. Also, some species such
1301 as *T. notata* and *C. montrouzieri* produce wax filaments to cover the body of larvae, pre-pupae, and
1302 pupae, working as a physical and chemical defense against predators. Furthermore, some species
1303 show reflexive bleeding behavior, releasing an unpalatable fluid and distressful odor when
1304 attacked. Thus, for the species we tested, the avoidance in intraguild predation upon pre-pupae and
1305 pupae is possibly related to the presence of wax filaments and reflexive bleeding, but not to pupal
1306 flicking, since this behavior was not observed in our trials. Further studies are underway to identify
1307 the chemical composition of the wax filaments in *T. notata* and *C. montrouzieri*, its relation to the
1308 prey species they feed on, and their predatory capacity upon those prey species.

1309 We found that under prey scarcity, the lady beetles can have negative interactions with
1310 conspecific individuals, resulting in cannibalism upon eggs and younger larvae. Besides, there
1311 could be intraguild predation between species, predominantly by the exotic *C. montrouzieri* upon
1312 the indigenous *T. notata* species. In this case, there is an asymmetric interaction in favor of *C.*
1313 *montrouzieri*, which can become a threat to native species in habitats where they mutually occur
1314 and the preferred prey is not enough to feed both predator species *ad libitum*. Prior to this work,
1315 our research group has investigated the thermal requirements and predation potential of *T. notata*
1316 (Ferreira *et al* 2020) and used the CLIMEX model to estimate the global geographic distribution of
1317 *T. notata* and *C. montrouzieri* (Ferreira 2019) based on climatic conditions and thermal

1318 requirements of both predators. We found that both studied species could occur in tropical and
1319 subtropical areas, in the same habitat, and prey upon the same prey. Nevertheless, based on the
1320 present study we found that if the prey is not abundant *C. montrouzieri* wins the competition with
1321 *T. notata* and has a negative impact on its population under laboratory sets. This is the first report
1322 to show these interactions between *C. montrouzieri* and *T. notata*; hence, it is essential to preview
1323 the possible success or failure for the biological control of mealybugs where both of these lady
1324 beetle species occur simultaneously.

1325

1326 **Acknowledgments**

1327 The authors would like to thank Dr. Robert C. Venette from the USDA, which read and edited an
1328 earlier version of this manuscript. The present work was financed by the “Coordenação de
1329 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)” – Finance Code 001 with grant to CMO
1330 through CAPES/PROEX.

1331

1332 **Author contribution**

1333 Christian S. A. Silva-Torres: Supervision, Conceptualization, Writing -review & editing. Cynara
1334 Moura de Oliveira: Methodology, Data curation. Nataly De la Pava: Methodology, Data curation.
1335 Jorge B. Torres: Software, Writing-review & editing.

1336

1337 **Conflict of Interest Statement**

1338 The authors declare that they have no conflict of interest.

1339

1340 **References**

1341

1342 Agarwala BK, Dixon AFG (1992) Laboratory study of cannibalism and interspecific predation in
1343 ladybirds. *Ecol Entomol* 17(4):303–309. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1992.tb01062.x>

1344 Aleosfoor M, Mortazavi N, Poorkashkooli M (2014) Comparison cannibalistic behavior between
1345 two ladybirds, *Coccinella septempunctata* L. and *Hippodamia variegata* (Goeze) under laboratory
1346 experiments. *Mun Ent Zool* 9:645–650

1347 Arim M, Marquet PA (2004) Intraguild predation: A widespread interaction related to species
1348 biology. *Ecol Lett* 7: 557–564. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00613.x>

1349 Barbosa PRR, Oliveira MD, Giorgi JA, Silva-Torres CSA, Torres JB (2014) Predatory behavior
1350 and life history of *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae) under variable prey
1351 availability conditions. *Fla Entomol* 97(3):1026–1034. <https://doi.org/10.1653/024.097.0304>

1352 Boettner GH, Elkinton JS, Boettner CJ (2000) Effects of a biological control introduction on three
1353 nontarget native species of saturniid moths. *Conserv Biol* 14(6):1798–1806.
1354 <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99193.x>

1355 Bonani JP, Souza B, Santa-Cecília LVC, Correa LRB (2009) Aspectos biológicos de *Chrysoperla*
1356 *externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Planococcus citri* (Risso,
1357 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) e *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera:
1358 Aphididae). *Cienc e Agrotecnologia* 33(1):31–38. [https://doi.org/10.1590/s1413-](https://doi.org/10.1590/s1413-70542009000100004)
1359 [70542009000100004](https://doi.org/10.1590/s1413-70542009000100004)

1360 Brown VW, Moore BP, (1982) The defensive alkaloids of *Cryptolaemus montrouzieri*
1361 (Coleoptera: Coccinellidae). *Aust J Chem* 35:1255–1261. <https://doi.org/10.1071/CH9821255>

1362 Burgio G, Santi F, Maini S, (2002) On intra-guild predation and cannibalism in *Harmonia*
1363 *axyridis* (Pallas) and *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). *Biol Control* 24: 110–116.

1364 [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(02\)00023-3](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(02)00023-3)

1365 Castro CF, Almeida LM, Penteadó SRC (2011) The impact of temperature on biological aspects
1366 and life table of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) Fla Entomol 94(4):923–
1367 932. <https://doi.org/10.1653/024.094.0429>

1368 Castro-Guedes CF, Almeida LM, Moura MO (2020) Asymmetric intraguild predation of
1369 *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) on a native Coccinellidae guild.
1370 Rev Bras Entomol 64(1):1–7. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2019-69>

1371 Chong JH, Oetting RD (2007) Intraguild predation and interference by the mealybug predator
1372 *Cryptolaemus montrouzieri* on the parasitoid *Leptomastix dactylopii*. Biocontrol Sci Technol
1373 17(9):933–944. <https://doi.org/10.1080/09583150701596305>

1374 Colunga-García M, Gage SH (1998) Arrival, establishment, and habitat use of the multicolored
1375 Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) in a Michigan landscape. Environ Entomol 27(6):
1376 1574–1580. <https://doi.org/10.1093/ee/27.6.1574>

1377 Cottrell TE (2004) Suitability of exotic and native lady beetle eggs (Coleoptera: Coccinellidae)
1378 for development of lady beetle larvae. Biol Control 31(3):362–371.
1379 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.06.004>

1380 Crawley MJ (2012) The R book. New York, NY: John Wiley & Sons Ltd

1381 Crookes S, DeRoy EM, Dick JTA, MacIsaac HJ (2019) Comparative functional responses of
1382 introduced and native ladybird beetles track ecological impact through predation and competition.
1383 Biol Invasions 21:519–529. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1843-8>

1384 Crowder DW, Snyder WE (2010) Eating their way to the top? Mechanisms underlying the success
1385 of invasive insect generalist predators. Biol Invasions 12:2857–2876.

1386 <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9733-8>

1387 Culik MP, Martins, DS, Junior JSZ., Fornazier MJ, Ventura JA, Peronti ALBG, Zanuncio JC
1388 (2013) The invasive hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae)
1389 and its recent range expansion in Brazil. Fla Entomol 96:638–640

1390 Daloze D, Braekman JC, Pasteels JM (1995) Ladybird defence alkaloids: Structural,
1391 chemotaxonomic and biosynthetic aspects (Col.: Coccinellidae). Chemoecology 6:173–183.
1392 <https://doi.org/10.1007/BF01240602>

1393 Dinesh AS, Venkatesha MG (2014) Inter- and intraspecific interactions in two mealybug
1394 predators *Spalgis epius* and *Cryptolaemus montrouzieri* in the presence and absence of prey. Bull
1395 Entomol Res 104: 48–55. <https://doi.org/10.1017/S0007485313000485>

1396 Dixon AFG (2000) Insect predator–prey dynamics: ladybird beetles and biological control, First.
1397 ed. Cambridge University Press, New York, p 268

1398 Dreyer BS, Neuenschwander P, Baumgärtner J, (Dorn S 1997) Trophic influences on survival,
1399 development and reproduction of *Hyperaspis notata* (Col., Coccinellidae). J Appl Entomol
1400 121:249–256. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1997.tb01401.x>

1401 Elliott N, Kieckhefer R, Kauffman W (1996) Effects of an invading coccinellid on native
1402 coccinellids in an agricultural landscape. Oecologia 105:537–544.
1403 <https://doi.org/10.1007/BF00330017>

1404 Félix S, Soares AO (2004) Intraguild predation between the aphidophagous ladybird beetles
1405 *Harmonia axyridis* and *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): The role of
1406 body weight. Eur J Entomol 101: 237–242. <https://doi.org/10.14411/eje.2004.032>

1407 Ferreira LF (2019) Resposta biológica e de predação de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant)

1408 (Coleoptera: Coccinellidae) sob diferentes temperaturas e presas e uso do Climex para prever sua
1409 distribuição geográfica. Dissertação. Universidade Federal Rural de Pernambuco

1410 Ferreira LF, Silva-Torres CSA, Venette RC, Torres JB (2020) Temperature and prey assessment
1411 on the performance of the mealybug predator *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae).
1412 Austral Entomol 59:178–188. <https://doi.org/10.1111/aen.12438>

1413 Follett PA, Duan J, Messing RH, Jones VP (2000) Parasitoid drift after biological control
1414 introductions: re-examining Pandora’s box. Am Entomol 46:82–94.

1415 Gagné I, Coderre D, Mauffette Y (2002) Egg cannibalism by *Coleomegilla maculata lengi*
1416 neonates: Preference even in the presence of essential prey. Ecol Entomol 27(3):285–291.
1417 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2002.00412.x>

1418 Gkounti VT, Savopoulou-Soultani M, Milonas PG (2015) Intra- and interspecific interactions
1419 between *Nephus includens* and *Cryptolaemus montrouzieri*. J Appl Entomol 139(9):647–653.
1420 <https://doi.org/10.1111/jen.12208>

1421 Hemptinne JL, Dixon AFG (2000) Defence, oviposition and sex: Semiochemical parsimony in
1422 two species of ladybird beetles (Coleoptera, Coccinellidae)? A short review. Eur J Entomol
1423 97(4):443–447. <https://doi.org/10.14411/eje.2000.068>

1424 Hokkanen H, Pimentel D (1984) New approach for selecting biological control agents. Can
1425 Entomol 116:1109–1121

1426 Hokkanen HMT, Pimentel D, (1989) New associations in biological control: theory and practice.
1427 Can Entomol 121(10):829–840. <https://doi.org/10.4039/Ent119605-7>

1428 Kajita Y, Obrycki JJ, Sloggett JJ, Haynes KF (2010) Intraspecific alkaloid variation in ladybird
1429 eggs and its effects on con- and hetero-specific intraguild predators. Oecologia 163(2): 313–322.

1430 <https://doi.org/10.1007/s00442-009-1551-2>

1431 Katsanis A, Babendreier D, Nentwig W, Kenis M (2013) Intraguild predation between the
1432 invasive ladybird *Harmonia axyridis* and non-target European coccinellid species. *BioControl*
1433 58(1):73–83. <https://doi.org/10.1007/s10526-012-9470-2>

1434 Kenis M, Adriaens T, Brown PMJ, Katsanis A, Martin GS, Branquart E, Maes D, Eschen R,
1435 Zindel R, Van Vlaenderen J, Babendreier D, Roy HE, Hautier L, Poland RL (2016) Assessing the
1436 ecological risk posed by a recently established invasive alien predator: *Harmonia axyridis* as a
1437 case study. *BioControl* 62(3):341–354. <https://doi.org/10.1007/s10526-016-9764-x>

1438 Kenis M, Auger-Rozenberg MA, Roques A, Timms L, Péré C, Cock MJW, Settele J, Augustin S,
1439 Lopez-Vaamonde C. (2009) Ecological effects of invasive alien insects. *Biol Invasions* 11(1):21–
1440 45. <https://doi.org/10.1007/s10530-008-9318-y>

1441 Khan MH, Yoldas Z (2018) Cannibalistic behavior of aphidophagous coccinellid, *Hippodamia*
1442 *variegata* (Goeze, 1777) (Coleoptera: Coccinellidae). *Turkiye Entomoloji Derg* 42(3): 175–184.
1443 <https://doi.org/10.16970/entoted.397666>

1444 King AG, Meinwald J (1996) Review of the defensive chemistry of coccinellids. *Chem Rev*
1445 96(3):1105–1122 <https://doi.org/10.1021/cr950242v>

1446 Kundoo AA, Khan AA (2017) Coccinellids as biological control agents of soft bodied insects: A
1447 review *J Entomol Zool Stud* 5:1362–1373

1448 Lima MS, Santos DS (2018) Registro de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera:
1449 Coccinellida) predando *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) em
1450 Alagoas. *Rev Ciência Agrícola* 16(3): 75–77. <https://doi.org/10.28998/rca.v16i3.4828>

1451 Lognay G, Hemptinne JL, Chan FY, Gaspar C, Marlier M, Braekman JC, Daloze D, Pasteels JM

1452 (1996) Adalinine, a new piperidine alkaloid from the ladybird beetles *Adalia bipunctata* and
1453 *Adalia decempunctata*. J Nat Prod 59(5):510–511. <https://doi.org/10.1021/np960129f>

1454 Louda SM (1998) Population growth of *Rhinocyllus conicus* (Coleoptera: Curculionidae) on two
1455 species of native thistles in prairie. Environ Entomol 27(4):834–841.
1456 <https://doi.org/10.1093/ee/27.4.834>

1457 Lucas È, Coderre D, Brodeur J (1998) Intraguild predation among aphid predators:
1458 Characterization and influence of extraguild prey density. Ecology 79(3):1084–1092.
1459 [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[1084:IPAAPC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[1084:IPAAPC]2.0.CO;2)

1460 Majerus MEN, Sloggett, JJ, Godeau JF, Hemptinne JL (2007) Interactions between ants and
1461 aphidophagous and coccidophagous ladybirds. Popul Ecol 49:15–27.
1462 <https://doi.org/10.1007/s10144-006-0021-5>

1463 Obrycki JJ, Giles KL, Ormord AM (1998a) Interactions between an introduced and indigenous
1464 coccinellid species at different prey densities. Oecologia 117(5):279–285.
1465 <https://doi.org/10.1007/s004420050659>

1466 Obrycki JJ, Giles KL, Ormord AM (1998b) Experimental assessment of interactions between
1467 larval *Coleomegilla maculata* and *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) in field
1468 cages. Environ Entomol 27(5):1280–1288. <https://doi.org/10.1093/ee/27.5.1280>

1469 Omkar, Pervez A, Gupta AK (2004) Role of surface chemicals in egg cannibalism and intraguild
1470 predation by neonates of two aphidophagous ladybirds, *Propylea dissecta* and *Coccinella*
1471 *transversalis*. J Appl Entomol 128:691–695. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2004.00913.x>

1472 Pasteels JM (2007) Chemical defence, offence and alliance in ants-aphids-ladybirds relationships.
1473 Popul Ecol 49:5–14. <https://doi.org/10.1007/s10144-006-0023-3>

1474 Pasteels JM, Deroe C, Tursch B, Braekman JC, Daloz D, Hootele C (1973) Distribution et
1475 activités des alcaloïdes défensifs des Coccinellidae. *J Insect Physiol* 19:1771–1784.
1476 [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(73\)90046-2](https://doi.org/10.1016/0022-1910(73)90046-2)

1477 Paul SC, Stevens M, Burton J, Pell JK, Birkett MA, Blount JD (2018) Invasive egg predators and
1478 food availability interactively affect maternal investment in egg chemical defense. *Front Ecol*
1479 *Evol.* 6:1–10. <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00004>

1480 Pell JK, Baverstock J, Roy HE, Ware RL, Majerus MEN (2008) Intraguild predation involving
1481 *Harmonia axyridis*: A review of current knowledge and future perspectives. *BioControl* 53:147–
1482 168. <https://doi.org/10.1007/s10526-007-9125-x>

1483 Phoofolo MW, Obrycki JJ, (1998) Potential for intraguild predation and competition among
1484 predatory Coccinellidae and Chrysopidae. *Entomol Exp Appl* 89:47–55.
1485 <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1998.00380.x>

1486 Pimentel D, Lach L, Zuniga R, Morrison D (2000) Environmental and economic costs of
1487 nonindigenous species in the United States. *Bioscience* 50(1):53–65.
1488 [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0053:EAECON\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0053:EAECON]2.3.CO;2)

1489 Polis GA, Myers CA, Holt RD (1989) The ecology and evolution of intraguild predation:
1490 Potential competitors that eat each other. *Annu Rev Ecol Syst* 20:297–330

1491 R Development Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R
1492 Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.

1493 Rocca M, Rizzo E, Greco N, Sánchez N (2017) Intra- and interspecific interactions between
1494 aphidophagous ladybirds: the role of prey in predator coexistence. *Entomol Exp Appl*
1495 162(3):284–292. <https://doi.org/10.1111/eea.12527>

1496 Rondoni G, Onofri A, Ricci C, (2012) Laboratory studies on intraguild predation and cannibalism
1497 among coccinellid larvae (Coleoptera: Coccinellidae). Eur J Entomol 109:353–362.
1498 <https://doi.org/10.14411/eje.2012.046>

1499 Ruberson JR, Tauber MJ, Tauber CA (1986) Plant feeding by *Podisus maculiventris* (Heteroptera:
1500 Pentatomidae): effect on survival, development, and preoviposition period. Environ Entomol
1501 15:894–897. <https://doi.org/10.1093/ee/15.4.894>

1502 Sanches NF, Carvalho RS (2010) Procedimentos para manejo da criação e multiplicação do
1503 predador exótico *Cryptolaemos montrouzieri*. Circ Técnica 99 - Embrapa 1–5

1504 SAS Institute (2001) SAS/STAT User`s Guide: statistic version 8 for Windows. Cary, NC

1505 Sato S, Dixon AFG (2004) Effect of intraguild predation on the survival and development of three
1506 species of aphidophagous ladybirds: Consequences for invasive species. Agric For Entomol 6:21–
1507 24. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9555.2004.00197.x>

1508 Schausberger P, Croft BA (2000) Nutritional benefits of intraguild predation and cannibalism
1509 among generalist and specialist phytoseiid mites. Ecol Entomol 25:473–480.
1510 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2000.00284.x>

1511 Tapajós SJ, Lira R., Silva-Torres CSA, Torres JB, Coitinho RLCB (2016) Suitability of two
1512 exotic mealybug species as prey to indigenous lacewing species. Biol Control 96:93–100.
1513 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.02.005>

1514 Tavares AM, Torres JB, Silva-Torres CSA, Vacari AM (2013) Behavior of *Montandoniola*
1515 *confusa* Streito & Matocq (Hemiptera: Anthocoridae) preying upon gall-forming thrips
1516 *Gynaikothrips ficorum* Marchal (Thysanoptera: Phlaeothripidae). Biol Control 67:328–336.
1517 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.09.004>

1518 Van Lenteren JC, Babendreier D, Bigler F, Burgio G, Hokkanen HMT, Kuske S, Loomans AJM,
1519 Menzler-Hokkanen I, Van Rijn PCJ, Thomas MB, Tommasini MG, Zeng QQ (2003)
1520 Environmental risk assessment of exotic natural enemies used in inundative biological control.
1521 BioControl 48:3–38. <https://doi.org/10.1023/A:1021262931608>

1522 Ware RL, Majerus MEN (2008) Intraguild predation of immature stages of British and Japanese
1523 coccinellids by the invasive ladybird *Harmonia axyridis*. BioControl 53:169–188.
1524 <https://doi.org/10.1007/s10526-007-9135-8>

1525 Ware RL, Ramon-Portugal F, Magro A, Ducamp C, Hemptinne JL, Majerus MEN (2008)
1526 Chemical protection of *Calvia quatuordecimguttata* eggs against intraguild predation by the
1527 invasive ladybird *Harmonia axyridis*. BioControl 53:189–200. [https://doi.org/10.1007/s10526-](https://doi.org/10.1007/s10526-007-9129-6)
1528 [007-9129-6](https://doi.org/10.1007/s10526-007-9129-6)

1529 Wheeler AG, Hoebeke ER (1995) *Coccinella novemnotata* in northeastern north america :
1530 historical occurrence and current status (coleoptera : coccinellidae). Proc Entomol Soc Washingt
1531 97:701–716

1532

1533

1534

1535

1536

1537

1538

1539

1540

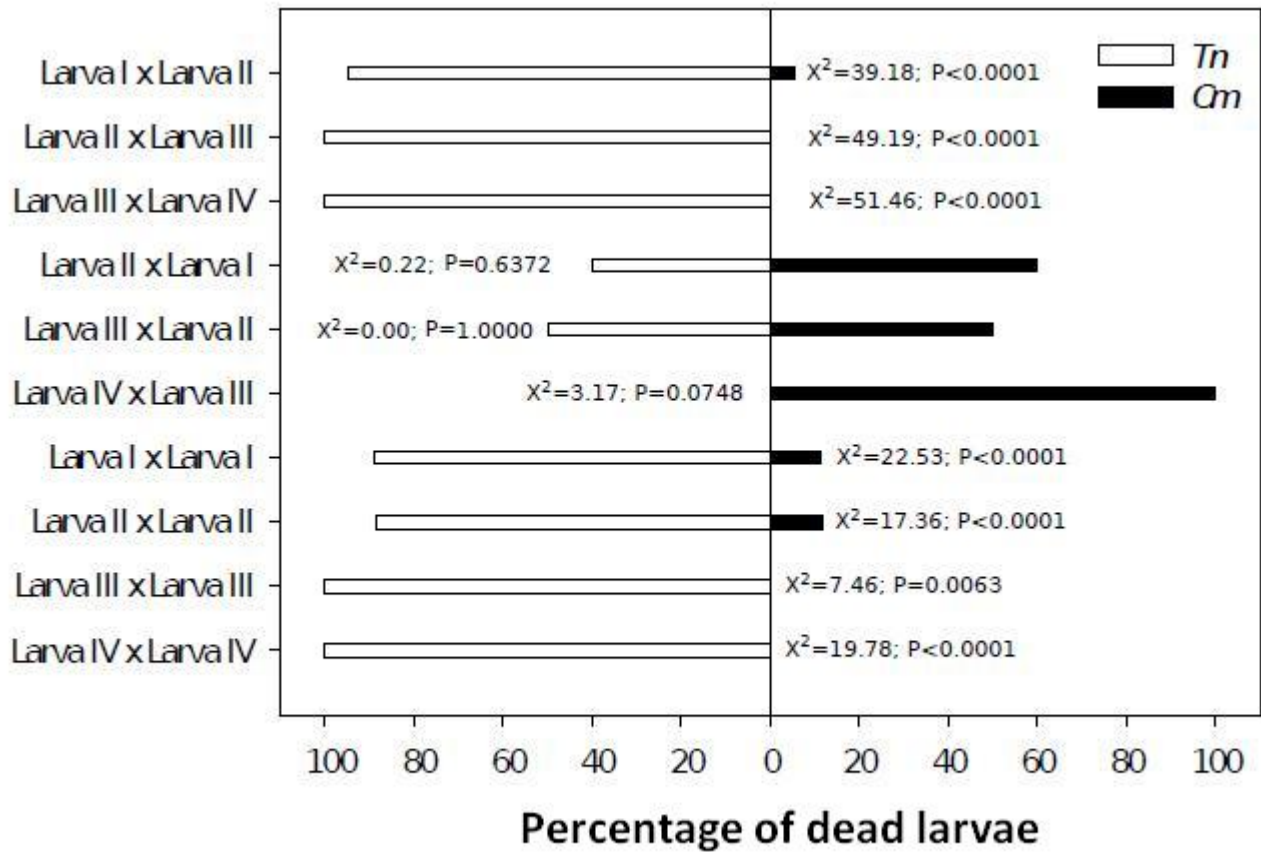
1541 Table 1 Mean percentage (\pm SE) cannibalism along the time (6-24 hours) between larvae of same
 1542 instar (LI-LIV) of *Tenuisvalvae notata* and *Cryptolaemus montrouzieri*. There was no cannibalism
 1543 at 1h interval for all pairings.

Species*	Instars	Time (hours)			
		6	8	12	24
<i>T. notata</i>	I	7.5 \pm 5.47a	15.0 \pm 6.38 a	25.0 \pm 5.47 a	65.0 \pm 6.38 a
	II	0 a	0 b	2.5 \pm 2.5 b	5.0 \pm 3.44 b
	III	0 a	0 b	2.5 \pm 2.5 b	5.0 \pm 3.44 b
	IV	0 a	0 b	2.5 \pm 2.5 b	5.0 \pm 3.44 b
<i>C. montrouzieri</i>	I	0	2.5 \pm 2.5 a	17.5 \pm 6.56 a	55.0 \pm 8.03 a
	II	0	0 a	0 b	20.0 \pm 5.62 b
	III	0	0 a	0 b	7.5 \pm 4.09 b
	IV	0	0 a	0 b	7.5 \pm 4.09 b

1544 * Means followed by the same letter within the column for the same species did not differ by the
 1545 Tukey HSD test ($P > 0.05$).

1546

1547



1548

1549 Fig 1 Percentage intraguild predation between larvae (LI-LIV instar) of *Tenuisvalvae notata* (*Tn*),
 1550 and *Cryptolaemus montrouzieri* (*Cm*), paired for 24h in the absence of prey.
 1551

1552

1553

1554

1555

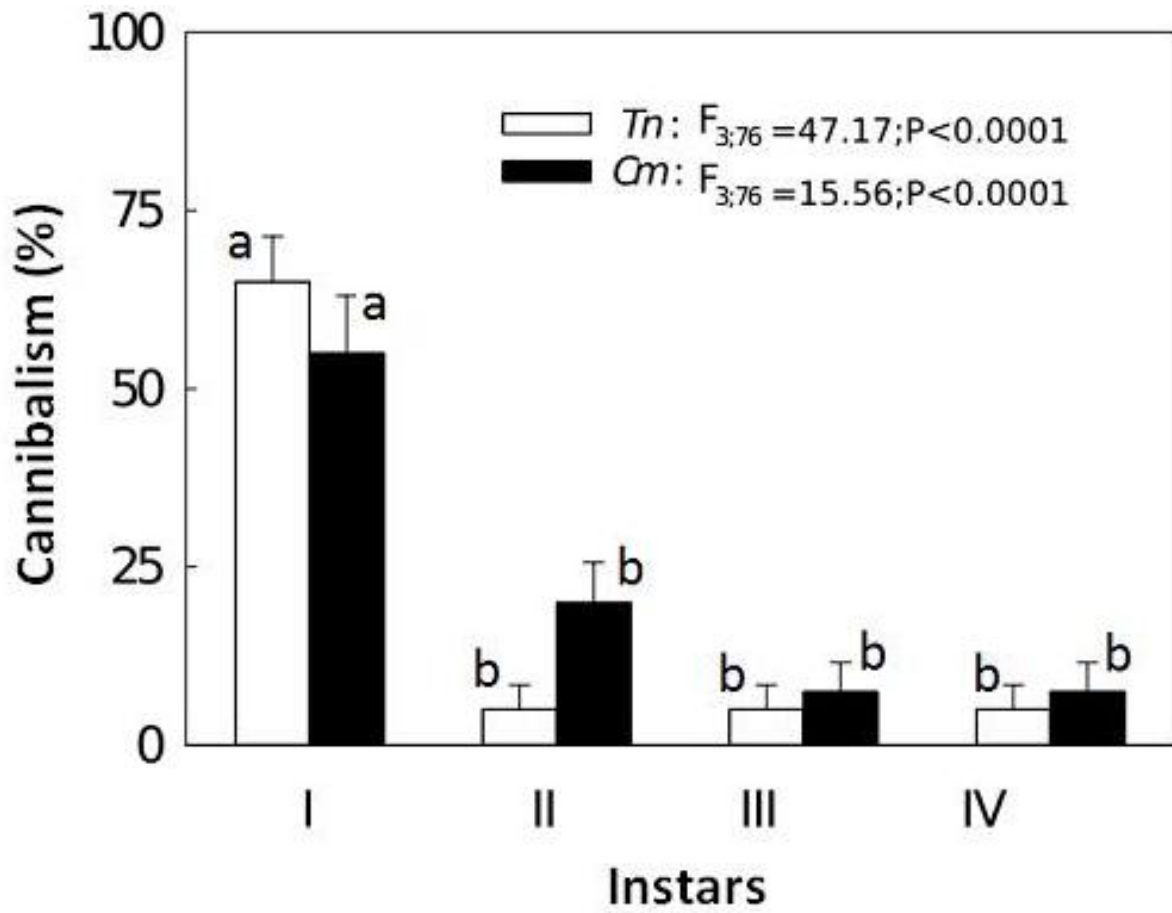
1556

1557

1558

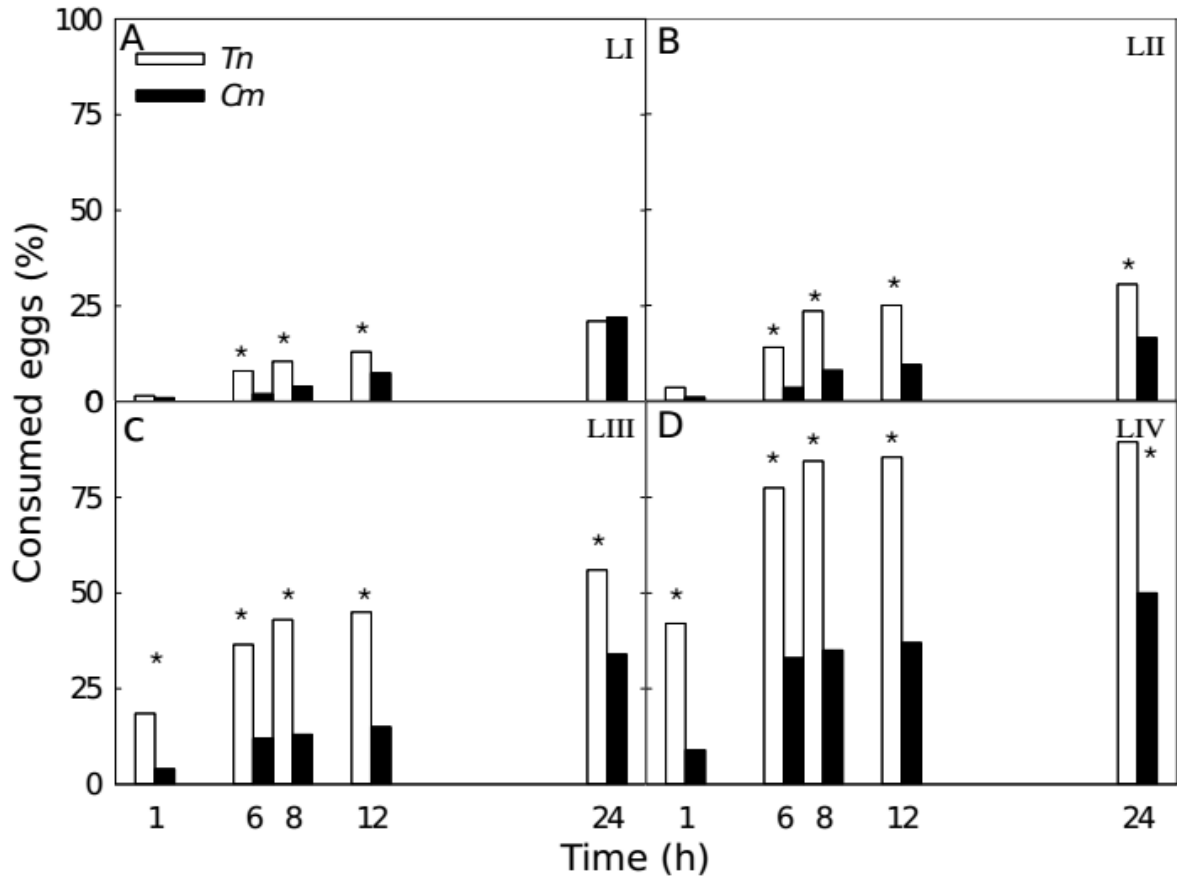
1559

1560
1561



1562
1563 Fig 2 Cannibalism percentage (%) between larvae (LI-LIV instar) of *Tenuisvalvae notata* (*Tn*), and
1564 *Cryptolaemus montrouzieri* (*Cm*), paired for 24h in the absence of prey. Bars followed by the same
1565 letters within the species do not differ by the Tukey HSD test ($P > 0.05$).

1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572



1574

1575 Fig 3 Percentage of eggs consumed of *Tenusivalvae notata* (*Tn*) and *Cryptolaemus montrouzieri*
 1576 (*Cm*) by larvae (LI-LIV: instar a-d) of *Tn*. *Indicates difference between cannibalism and
 1577 intraguild predation upon eggs within each time interval by the Tukey HSD test ($P < 0.05$).

1578

1579

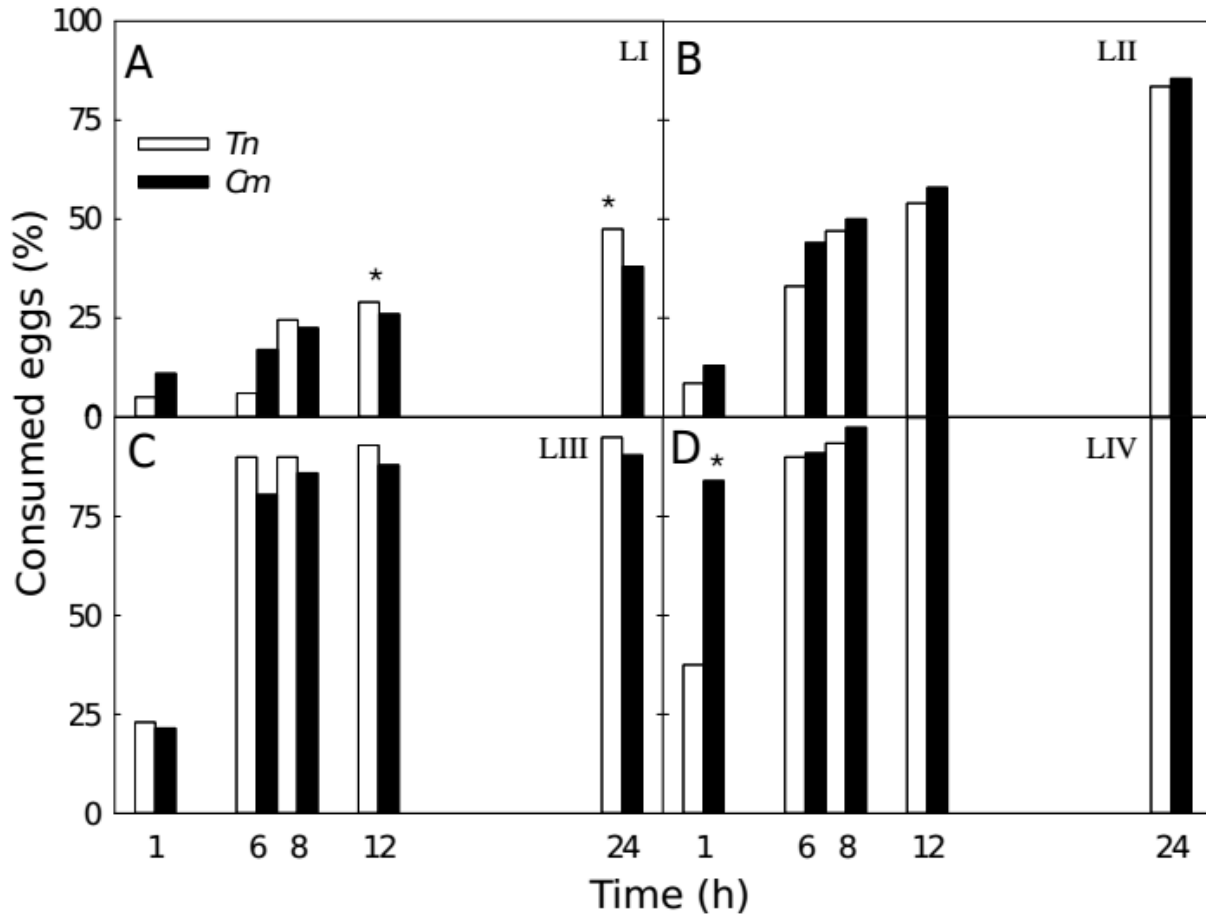
1580

1581

1582

1583

1584



1585

1586 Fig 4 Percentage of eggs consumed of *Tenuisvalvae notata* (*Tn*) and *Cryptolaemus montrouzieri*
 1587 (*Cm*) by larvae (LI-LIV: instar a-d) of *Cm*. *Indicates significant difference between cannibalism
 1588 and intraguild predation upon eggs within each time interval by the Tukey HSD test (P < 0.05).

1589

1590

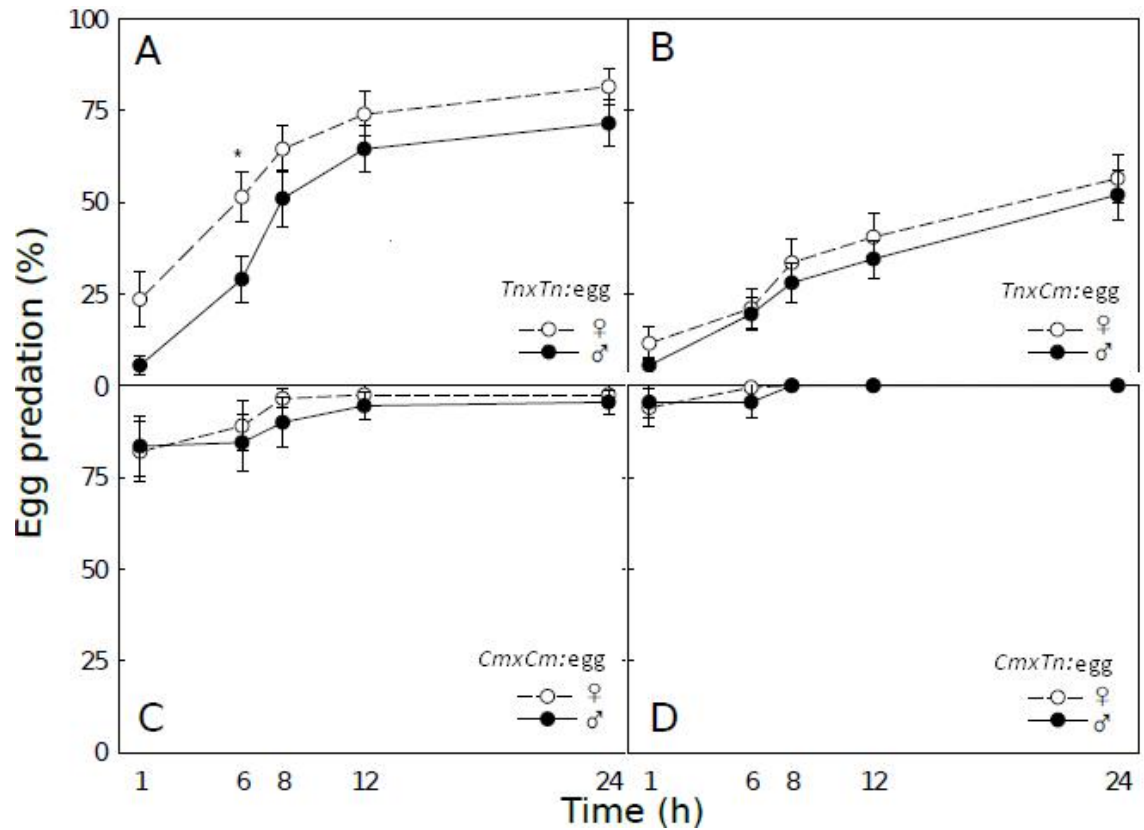
1591

1592

1593

1594

1595



1596

1597 Fig 5 Percentage of egg predation by adults (males and females) of *Tenuisvalvae notata* (Tn) and
 1598 *Cryptolaemus montrouzieri* (Cm) subjected to intraspecific (a-c: cannibalism) and interspecific (b-
 1599 d: intraguild predation) interactions. *Indicates significant difference in egg predation between
 1600 male and female by the Tukey HSD test (P < 0.05).

1601

1602

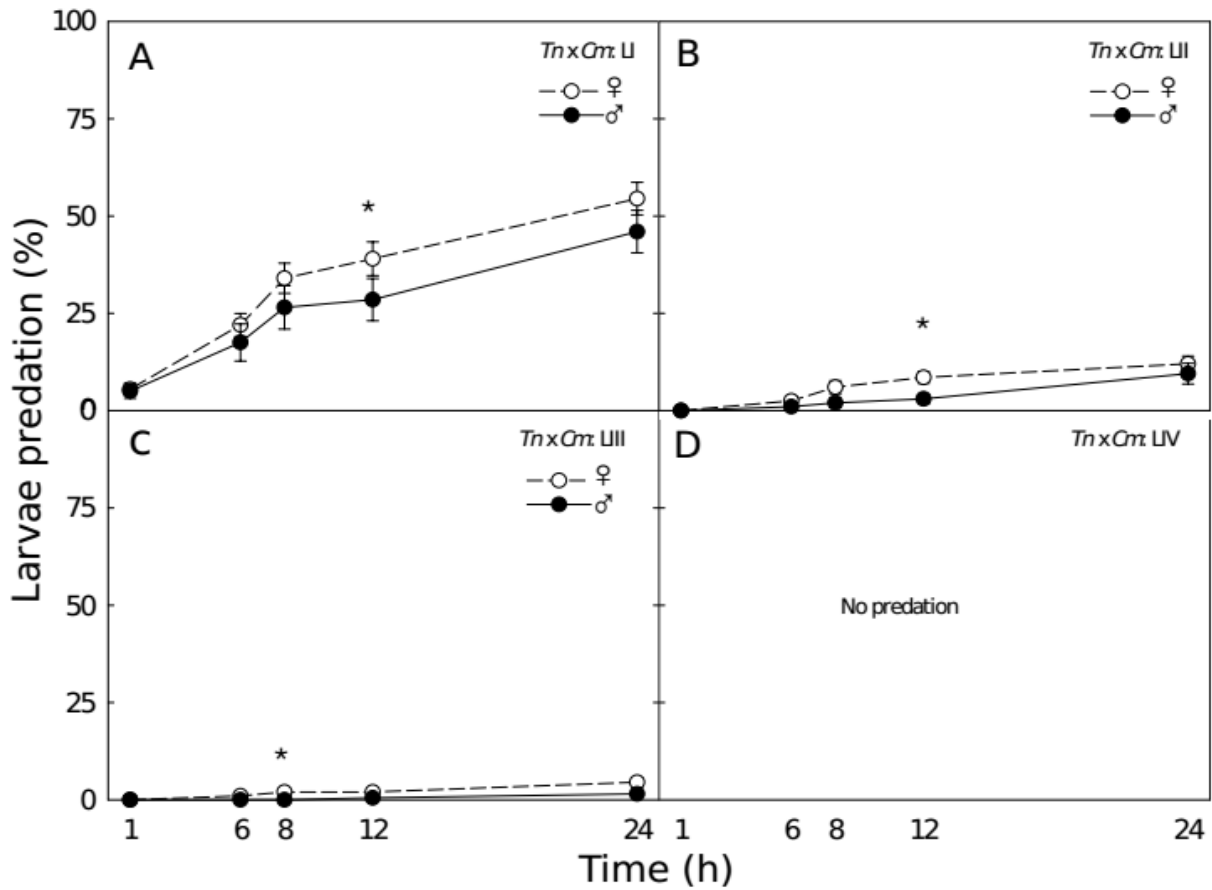
1603

1604

1605

1606

1607



1608

1609 Fig 6 Predation (%) of *Cryptolaemus montrouzieri* (Cm) larvae (LI-LIV: a-d) by males and females
 1610 of *Tenuisvalvae notata* (Tn). *Stands for difference in predation of larvae between males and
 1611 females by Tukey HSD test (P < 0.05).

1612

1613

1614

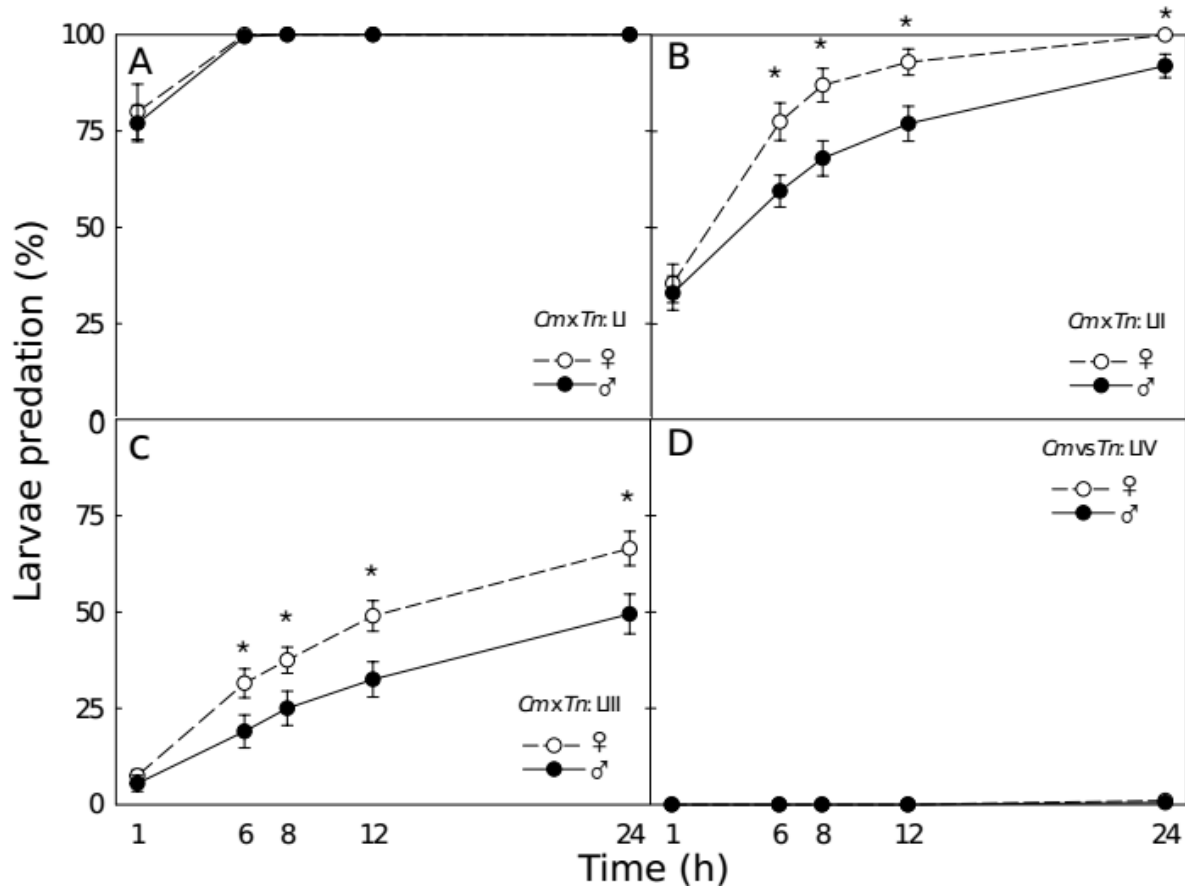
1615

1616

1617

1618

1619



1620

1621 Fig 7 Predation (%) of *Tenuisvalvae notata* (Tn) larvae (LI-LIV: a-d) by males and females of
 1622 *Cryptolaemus montrouzieri* (Cm). *Stands for difference in predation of larvae between males and
 1623 females by Tukey HSD test (P < 0.05).

1624

1625

1626

1627

1628

1629

1630

1631

1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656

CAPÍTULO 3

CRESCIMENTO POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE JOANINHAS (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS¹

CYNARA M. OLIVEIRA¹

¹Departamento de Agronomia, Fitossanidade - Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil.

¹Oliveira, C.M. Crescimento populacional de duas espécies de joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) em diferentes temperaturas

1657 RESUMO – As joaninhas *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) e *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant
1658 (Coleoptera: Coccinellidae) são consideradas importantes agentes de controle biológico de
1659 cochonilhas farinhentas. Um dos fatores que afetam o estabelecimento e o sucesso desses
1660 predadores é a temperatura, a qual impõem limites de desenvolvimento e distribuição. Neste
1661 estudo, o período de desenvolvimento e reprodução dessas joaninhas foram determinados nas
1662 temperaturas de 25 e 28 °C. Também foram estimados os parâmetros de tabela de vida de
1663 fertilidade e o número de gerações para diferentes localidades. Para ambas as espécies, o período
1664 de desenvolvimento (ovo–adulto) reduziu de 6 a 10 dias com o aumento da temperatura de 25 a 28
1665 °C. Este aumento de temperatura, no entanto, não afetou significativamente a longevidade das
1666 fêmeas e a produção de ovos. A taxa líquida de reprodução (R_0), tempo médio de geração (T) e a
1667 taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) foram significativamente superiores sob
1668 temperatura de 28 °C. A r_m variou de 0,052 a 0,063 e de 0,048 a 0,051 para *T. notata* e *C.*
1669 *montrouzieri* criadas a 25 e 28 °C, respectivamente. Além disso, *T. notata* e *C. montrouzieri* podem
1670 completar até 9 e 12 gerações anuais, respectivamente, com destaque para as localidades de
1671 Surubim e Bom Jardim, em Pernambuco, e Cruz das Almas, na Bahia, com maior número estimado
1672 de gerações devido às temperaturas mais elevadas. Esses resultados confirmam a influência direta
1673 da temperatura no desenvolvimento e distribuição dessas espécies de joaninhas, sendo importante
1674 para o controle biológico de cochonilhas-farinhentas em áreas infestadas.

1675

1676 PALAVRAS-CHAVE: Joaninha predadora, tabela de vida de fertilidade, *Cryptolaemus*
1677 *montrouzieri*, *Tenuisvalvae notata*

1678

1679

1680

1681 POPULATION GROWTH OF TWO LADYBIRDS SPECIES (COLEOPTERA:
1682 COCCINELLIDAE) UNDER DIFFERENT TEMPERATURES
1683

1684 ABSTRACT – The ladybird beetles, *Tenuisvalvae notata* (Mulsant), and *Cryptolaemus*
1685 *montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) are relevant biological control agents of
1686 mealybugs. One of the factors that affect the establishment and success of these predators is the
1687 temperature, imposing limits on their development and distribution. In this study, the period of
1688 development and reproduction of these ladybirds under the temperatures of 25 and 28 °C were
1689 estimated. Also, we estimated the parameters of fertility life tables and the number of generations
1690 in different localities of interest. For both species, the development period (egg - adult) reduced
1691 from 6 to 10 days with an increase in temperature from 25 to 28 °C. However, this increase in
1692 temperature did not significantly affect female longevity and egg production. The net reproductive
1693 rate (R_0), mean generation time (T), and intrinsic rate of increase (r_m) were statistically higher
1694 than 28 °C. The r_m varied from 0.052 to 0.063 for *T. notata* and from 0.048 to 0.051 for *C.*
1695 *montrouzieri* reared at 25 and 28 °C, respectively. Besides, *T. notata* and *C. Montrouzieri* can
1696 complete 9 and 12 generations annually, respectively, especially in Surubim and Bom Jardim, in
1697 Pernambuco, and Cruz das Almas, in Bahia, with the highest estimated number of generations due
1698 to temperatures higher. Results confirm the direct influence of temperature on the development and
1699 distribution of these ladybird beetle species, which is important to the biological control of
1700 mealybugs in infested areas.

1701
1702 KEY WORDS: Predatory ladybird, fertility life table, *Cryptolaemus Montrouzieri*, *Tenuisvalvae*
1703 *notata*

Introdução

1705
1706 Para a utilização eficiente do controle biológico aplicado é necessário conhecer aspectos
1707 relacionados à biologia e à ecologia dos inimigos naturais, que se deseja multiplicar e liberar.
1708 Alguns fatores ganham destaque, quando se fala em desenvolvimento e biologia de inimigos
1709 naturais, dentre eles: a qualidade e a quantidade do alimento, que podem impactar diretamente no
1710 desenvolvimento e potencial reprodutivo quando liberados em campo (Parajulee & Phillips 1993,
1711 Santana *et al.* 2010). Isto porque a eficiência de um predador é medida em termos de sua
1712 habilidade em localizar presas, capacidade de sobreviver quando a densidade de presas é baixa, da
1713 flexibilidade no hábito alimentar em explorar presas e alimentos alternativos, quando os
1714 preferenciais estão em escassez, da sincronia sazonal reprodutiva predador-presa e de sua
1715 capacidade de dispersão (Begon & Mortimer 1986). Outro fator é a temperatura ambiente, a qual
1716 é considerada a mais importante entre os fatores abióticos para os insetos. A temperatura pode
1717 atuar no ciclo de vida e limitar a distribuição de uma espécie por meio de seus efeitos na
1718 sobrevivência, reprodução, crescimento e interação com outras espécies (Jervis & Copland 1996,
1719 Peroni & Hernández 2011, Barbosa *et al.* 2019, Ferreira *et al.* 2020). Portanto, o conhecimento
1720 desses efeitos é essencial para o desenvolvimento de estratégias de utilização dos inimigos
1721 naturais (Pessoa *et al.* 2009).

1722 Uma ferramenta para conhecer o desempenho de predadores submetidos a uma dada
1723 condição é a estimativa dos parâmetros da tabela de vida de fertilidade, que possibilita conhecer o
1724 desenvolvimento e padrões de fertilidade e sobrevivência de insetos (Abdel-Salam & Abdel-Baky
1725 2001, Cividanes & Souza 2003, Portilla *et al.* 2014). No caso dos inimigos naturais, a análise de
1726 tabela de vida de fertilidade fornece informações úteis para o entendimento do seu potencial para o
1727 controle de pragas e, também, pode auxiliar na melhoria do processo de criação massal (Hassell
1728 1978, Carey 2001, Ahi *et al.* 2015). Assim, por meio de tabelas de vida de fertilidade pode-se

1729 estimar o crescimento de populações de insetos, tanto das pragas como de seus inimigos naturais
1730 (Rodrigues *et al.* 2003). Tais estudos proporcionam o conhecimento dos padrões temporais de
1731 mudanças dentro de uma geração determinada pela duração do desenvolvimento, razão sexual,
1732 sobrevivência e reprodução (Yu *et al.* 2005, Gómez & Polanía 2009). Os resultados permitem fazer
1733 inferências sobre como a população de um determinado inimigo natural se comportaria em uma
1734 dada situação em relação ao seu potencial biótico e de estabelecimento local, quando interagindo
1735 com outros fatores como a temperatura do ambiente.

1736 Os estudos de tabela de vida de fertilidade determinam a taxa líquida de reprodução (R_0), o
1737 intervalo de tempo entre cada geração (T) e a taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m).
1738 Estes parâmetros são aqueles empregados para estimar o crescimento populacional da espécie sob
1739 as condições do estudo (Southwood 1978, Portilla *et al.* 2014).

1740 As cochonilhas constituem um grupo de pragas estritamente fitófagas, e de grande
1741 importância econômica em virtude das perdas significativas de produção, acarretando aumento nos
1742 custos para sua prevenção ou controle (Santa-Cecília *et al.* 2002, Culik & Gullan 2005, Franco *et al.*
1743 *et al.* 2009). Entre as famílias existentes em todo o mundo, Pseudococcidae é a mais importante
1744 economicamente (Franco *et al.* 2009). No Brasil já se sabe da ocorrência de 85 espécies de
1745 Pseudococcidae, em 23 gêneros, as quais estão presentes em diversas culturas economicamente
1746 importantes, como algodão, graviola, uva, café, abacaxi, laranja, tomate, entre outras (García
1747 Morales *et al.* 2016). Ainda, o controle químico dessas cochonilhas é dificultado devido a presença
1748 de cera em seu corpo (Qin *et al.* 2014, Franco *et al.* 2009), favorecendo com isso a utilização do
1749 controle biológico. Estes insetos exibem rápido crescimento populacional devido a sua natureza
1750 polífaga, rápido desenvolvimento e alta fecundidade (Oliveira *et al.* 2014, Amutha & Dharajothi
1751 2015). Além disso, essas cochonilhas são favorecidas por fertilização das culturas para a máxima

1752 produtividade, bem como pelas altas temperaturas e déficit hídrico, ao qual as plantas são
1753 submetidas (Hogendorp *et al.* 2006, Bestete *et al.* 2017, Rhodes *et al.* 2019).

1754 Dentre as espécies de joaninhas predadoras de cochonilhas farinhentas, no Brasil, tem-se a
1755 espécie nativa, *Tenuisvalvae notata* Mulsant (Dreyer *et al.* 1997a), e a introduzida, *Cryptolaemus*
1756 *montrouzieri* Mulsant (Sanches & Carvalho 2010). Existem vários estudos sobre os parâmetros
1757 biogeográficos de *C. montrouzieri* predando determinadas espécies. Entretanto, não existem relatos
1758 destes parâmetros de tabela de vida de fertilidade para as espécies de joaninhas *T. notata* e *C.*
1759 *montrouzieri* predando *Ferrisia dasyliirii* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae), a qual é
1760 encontrada no Brasil e que vem acometendo várias culturas tais como algodão, mamão, citros,
1761 entre outras (Williams & Granara de Willink 1992, Culik *et al.* 2007, Silva-Torres 2013).

1762 Dessa forma, o trabalho buscou estimar os parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *T.*
1763 *notata* e *C. montrouzieri* predando *F. dasyliirii* e estimar os parâmetros relativos às espécies, tais
1764 como taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo de tempo de geração (T) e taxa intrínseca de
1765 crescimento populacional (r_m), quando criadas nas temperaturas de 25 e 28 °C. Também, com base
1766 nas exigências térmicas das joaninhas, estimou-se o número de gerações destas espécies para
1767 diferentes localidades de interesse no Brasil. Como o aumento da temperatura resulta em
1768 aceleração do ciclo de desenvolvimento, espera-se que *T. notata* e *C. montrouzieri* tenham melhor
1769 desempenho nos parâmetros da tabela de vida de fertilidade a 28 °C, e que esse aumento na
1770 temperatura resulte em maior crescimento populacional das joaninhas.

1771

1772

Material e Métodos

1773 **Presa.** A cochonilha *F. dasyliirii* foi coletada em plantas de algodão na área experimental do
1774 Departamento de Agronomia da UFRPE (8°01'05" S, 34°56'42" O), e vem sendo mantida no
1775 laboratório de Comportamento de Insetos, segundo a metodologia descrita por Barbosa *et al.*

1776 (2014), adaptada de Sanches & Carvalho (2010). Brevemente, a colônia de *F. dasyliirii* é
1777 multiplicada em laboratório sobre abóboras da variedade “Jacarezinho” adquiridas periodicamente
1778 no Centro de Abastecimento Alimentar de Pernambuco (CEASA-PE). As abóboras são lavadas
1779 com detergente neutro, secas e dispostas em caixas de acrílico de 40 × 25 × 20 cm (comprimento ×
1780 altura × largura) com aberturas circulares nas laterais, fechadas com tecido organza e forradas com
1781 papel toalha, onde são infestadas na região do pedúnculo com fêmeas reprodutivas da cochonilha.
1782 A criação é mantida em sala climatizada sob condições controladas de temperatura 25 ± 2 °C,
1783 umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo 12:12h (Luz: Escuro).

1784 **Joaninhas.** Adultos de *T. notata* foram coletados em setembro de 2010 em plantas de algodoeiro
1785 infestadas com *Phenacoccus solenopsis* Tinsley e *F. dasyliirii*, no município de Surubim, PE
1786 (07°49’59” S, 35°45’17” O), enquanto que exemplares de *C. montrouzieri* foram cedidos pela
1787 Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

1788 Adultos de *C. montrouzieri* e *T. notata* foram mantidos sob as mesmas condições da criação
1789 das cochonilhas, em laboratório. Cada espécie de joaninha foi confinada separadamente em caixas
1790 de acrílico, forradas internamente com papel toalha, e contendo uma abóbora infestada com a
1791 cochonilha *F. dasyliirii* ofertada como presa para as joaninhas.

1792 Antes da realização dos bioensaios, pupas das duas espécies foram retiradas da criação
1793 estoque e mantidas em placas de Petri de 6 cm de diâmetro. Após a emergência dos adultos, estes
1794 foram sexados, individualizados e alimentados diariamente para acompanhar a idade de cada
1795 indivíduo para posterior realizações dos experimentos.

1796 **Desenvolvimento, Reprodução e Tabela de Vida de Fertilidade para *Tenuisvalvae notata* e**
1797 ***Cryptolaemus montrouzieri*.** Inicialmente foram formados 20 casais de joaninhas virgens, sendo
1798 *T. notata* (5-10 dias de idade) e *C. montrouzieri* (> 15 dias de idade), devido a maturidade sexual
1799 de ambas (Santos *et al.* 2016, Kairo *et al.* 2013), respectivamente. Os casais foram pareados em

1800 placas de Petri (6 cm de diâmetro) forradas com papel toalha corrugado como substrato para
1801 oviposição e contendo ninfas de (diferentes instares) de *F. dasyliirii ad libitum*. Após a cópula, a
1802 oviposição foi acompanhada diariamente para obtenção dos ovos. Assim, 100 ovos de cada
1803 espécie de joaninha, com até 24h de idade e oriundos de 20 fêmeas diferentes, foram selecionados
1804 para iniciar o estudo. As posturas foram transferidas para novas placas de Petri, e levadas para
1805 duas câmaras climáticas tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), e mantidas em duas
1806 condições distintas de temperatura: 25 ± 1 °C e 28 ± 1 °C. A umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e
1807 fotoperíodo de 12:12h (Luz: Escuro) foram os mesmos nas duas câmaras. As temperaturas de 25 e
1808 28 °C foram determinadas de acordo com Ferreira *et al.* (2020), que observaram as melhores
1809 condições de temperatura para o desenvolvimento de *T. notata* sendo na faixa de 25-28 °C.
1810 Também, estudos prévios indicaram que essa faixa de temperatura é favorável para a espécie
1811 exótica *C. montrouzieri* (Kairo *et al.* 2013). A partir do 5º dia após acondicionamento das
1812 posturas sob as condições descritas, a eclosão de larvas foi monitorada diariamente sob
1813 estereomicroscópio (Motic / SMZ-168). As larvas recém eclodidas foram individualizadas em
1814 placas de Petri (3,5 cm diâmetro), contendo discos (2,5 cm diâmetro) de folhas de algodão
1815 infestados com ninfas de cochonilhas de primeiro instar e oferecidas em abundância. Os discos de
1816 folhas contendo cochonilhas foram trocados diariamente até as larvas das joaninhas atingirem o
1817 segundo instar. A partir do segundo instar das joaninhas, estas receberam diariamente como
1818 alimento ninfas de cochonilhas de diferentes instares em abundância. A mudança de instar das
1819 larvas de joaninhas foi observada pela presença de exúvia, anotando-se o tempo de
1820 desenvolvimento de ovo a adulto. Após emergência, foram monitoradas a sobrevivência e a razão
1821 sexual das joaninhas adultas. Além disso, para cada uma das espécies estudadas, adultos de
1822 mesma idade foram pareados (n = 15 repetições) em placas de Petri de 6 cm de diâmetro, os quais
1823 foram alimentados diariamente. Esses casais foram monitorados diariamente para registrar os

1824 períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, número de ovos depositados, viabilidade
1825 dos ovos e longevidade das fêmeas. Machos não pareados foram mantidos separadamente e
1826 alimentados diariamente para reposição de machos de mesma idade em caso de mortalidade. Por
1827 outro lado, a cada fêmea morta finalizava-se a repetição. No 10º dia, após o início da oviposição,
1828 os ovos coletados foram acompanhados até a fase adulta da geração F1 para determinar a razão
1829 sexual dos descendentes. Assim, esses dados e os demais de desenvolvimento e viabilidade das
1830 fases imaturas, longevidade e fecundidades de fêmeas foram empregados para cálculos dos
1831 parâmetros demográficos da tabela de vida de fertilidade, como a taxa intrínseca de crescimento
1832 (r_m), a taxa líquida de reprodução (R_0), e o tempo médio de geração (T) (Southwood 1978).

1833 **Estimativa do Número de Gerações.** O número de gerações de *T. notata* e *C. montrouzieri* foi
1834 calculado pela equação: $NG = [T (T_m - T_b)/K]$, onde NG = número de gerações; T = tempo
1835 considerado em um ano; T_m = temperatura média; T_b = temperatura base e K = constante térmica.
1836 Para tanto, consideramos as exigências térmicas de *T. notata* ($T_b = 11,8$ °C, $K = 520,8$ graus-dia;
1837 Ferreira *et al.* 2020) e *C. montrouzieri* ($T_b = 11,5$ °C, $K = 400$ graus-dia; Saeedi *et al.* 2015), a
1838 temperatura média (T_m) anual para seis localidades no Brasil e o tempo anual (T = 365 dias). Todas
1839 as localidades selecionadas apresentam uma ou mais culturas agrícolas frequentemente acometidas
1840 por cochonilhas-farinhas, como apresentadas a seguir: Bento Gonçalves, RS, região Sul (Dreyer
1841 *et al.* 1997b), importante produtora de uvas (Lattuada *et al.* 2020); Casa Branca, SP, região Sudeste
1842 (Peronti *et al.* 2016), principal produtora de citros no Brasil; Cruz das almas, BA, região Nordeste,
1843 produtora de citros e mandioca, além de representar a região importadora de *C. montrouzieri* para o
1844 Brasil; e, por fim, os municípios do agreste pernambucano, Bom Jardim, Surubim e Garanhuns,
1845 com ocorrência de cochonilhas-farinhas em fruteiras e outras culturas (Barbosa *et al.* 2014,
1846 Pacheco da Silva *et al.* 2019). As temperaturas médias anuais foram adquiridas pelo Sistema de

1847 Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo 2020) do período de 2010 a 2020 para as
1848 respectivas localidades de interesse.

1849 **Análises Estatísticas.** Os dados da duração de desenvolvimento das duas espécies de joaninhas
1850 foram submetidos a comparação de médias entre tratamentos (25 e 28 °C), através do teste de
1851 Student (t) usando o PROC T TEST do SAS (SAS Institute 2001). A partir dos dados, também
1852 foram estabelecidas tabelas de vida de fertilidade por idade (x) e sobrevivência específicas (lx),
1853 produção de descendência diária fêmea (mx), os quais foram utilizados para o cálculo dos
1854 parâmetros demográficos. Assim, a taxa intrínseca de crescimento (r_m), a taxa líquida de
1855 reprodução (R_0), e o tempo médio de geração (T) foram calculados mediante o procedimento
1856 descrito por Maia *et al.* (2000), empregando o PROC LIFETEST do SAS (SAS Institute 2001).
1857 As médias dos valores calculados foram comparadas entre temperaturas pelo teste t de Student,
1858 bem como interpretado entre espécies de joaninhas pela regra de sobreposição do intervalo de
1859 confiança (IC), a 95% de probabilidade (Di Stefano 2005).

1860

1861

Resultados

1862 **Desenvolvimento e Reprodução de *Tenuisvalvae notata* e *Cryptolaemus montrouzieri*.** A
1863 duração do desenvolvimento de ambas as joaninhas foi influenciada pelo aumento das
1864 temperaturas (Tabela 1). Em média, o ciclo de ovo-adulto de *T. notata* foi reduzido em 10 dias com
1865 o aumento de 3 °C (25 para 28 °C). De forma similar, *C. montrouzieri*, reduziu a duração do
1866 desenvolvimento, em aproximadamente, 6 dias. Esta redução na duração para ambas as espécies é
1867 observada pela redução em cada fase de desenvolvimento e estádios dentro de cada fase (Tabela 1).
1868 Porém, para *T. notata*, o efeito da temperatura foi mais acentuado em acelerar o desenvolvimento
1869 da fase larval. Por outro lado, para *C. montrouzieri*, o efeito da temperatura foi menos acentuado,

1870 sendo as diferenças atenuadas ao longo das fases e períodos dentro de cada fase, até mesmo sem
1871 diferença estatística para a duração da larva de quarto instar (Tabela 1).

1872 Na fase adulta, o aumento de temperatura em 3 °C não foi suficiente para alterar
1873 significativamente as características avaliadas, embora a resposta ao aumento de temperatura é
1874 diferenciada entre as espécies (Tabela 2). *T. notata* exigiu um período para iniciar a reprodução de
1875 ~2 dias, mais curto que *C. montrouzieri*, que precisou de ~6 dias. Já o período de oviposição foi
1876 bastante variável entre as temperaturas de 25 e 28 °C para *C. montrouzieri* (65,7 e 81,4 dias) e
1877 menos variável para *T. notata* (86,9 e 88,2 dias). Da mesma forma, o período de pós-oviposição foi
1878 prolongado em *C. montrouzieri*. Ainda, vale salientar que uma e duas fêmeas das 15 fêmeas
1879 monitoradas na fase adulta para *C. montrouzieri* foram excluídas das análises de 25 e 28 °C, por
1880 ovipositarem apenas 2, 1 e 4 ovos, respectivamente, durante todo o período reprodutivo.

1881 A longevidade de fêmeas foi pouco afetada pelas duas temperaturas para ambas as espécies
1882 de joaninhas, mas com fêmeas de *C. montrouzieri* vivendo mais que *T. notata*, em ambas as
1883 temperaturas (Tabela 2). Por outro lado, as fêmeas de *T. notata* foram mais fecundas que *C.*
1884 *montrouzieri* produzindo cerca de 1,41 e 2,27x mais ovos a 25 e 28 °C, respectivamente. Também,
1885 a viabilidade de ovos foi superior para *T. notata* (87,7% e 80,7%) comparado a viabilidade
1886 observada para ovos depositados por *C. montrouzieri* (79,8% e 55%). A razão sexual variou de 56
1887 a 60% de fêmeas para a descendência de *T. notata* e de 43 a 46% para a descendência de *C.*
1888 *montrouzieri*.

1889 **Tabela de Vida de Fertilidade.** O resumo das características das fases imaturas (duração e
1890 viabilidade) e adulta (razão sexual, fecundidade e longevidade), através dos parâmetros da tabela
1891 de vida de fertilidade, caracteriza efeito diferenciado das temperaturas estudadas para as espécies
1892 de joaninhas alimentadas com *F. dasyliirii* (Tabela 3). A taxa líquida de reprodução (R_0) e a taxa
1893 intrínseca de crescimento populacional (r_m) de *T. notata* foram superiores na temperatura de 28 °C,

1894 com os respectivos valores de 87,6 fêmeas/fêmea e 0,063 fêmeas/fêmea*dia. Além disso, o tempo
1895 médio de geração (T) foi menor na temperatura mais alta. Para *C. montrouzieri*, no entanto, o
1896 aumento da temperatura de 25 para 28 °C, não afetou significativamente os parâmetros da tabela de
1897 vida (Tabela 3). Entre as espécies de joaninhas, R_0 e r_m foram numericamente superiores para *T.*
1898 *notata*, sendo esta superioridade significativa para r_m a 28 °C (Tabela 3).

1899 A dinâmica da produção de descendentes fêmeas (mx) e a sobrevivência específica (lx) de
1900 fêmeas adultas variaram com o aumento da temperatura para ambas as joaninhas (Fig. 1). A idade
1901 das fêmeas de *T. notata* para o início da oviposição (após o desenvolvimento imaturo + maturação
1902 sexual) e, conseqüentemente, a produção de descendentes fêmeas (mx), foi de 49 e 39 dias após a
1903 eclosão das larvas a 25 e 28 °C, respectivamente (Fig. 1). Estes mesmos períodos para *C.*
1904 *montrouzieri* foram de 52 e 46 dias a 25 e 28 °C, com um atraso de 3 e 7 dias, respectivamente,
1905 para o início da produção de descendentes, em comparação a *T. notata*.

1906 A produção de descendentes por *T. notata* caracterizou-se por uma forma aproximada a
1907 trapézio, com um máximo diário de 4,42 e 4,01 fêmeas produzidas nos dias 173 e 152 de idade das
1908 fêmeas a 25 e 28 °C, respectivamente. Para *C. montrouzieri* a produção de descendentes fêmeas
1909 aproximou-se mais triangular, especialmente, na temperatura de 28 °C. A maior produção de
1910 descendentes fêmeas diária foi de 3,18 e 2,84 fêmeas produzidas nos dias 63 e 92 de idade a 25 e
1911 28 °C (Fig. 1).

1912 A taxa de sobrevivência específica permaneceu constante para *T. notata* ($lx = 0,61$ e $0,53$) até
1913 92 e 84 dias de idade a 25 e 28 °C, respectivamente, com gradual mortalidade após essas idades.
1914 Assim, a primeira e a última fêmea adulta de *T. notata* morreu aos 93 e 229 dias a 25 °C e aos 83 e
1915 181 dias a 28 °C. Para *C. montrouzieri*, a sobrevivência específica foi mantida constante até 92 (lx
1916 $= 0,64$) e 98 ($lx = 0,66$) dias a 25 e 28 °C, respectivamente, com decréscimo gradual após esses

1917 períodos similar a *T. notata*. A primeira e a última fêmea morreram aos 93 e 272 dias a 25 °C e aos
1918 99 e 209 dias a 28 °C (Fig. 1).

1919 **Número de Geração Anual.** Com base nas temperaturas médias de 2010 a 2020, referentes às
1920 regiões do Nordeste até o Sul e Sudeste do Brasil, e nas exigências térmicas das duas espécies de
1921 joaninhas estudadas, foi possível estimar o número médio anual de gerações que *T. notata* e *C.*
1922 *montrouzieri* poderão completar. Assim, o número médio de gerações por ano de *T. notata* e *C.*
1923 *montrouzieri* seriam: 9,6 e 12,7 (Surubim-PE), 9,6 e 12,8 (Bom Jardim-PE), 7,2 e 9,6 (Garanhuns-
1924 PE), 9,2 e 12,3 (Cruz das Almas-BA), 7,7 e 10,4 (Casa Branca-SP), 4,7 e 6,4 (Bento Gonçalves -
1925 RS), respectivamente.

1926

1927

Discussão

1928 Sabemos que as condições ambientais têm influência direta sobre a biologia dos insetos,
1929 sendo a temperatura considerada o fator abiótico que mais limita o desenvolvimento das fases
1930 imaturas, bem como o desempenho da fase adulta. Nesse contexto, temperaturas mais altas, até um
1931 limiar, causam uma aceleração do ciclo e vice-versa das joaninhas (Hodek & Honek 1996, Ju *et al.*
1932 2011). Além da temperatura, o tipo de alimento pode também interferir no desenvolvimento e
1933 reprodução dos insetos, resultando em maior rapidez do desenvolvimento e maior potencial
1934 reprodutivo em dietas ótimas (Castro *et al.* 2011, Saeedi *et al.* 2015, Ferreira *et al.* 2020). Os
1935 resultados mostraram que ambas as joaninhas apresentam sucesso no desenvolvimento e
1936 reprodução na variação de 3 °C, por estar na faixa 25 e 28 °C, e que a influência desta variação no
1937 desempenho é variável entre as espécies. Ainda, com base nesses resultados, e outros resultados
1938 determinados pelo grupo de pesquisa e disponibilizados na literatura como o requerimento térmico,
1939 o número médio de gerações das duas espécies foram calculados mostrando o potencial das

1940 espécies em diferentes localidades de interesse de conservação e utilização, dessas espécies, como
1941 agentes de controle de cochonilhas farinhentas.

1942 De acordo com a nossa hipótese, o tempo de desenvolvimento de *T. notata* e *C. montrouzieri*
1943 foi influenciado pela temperatura, evidenciando duração mais curta em todos os estágios de
1944 desenvolvimento com o aumento da temperatura de 25 para 28 °C. Sendo assim, a redução na
1945 duração do ciclo de desenvolvimento acelera a emergência de adultos, o qual antecipa a fase
1946 reprodutiva, iniciando uma nova geração em menor espaço de tempo. Isso também se refletiu nos
1947 parâmetros da tabela de vida de fertilidade das espécies em questão, mostrando no caso um
1948 aumento populacional e um menor tempo de geração, em especial para *T. notata*.

1949 Outros estudos com joaninhas predadoras em diferentes temperaturas mostraram resultados
1950 compatíveis, com uma relação inversa entre aumento da temperatura e a duração do
1951 desenvolvimento (Dreyer *et al.* 1997b, Qin *et al.* 2014, Saljoqi *et al.* 2014, Zarghami *et al.* 2014,
1952 Seyfollahi *et al.* 2016, Shinde *et al.* 2016, Ferreira *et al.* 2020). Por exemplo, Dreyer *et al.* (1997b)
1953 mostraram que a duração do ciclo de *T. notata* alimentada com *Phenacoccus manihoti* Matile-
1954 Ferrero foi de 91, 41, 33, 24 a 21 dias nas temperaturas de 18, 20, 25, 30 e 32 °C. Outra espécie de
1955 joaninha predadora de cochonilhas-farinhentas, *Hyperaspis polita* Weise, criada em *Phenacoccus*
1956 *solenopsis* Tinsley, registraram redução no período de desenvolvimento de ovo a adulto com média
1957 de 31,3; 24,6 e 20,1 dias, nas temperaturas de 25, 30 e 35 °C Seyfollahi *et al.* (2016). Saljoqi *et al.*
1958 (2014) observaram redução do número de dias, na duração de ovo a adulto de *C. montrouzieri*,
1959 alimentada com *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, em 22,7; 21,7 e 17,8 dias, nas temperaturas de
1960 24, 28 e 32 °C.

1961 Como observado, a temperatura de 28 °C acelerou cada fase de desenvolvimento das duas
1962 joaninhas. Isto se deve ao aumento do metabolismo, o qual define o ritmo da vida, inclusive o
1963 gerenciamento da história de vida, permitindo ao inseto atingir o próximo estágio em menor tempo

1964 (Brown *et al.* 2004, Poncio *et al.* 2016). Por outro lado, a taxa de sobrevivência específica (lx)
1965 mostra maior mortalidade na maior temperatura, sugerindo que essas joaninhas sobrevivam por
1966 menos tempo quando criadas a 28 °C, pois este parâmetro é dependente da temperatura e diminui
1967 com seu aumento (Seyfollahi *et al.* 2016).

1968 Apesar da temperatura de 28 °C ter acelerado o desenvolvimento das joaninhas, o aumento
1969 de apenas 3 °C não foi grande o suficiente para causar efeito significativo nos parâmetros
1970 reprodutivos das duas espécies estudadas, caracterizando adaptação das espécies nesta faixa de
1971 temperatura. Por outro lado, estudos prévios para *T. notata* mostraram efeito do aumento da
1972 temperatura nos parâmetros reprodutivos dessa espécie (Dreyer *et al.* 1997b; Ferreira *et al.* 2020).
1973 Quando *T. notata* foi criada alimentando-se de *F. dasyrillii* a 25 e 28 °C, não sofreu efeito no
1974 período de pré-oviposição, mas aumentou significativamente a fecundidade de 145,0 para 442,5
1975 ovos por fêmea (Ferreira *et al.* 2020), corroborando os nossos resultados. Seyfollahi *et al.* (2016)
1976 encontraram efeitos significativos no aumento da temperatura dos parâmetros reprodutivos de *H.*
1977 *polita* criada em *P. solenopsis* a 25 e 30 °C, diferente do observado no presente estudo, com
1978 redução no período de pré-oviposição (7,4 dias e 3,4 dias) e aumento no período de oviposição
1979 (47,7 e 68,7 dias) e fecundidade (207,4 e 505,5 ovos/fêmea).

1980 Similarmente aos parâmetros reprodutivos, as fêmeas de *T. notata* e *C. montrouzieri* não
1981 tiveram redução significativa da longevidade com o aumento da temperatura. Esse fato pode estar
1982 relacionado a essas espécies de joaninhas já estarem adaptadas à faixa de temperatura do presente
1983 estudo. Por exemplo, os trabalhos de exigências térmicas e biologia, para *T. notata* mostram que as
1984 temperaturas de 25 e 28 °C estão na faixa ótima de desenvolvimento e reprodução (Ferreira *et al.*
1985 2020), e o aumento de 3 °C não tenha causado uma alteração suficiente para mudar esses
1986 parâmetros. Já o efeito observado por Dreyer *et al.* (1997b) para *T. notata* pode estar associado a
1987 maior aumento no intervalo de temperatura estudado (5 °C; 25 a 30 °C). Saedi *et al.* (2015) não

1988 encontraram redução significativa da longevidade de *C. montrouzieri* quando utilizaram
1989 temperaturas dentro da faixa ótima. De acordo com Kairo *et al.* (2013) *C. montrouzieri* apresenta
1990 ótimo desenvolvimento na faixa de 25 a 30 °C. Por outro lado, outros estudos mostram que pode
1991 haver redução no desempenho de adultos (reprodução e longevidade) com aumento da temperatura,
1992 principalmente quando a variação é maior que a avaliada no nosso estudo ou quando o aumento é
1993 maior que a faixa ótima de desenvolvimento da espécie alvo (Dreyer *et al.* 1997b, Seyfollahi *et al.*
1994 2016, Shinde *et al.* 2016). O aumento da temperatura dentro de um limiar favorável pode levar ao
1995 aumento do metabolismo dos adultos (Poncio *et al.* 2016, Ferreira *et al.* 2020), encurtamento do
1996 período de oviposição (Dreyer *et al.* 1997b, Roy *et al.* 2003, Shinde *et al.* 2016), atraso no pico
1997 reprodutivo como observado no nosso e outros estudos (Roy *et al.* 2003, Zarghami *et al.* 2014,
1998 Saeedi *et al.* 2015, Seyfollahi *et al.* 2016) e aumento da taxa predatória (Ferreira *et al.* 2020). Esses
1999 fatores são importantes em determinar a capacidade de adaptação e flutuação populacional dos
2000 insetos em regiões de temperaturas mais altas.

2001 Novamente, apesar da temperatura ser o principal fator abiótico em afetar o
2002 desenvolvimento dos imaturos e o desempenho dos insetos adultos, o predador também depende da
2003 presa utilizada, bem como da população em estudo, ou ainda, de condições experimentais como
2004 recipientes de criação. Xie *et al.* (2016) ao criarem *C. montrouzieri* a 25 °C, alimentado com *P.*
2005 *citri*, observaram que o período de pré-oviposição foi mais longo (9,5 dias) ao encontrado neste
2006 estudo. Além disso, Shinde *et al.* (2016) registraram um período ainda maior (15,2 dias e 13,2 dias)
2007 a 25 °C e 30 °C, respectivamente, quando criadas com *Maconellicoccus hirsutus* (Green). Por outro
2008 lado, Marques *et al.* (2015) observaram período de oviposição maior (87,8 dias) para essa espécie
2009 de joaninha a 25 °C. Também, Saeedi *et al.* (2015), encontraram período de oviposição de 96,9;
2010 134,8; 177,8 e 165,2 dias a 18, 22, 26 e 30 °C, superior ao encontrado em nosso estudo.

2011 Em relação aos parâmetros de tabela de vida de fertilidade, a exemplo da taxa líquida de
2012 reprodução (R_o) e taxa intrínseca de aumento (r_m) dessas joaninhas, pode-se dizer que ambas as
2013 espécies aumentam suas populações nas temperaturas estudadas (Bellows Jr *et al.* 1992). Estes
2014 parâmetros podem variar em decorrência das particularidades de cada inseto, como a adaptação ao
2015 ambiente, o que pode influenciar o crescimento populacional dos mesmos. Além disso, o valor de
2016 r_m foi positivo em todos os tratamentos, o que indica natalidade maior que a mortalidade de ambas
2017 as espécies de joaninhas. Este parâmetro é considerado o mais importante da tabela de vida, na
2018 seleção de agentes de controle biológico promissores (Pedigo & Zeiss 1996, Kontodimas *et al.*
2019 2007, Portilla *et al.* 2014), onde um inimigo natural é considerado com potencial de regular a
2020 população de insetos pragas quando seu r_m for semelhante ou maior ao de sua presa (Van Leteren
2021 1986, Sabelis 1992, Roy *et al.* 2003).

2022 Apesar da temperatura não ter afetado os parâmetros reprodutivos das joaninhas, observa-se
2023 que *C. montrouzieri* produziu maior número de machos na geração F1, em ambas as temperaturas
2024 (46% e 43% de fêmeas, razão sexual <50%), o que pode ter ocasionado redução nos parâmetros
2025 demográficos R_o e r_m . Entretanto, estudos prévios com *C. montrouzieri* demonstraram que a razão
2026 sexual da espécie varia em torno de 50% (Kairo *et al.* 2013, Marques 2014, Qin *et al.* 2014). Dessa
2027 forma, nosso resultado pode estar relacionado a algum processo de adaptação dos parentais
2028 (quando submetidos ainda na fase de ovos às condições do estudo), os quais vieram de fêmeas
2029 criadas em condições ideais de laboratório.

2030 Dentre os organismos a evidenciar os efeitos das mudanças climáticas, os insetos estão entre
2031 os principais, devido às numerosas populações produzidas, facilidade de multiplicação, dispersão e
2032 curto tempo entre gerações (Scherer *et al.* 2000). No entanto, quando há aumento da temperatura
2033 em determinada escala dentro de uma faixa ideal para o desenvolvimento dos insetos, pode haver
2034 uma aceleração da reprodução, assim como a sobrevivência em localidades subtropicais e tropicais

2035 (Parmesan *et al.* 1999). Sendo assim, com base nas exigências térmicas e nas temperaturas médias
2036 dos últimos 10 anos, *T. notata* pode completar até 9 gerações por ano, enquanto *C. montrouzieri*
2037 pode completar até 12 gerações anuais. As localidades de Surubim e Bom Jardim, ambas em
2038 Pernambuco, proporcionaram estimativas com maior número de gerações anual que ocorreria para
2039 ambas as joaninhas, por serem as regiões mais quentes, onde as faixas termais médias mínima e
2040 máxima variam de 20,9 a 30 °C e 21,4 a 29,6 °C (Agritempo 2020). Por outro lado, o menor
2041 número de gerações ocorreu nas localidades de clima mais ameno. Como estima-se que *C.*
2042 *montrouzieri* pode desenvolver até três gerações a mais que *T. notata* por ano, nas regiões de
2043 temperatura mais elevada, a primeira espécie apresenta potencial de crescimento populacional mais
2044 rápido que a *T. notata*. Estudos prévios com estimativas sobre distribuição populacional e
2045 adaptabilidade climática para essas duas espécies de joaninhas demonstraram sobreposição de
2046 locais possíveis de ocorrência e estabelecimento nas regiões tropicais, com maior amplitude para a
2047 espécie introduzida (Ferreira 2019). No entanto, mesmo com maior potencial de crescimento
2048 populacional que a espécie nativa, não podemos afirmar que haverá algum efeito negativo da
2049 espécie exótica em locais de ocorrência simultânea com *T. notata*, pois os insetos são muito
2050 propensos a responder rapidamente a temperaturas elevadas, e esse aumento tem o potencial de
2051 alterar as suas funções ecológicas, bem como interações intra e interespecíficas (Aquad & Fonseca
2052 2017).

2053 Com base nos resultados, podemos concluir que a temperatura de 28 °C foi a mais adequada,
2054 para a criação de ambas as espécies, devido ao menor tempo de desenvolvimento, bem como
2055 aumento numérico nos parâmetros demográficos R_0 e r_m . Isto mostra que o aumento de 25 para 28
2056 °C favoreceu o desempenho de ambas as joaninhas, o que é importante considerando que
2057 cochonilhas são pragas comuns durante os períodos mais quentes do ano. Em condições de criação,

2058 melhor desempenho a 28 °C também proporcionará uma produção maior e mais rápida de
2059 predadores para atender as demandas dos produtores visando à liberação em campo.

2060

2061

Agradecimentos

2062 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
2063 de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 concedido a C.M.O. através
2064 da CAPES/PROEX.

2065

2066

Literatura Citada

2067

2068 **Abdel-Salam, A.H. & N.F. Abdel-Baky. 2001.** Life table and biological studies of *Harmonia*
2069 *axyridis* (Pallas) (Col., Coccinellidae) reared on the grain moth eggs of *Sitotroga cerealella*
2070 (Olivier) (Lep., Gelechiidae). J. Appl. Entomol. 125: 455-462.

2071

2072 **Agritempo. 2020 (Sistema de Monitoramento Agrometeorológico).** Disponível em:
2073 <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=PE>>.
2074 Acesso em 17/07/2020.

2075

2076 **Ahi, G.A.A., A. Afshari, V. Baniameri, H. Dadpour, M. Yazdanian & A. Golizadeh. 2015.**
2077 Laboratory survey on biological and demographic parameters of *Cryptolaemus montrouzieri*
2078 (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on two mealybug species. J. Crop. Prot. 4: 267-
2079 276.

2080

2081 **Amutha, M. & B. Dharajothi. 2015.** Life table of *Phenacoccus solenopsis* (Homoptera:
2082 Pseudococcidae) on cotton. Indian J. Entomol. 77: 1-10.

2083

2084 **Auad, A.M. & M.G. Fonseca. 2017.** A entomologia nos cenários das mudanças climáticas, p.
2085 93–115. In Bettioli, W., E. Hamada, F. Angelotti, A.M. Auad & R. Ghini (eds.), Aquecimento
2086 global e problemas Fitossanitários. Brasília, Embrapa, 488p.

2087

2088 **Barbosa, P.R.R., M.D. Oliveira, J.A. Giorgi, C.S.A. Silva-Torres, & J.B. Torres. 2014.**
2089 Predatory Behavior and Life History of *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera: Coccinellidae)
2090 Under Variable Prey Availability Conditions. Fla. Entomol. 97: 1026-1034.

2091

2092 **Barbosa, L.R., F. Santos, E.P. Soliman, A.P. Rodrigues, C.F. Wilcken, J.M. Campos, A.J.V.**
2093 **Zanuncio & J.C. Zanuncio. 2019.** Biological parameters, life table and thermal
2094 requirements of *Thaumastocoris peregrinus* (Heteroptera: Thaumastocoridae) at different
2095 temperatures. Sci. Rep. 9: 1-8.

2096

- 2097 **Begon, M. & M. Mortimer. 1986.** Population ecology: a unifiend study of animals and plants.
 2098 Oxford, Blackwell Scientific Publications, 219p.
 2099
- 2100 **Bellows Jr, T.S., R.G. van Driesche & J.S. Elkinton. 1992.** Life-table construction and analysis
 2101 in the evaluation of natural enemies. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 587-14.
 2102
- 2103 **Bestete, L.R., J.B., Torres, R.B.B. Silva, C.S.A. Silva-Torres & C.S. Bastos. 2017.**
 2104 Development of cotton pests exhibiting different feeding strategy on water-stressed and
 2105 kaolin-treated cotton plants. *J. Pest Sci.* 90: 139–150.
 2106
- 2107 **Brown, J.H., J.F. Gillooly, A.P. Allen, V.M. Savage & G.B. West. 2004.** Toward a metabolic
 2108 theory of ecology. *Ecology* 85: 1771–1789.
 2109
- 2110 **Carey, J.R. 2001.** Insect biodemography. *Annu. Rev. Entomol.* 46: 79-110.
 2111
- 2112 **Castro, C.F., L.M. Almeida & S.R.C. Penteado. 2011.** The impact of temperature on biological
 2113 aspects and life table of *Harmonia Axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *Fla.*
 2114 *Entomol.* 94: 923-932.
 2115
- 2116 **Cividanes, F.J. & V.P. Souza. 2003.** Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de
 2117 *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. *Neotrop. Entomol.* 32: 413-
 2118 419.
 2119
- 2120 **Culik, M.P. & P.J. Gullan, 2005.** A new pest of tomato and other records of mealybugs
 2121 (Hemiptera: Pseudococcidae) from Espírito Santo, Brazil. *Zootaxa* 964: 1–8.
 2122
- 2123 **Culik, M.P., D.S. Martins, J.A. Ventura, A.L.B.G. Peronti, P.J. Gullan & T. Kondo. 2007.**
 2124 Coccidae, Pseudococcidae, Ortheziidae and Monophlebidae (Hemiptera: Coccoidea) of
 2125 Espírito Santo, Brazil. *Biota Neotrop.* 7: 61-65.
 2126
- 2127 **Di Stefano, J. 2005.** Effect size estimates and confidence intervals: an alternative focus for the
 2128 presentation and interpretation of ecological data. *New Trends Ecol. Res.* 1: 71–102.
 2129
- 2130 **Dreyer, B.S., P. Neuenschwander, J. Baumgärtner & S. Dorn. 1997a.** Trophic influences on
 2131 survival, development and reproduction of *Hyperaspis notata* (Col., Coccinellidae). *J. Appl.*
 2132 *Entomol.* 121: 249-256.
 2133
- 2134 **Dreyer, B.S., P. Neuenschwander, B. Bouyjou, J. Baumgartner & S. Dorn. 1997b.** The
 2135 influence of temperature on the life table of *Hyperaspis notata*. *Entomol. Exp. Appl.* 84: 85–
 2136 92.
 2137
- 2138 **Ferreira, L.F. 2019.** Respostas biológicas e de predação de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant)
 2139 (Coleopetera: Coccinellidae) sob diferentes temperaturas e presas e uso do climex para prever
 2140 sua distribuição geográfica. Dissertação de mestrado, Recife, UFRPE, 81p.
 2141

- 2142 **Ferreira, L.F., C.S.A. Silva-Torres, R.C. Venette & J.B. Torres. 2020.** Temperatura and prey
2143 assessment on the performance of the mealybug predator *Tenuisvalvae notata* (Coleoptera:
2144 Coccinellidae). *Aust. Entomol.* 59: 178-188.
2145
- 2146 **Franco, J.C., A. Zada, & Z. Mendel. 2009.** Novel approaches for the management of mealybug
2147 pests, p. 233–278. In: I. Ishaaya & A.R. Horowitz (eds.), *Biorational Control of Arthropod*
2148 *Pests*. Dordrecht, Springer, 422p.
2149
- 2150 **Garcia Morales, M., B.D. Denno, D.R. Miller, G.L. Miller, Y. Ben-Dov & N.B. Hardy. 2016.**
2151 ScaleNet: A Literature-based model of scale insect biology and systematics. Database 1-5.
2152 Disponível em: <http://scalenet.info>. Acesso em 20/10/2020.
2153
- 2154 **Gómez, W.D & I.Z. Polanía. 2009.** Tabla de vida del cucarrón predador *Eriops connexa*
2155 (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *Rev. Udca Actual. Divulg. Cient.* 12: 147-155.
2156
- 2157 **Hassell, M.P. 1978.** The dynamics of arthropod predator-prey system. Princeton, Princeton
2158 University Press, 237p.
2159
- 2160 **Hodek, I. & Honek, A. 1996.** Ecology of Coccinellidae. Dordrecht, Kluwer Academic
2161 Publishers, 464p.
2162
- 2163 **Hogendorp, B.K., R.A. Cloyd & J.M. Swiader. 2006.** Effect of Nitrogen Fertility on
2164 Reproduction and Development of Citrus Mealybug, *Planococcus citri* Risso (Homoptera:
2165 Pseudococcidae), Feeding on Two Colors of Coleus, *Solenostemon scutellarioides* L. *Codd.*
2166 *Environ. Entomol.* 35: 201-211.
2167
- 2168 **Jervis, M.A. & M.J.W. Copland. 1996.** The life cycle, 63–161. In: Jervis, M.A. & N.A.C. Kidd
2169 (Eds.), *Insect Natural Enemies: Practical Approaches to Their Study and Evaluation*. London,
2170 Chapman and Hall, 475 p.
2171
- 2172 **Ju, R.T., F. Wang, & B. Li. 2011.** Effects of temperature on the development and population
2173 growth of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*. *J. Insect Sci.* 11: 1-16.
2174
- 2175 **Kairo, M.T.K., O. Paraiso, R. Das Gautam & D.D. Peterkin. 2013.** *Cryptolaemus*
2176 *montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a review of biology, ecology, and use in
2177 biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. *CAB*
2178 *Rev.* 8: 1-20.
2179
- 2180 **Kontodimas, D.C., P.G. Milonas, G.J. Stathas, L.P. Economou & N.G. Kavallieratos. (2007).**
2181 Life table parameters of the pseudococcid predators *Nephus includens* and *Nephus bisignatus*
2182 (Coleoptera: Coccinellidae). *Eur. J. Entomol.* 104: 407–415.
2183
- 2184 **Lattuada, D.S., R. Anzanello, A.M.R. Oliveira, M. Botton & H.P. Santos. 2020.** Cultivo
2185 protegido de videiras: um panorama em municípios da Serra Gaúcha. Porto Alegre,
2186 SEAPDR/DDPA, 61p. (Circular: divulgação técnica 5).
2187

- 2188 **Maia, A. de H.N., A.J.B. Luiz & C. Campanhola. 2000.** Statistical inference on associated
 2189 fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. *J. Econ.*
 2190 *Entomol.* 93: 511-518.
 2191
- 2192 **Marques, C.E.M. 2014.** Aspectos biológicos de *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera:
 2193 Coccinellidae) em *Ferrisia virgata* (Hemiptera: Pseudococcidae) em laboratório. Dissertação
 2194 de mestrado, Recife, UFRPE, 48p.
 2195
- 2196 **Marques, C.E.M., M.S. Lima, J.W.S. Melo, R. Barros & B.A.J. Paranhos. 2015.** Evaluation
 2197 of *Ferrisia dasyliirii* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) and non-prey foods on the
 2198 development, reproduction, and survival of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera:
 2199 Coccinellidae). *Coleopt. Bull.* 69: 343-348.
 2200
- 2201 **Oliveira, M.D., C.S.A. Silva-Torres, J.B. Torres, J.E.M. Oliveira. 2014.** Population growth
 2202 and within-plant distribution of the striped mealybug *Ferrisia virgata* (Cockerell)
 2203 (Hemiptera, Pseudococcidae) on cotton. *Ver. Bras. Entomol. (Impresso).* 58: 71-76.
 2204
- 2205 **Pacheco da Silva, V.C., J.B. Torres, C.S.A. Silva-Torres & M.B. Kaydan. 2019.** Mealybug
 2206 species (Hemiptera: Coccoomorpha: Pseudococcidae) on soursop and sugar apple
 2207 (Annonaceae) in North-East Brazil, with description of a new species of *Pseudococcus*
 2208 *Westwood*. *Zootaxa (Online)* 3: 525-538.
 2209
- 2210 **Parajulee, M.M. & T.W. Phillips. 1993.** Effects of prey species on development and
 2211 reproduction of the predator *Lyctocoris campestris* (Heteroptera: Anthocoridae). *Environ.*
 2212 *Entomol.* 22: 1035-1042.
 2213
- 2214 **Parmesan, C., N. Ryrholm, C. Stefanescu, J.K. Hill, C.D. Thomas, H. Descimon, B. Huntley,
 2215 L. Kaila, J. Kullberg, T. Tammaru, W. J. Tennent, J.A. Thomas & M. Warren. 1999.**
 2216 Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming.
 2217 *Nature* 399: 579–583.
 2218
- 2219 **Pedigo, L.P. & M.R. Zeiss. 1996.** Developing a degree-day model for predicting insect
 2220 development, p. 67-74. In: L.P. Pedigo. & M.R. Zeiss. (eds.), *Analyses in Insect*
 2221 *Ecology and Management*. Ames, Iowa State University Press. 168 p.
 2222
- 2223 **Peroni, N. & M.I.M. Hernández. 2011.** *Ecologia de populações e comunidades*. Florianópolis,
 2224 CCB/EAD/UFSC, 123p. Disponível em: <https://www.euquerobiologia.com.br/2016/06/livro-ecologia-de-populacoes-e-comunidades-pdfhtml>. Acesso em: 27 de março de 2020.
 2225
 2226
- 2227 **Peronti, A.L.B.G., N.M. Martinelli, J.G. Alexandrino, A.L. Marsaro Júnior,
 2228 A.M. Pentead-Dias & L.M. Almeida. 2016.** Natural enemies associated
 2229 with *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the state
 2230 of São Paulo, Brazil. *Fla. Entomol.* 99: 21–25.
 2231
- 2232 **Pessoa, L.G.A., S. Freitas & E.S. Loureiro. 2009.** Efeito da variação da temperatura sobre o
 2233 desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de *Chrysoperla raimundoi* Freitas & Penny
 2234 (Neuroptera: Chrysopidae). *Arq. Inst. Biol.* 76: 239-244.

- 2235
2236 **Poncio, S., S.T.B. Dequech, A. Bolzan, C. Güths, M.P. Walker, V.S. Sturza & D.E. Nava.**
2237 **2016.** Effect of temperature on immature of *Stiretrus decastigmus* (Hemiptera: Pentatomidae).
2238 Braz. J. Biol. 76: 495-499.
2239
- 2240 **Portilla, P., J.A. Morales-Ramos, M.G. Rojas & C.A. Blanco. 2014.** Life tables as tools of
2241 evaluation and quality control for arthropod mass production, 241-275. In: Morales-Ramos,
2242 J.A., M.G. Rojas, D.I. Shapiro-Ilan (Eds.), Mass Production of Beneficial Organisms:
2243 Invertebrates and Entomopathogens. Amsterdam, Academic Press, 764p.
2244
- 2245 **Qin, Z.Q., B.L. Qiu, J.H. Wu, A.G.S. Cuthbertson & S.X. Ren. 2014.** Effects of three
2246 mealybug species on the development, survivorship and reproduction of the predatory lady
2247 beetle *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. Biocontrol Science and Technology, 24: 891–
2248 900.
2249
- 2250 **Rhodes, S.A., M.W. Turnbull & J.H. Chong 2019.** Nitrogen Fertilization of Host Plant
2251 Influenced the Nutritional Status and Life History of the Madeira Mealybug (Hemiptera:
2252 Pseudococcidae). Environ. Entomol. 48: 1129–1137.
2253
- 2254 **Rodrigues, S.M.M., V.H.P. Bueno & M.V. Sampaio. 2003** Tabela de vida de fertilidade de
2255 *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis*
2256 *graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). Rev. Bras. Entomol. 47: 637-642.
2257
- 2258 **Roy, M., J. Brodeur & C. Cloutier. 2003.** Effect of temperature on intrinsic rates of natural
2259 increase (r_m) of a coccinellid and its spider mite prey. BioControl 48: 57-72.
2260
- 2261 **Sabelis M.W. 1992.** Predatory arthropods, pp. 225-264. In: M.J. Crawley (Ed.), Natural enemies:
2262 The population biology of predators, parasites and disease. Oxford, UK, Blackwell.
2263
- 2264 **Saedi, N., M.R. Damavandian & H.D. Moghanloo. 2015.** Effects of temperature on population
2265 growth parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) reared on
2266 *Planococcus citri* (Homoptera: Pseudococcidae). Arthropods 4: 78–89.
2267
- 2268 **Saljoqi, A.U.R., M. Nasir, J. Khan, E.U. Haq, N. Asad & I. Raza. 2014.** The Impact of
2269 Temperature on Biological and Life Table Parameters of *Cryptoleamus montrouzieri* Mulsant
2270 (Coleoptera: Coccinellidae) Fed on Cotton Mealy Bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. Pak.
2271 J. Zool. 46: 1591-1597.
2272
- 2273 **Sanches, N.F. & R.S. Carvalho. 2010.** Procedimentos para manejo da criação e multiplicação do
2274 predador exótico *Cryptolaemus montrouzieri*. Cruz das Almas, EMBRAPA, 5p. (Circular
2275 Técnica 99).
2276
- 2277 **Santa-Cecília, L.V.C., P.R. Reis & J.C. Souza. 2002.** Sobre a nomenclatura das espécies de
2278 cochonilhas-farinhas do cafeeiro nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Neotrop.
2279 Entomol. 31: 333-334.
2280

- 2281 **Santana, S.W.J., R. Barros, J.B. Torres & M.G.C. Gondim Jr. 2010.** Exigências térmicas da
 2282 praga do coqueiro *Atheloca subrufella* (Hulst) (Lepidoptera: Phycitidae). Neotrop. Entomol.
 2283 39: 181-186.
 2284
- 2285 **Santos, E.A. 2016.** Comportamento sexual e semioquímicos de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant)
 2286 (Coleoptera: Coccinellidae). Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 44p.
 2287
- 2288 **SAS Institute. 2001.** SAS User`s guide: statistic version 8 for Windows. SAS Institute, Cary, NC.
 2289
- 2290 **Scherm, H., R.W. Sutherst, R. Harrington & J.S.I. Ingram. 2000.**
 2291 Global networking for assessment of impacts of global change on plant pests.
 2292 Environ. Pollut. 108: 333-341.
 2293
- 2294 **Seyfollahi, F., M. Esfandiari, M.S. Mossadegh & A. Rasekh. 2016.** Life table parameters of the
 2295 coccinellid *Hyperaspis polita*, a native predator in Iran, feeding on the invasive mealybug
 2296 *Phenacoccus solenopsis*. J. Asia Pac. Entomol. 19: 835-840.
 2297
- 2298 **Shinde, P.R., S.S. Shetgar & S.H. Mhaske. 2016.** Biology of *Cryptolaemus montrouzieri*
 2299 (Mulsant) on *Maconellicoccus hirsutus* (Green) at different temperature levels. J. Biol.
 2300 Control 30: 124-127.
 2301
- 2302 **Silva-Torres, C.S.A., M.D. Oliveira & J.B. Torres. 2013.** Host selection and establishment of
 2303 striped mealybug, *Ferrisia virgata*, on cotton cultivars. Phytoparasitica 41: 31-40.
 2304
- 2305 **Southwood, T.R.E. 1978.** Ecological methods. 2nd ed. London: Chapman and Hall, 524p.
 2306
- 2307 **Van Lenteren, J.C. 1986.** Parasitoids in the greenhouse: successes with seasonal
 2308 inoculativa release systems, p. 342-374. In: J. Waage & D. Greathead. Insect
 2309 parasitoids. London, Academic Press, 389 p.
 2310
- 2311 **Williams, D.J. & M.C. Granara De Willink. 1992.** Mealybugs of Central and South America.
 2312 London, CAB International, 635p.
 2313
- 2314 **Xie, J., H. Wu, H. Pang & P. De Clercq. 2016.** An artificial diet containing plant pollen for the
 2315 mealybug predator *Cryptolaemus montrouzieri*. Pest. Manage. Sci. 73: 541-545.
 2316
- 2317 **Yu, J.Z., H. Chi & B.H. Chen. 2005.** Life table and predation of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera:
 2318 Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) with a proof on relationship
 2319 among gross reproduction rate, net reproduction rate, and preadult survivorship. Ann.
 2320 Entomol. Soc. Am. 98: 475-482.
 2321
- 2322 **Zarghami, S., F. Kocheili, M.S. Mossadegh, H. Allahyari & A. Rasekh. 2014.** Effect of
 2323 temperature on population growth and life table parameters of *Nephus arcuatus* (Coleoptera:
 2324 Coccinellidae). Eur. J. Entomol. 111: 199-206.
 2325
- 2326

2327 Tabela 1. Durações (média ± EP, dias) do desenvolvimento para as joaninhas *Tenuisvalvae*
 2328 *notata* e *Cryptolaemus montrouzieri* criadas a 25 e 28 °C, e alimentadas com a cochonilha *Ferrisia*
 2329 *dasyliirii* em 70 ± 5% de UR e 12h de fotofase.

Fases	Temperatura (°C)		Estatística Valores de t _{gl} ; P
	25	28	
<i>Tenuisvalvae notata</i>			
Ovo	6,3 ± 0,05	4,8 ± 0,04	20,94 ₁₄₆ ; <0,0001
1 ^o	3,9 ± 0,11	2,7 ± 0,07	9,88 ₁₁₄ ; <0,0001
2 ^o	3,1 ± 0,11	2,0 ± 0,11	6,87 ₁₁₂ ; <0,0001
Larva	3,3 ± 0,08	2,4 ± 0,09	7,62 ₁₁₂ ; <0,0001
3 ^o	3,3 ± 0,08	2,4 ± 0,09	7,62 ₁₁₂ ; <0,0001
4 ^o	5,9 ± 0,15	4,2 ± 0,08	9,45 ₁₁₂ ; <0,0001
Larva (1 ^o - 4 ^o instar)	16,3 ± 0,22	11,4 ± 0,17	17,26 ₁₁₂ ; <0,0001
Pré-pupa	4,0 ± 0,15	3,0 ± 0,11	5,19 ₁₁₂ ; <0,0001
Pupa	12,9 ± 0,13	10,2 ± 0,13	14,63 ₁₁₂ ; <0,0001
Ovo-adulto	39,8 ± 0,21*	29,4 ± 0,14	40,07 ₁₁₂ ; <0,0001
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>			
Ovo	5,9 ± 0,02	4,0 ± 0,02	71,37 ₁₆₁ ; <0,0001
1 ^o	3,8 ± 0,13	2,3 ± 0,05	10,85 ₁₃₈ ; <0,0001
2 ^o	3,0 ± 0,07	2,7 ± 0,09	2,55 ₁₂₉ ; 0,0121
Larva	3,2 ± 0,05	2,8 ± 0,07	4,37 ₁₂₉ ; <0,0001
3 ^o	3,2 ± 0,05	2,8 ± 0,07	4,37 ₁₂₉ ; <0,0001
4 ^o	4,5 ± 0,12	4,3 ± 0,09	1,08 ₁₂₉ ; 0,2813
Larva (1 ^o - 4 ^o instar)	14,4 ± 0,18	12,2 ± 0,12	9,94 ₁₂₉ ; <0,0001
Pré-pupa	4,1 ± 0,12	3,3 ± 0,09	4,98 ₁₂₈ ; <0,0001
Pupa	9,7 ± 0,09	7,9 ± 0,07	14,84 ₁₂₈ ; <0,0001
Ovo-adulto	34,1 ± 0,14	28,6 ± 0,10	32,44 ₁₂₈ ; <0,0001

2330 *Indica diferença entre as espécies de joaninhas, na mesma temperatura, pelo teste t ($\alpha = 0,05$).

2331 P Indica comparação entre as temperaturas, na linha, dentro da mesma espécie.

2332

2333

2334

2335

2336

2337

2338 Tabela 2. Características das fases adulta (média ± EP) para as joaninhas *Tenuisvalvae notata*
 2339 e *Cryptolaemus montrouzieri* criadas a 25 e 28 °C, e alimentadas com a cochonilha *Ferrisia*
 2340 *dasyliirii* em 70 ± 5% de UR e 12h de fotofase.

Características	Temperaturas (°C)		Estatística Valor de t _{gl} ; P
	25	28	
<i>Tenuisvalvae notata</i>			
Pré-oviposição (dias)	1,9 ± 0,22	1,8 ± 0,27	0,00 ₂₈ ; 1,000
Oviposição (dias)	88,2 ± 9,22*	86,9 ± 7,27	0,11 ₂₈ ; 0,9148
Pós-oviposição (dias)	3,7 ± 0,78	2,9 ± 0,45	0,89 ₂₈ ; 0,3813
Longevidade das fêmeas (dias)	81,4 ± 9,54	84,1 ± 7,27	0,18 ₂₈ ; 0,8602
Fecundidade (ovos)	215,0 ± 30,96*	302,3 ± 30,90*	-2,00 ₂₈ ; 0,0557
Viabilidade (%)	87,7 ± 25,09	80,7 ± 25,49	-1,56 ₂₈ ; 0,1303
Razão sexual (descendência)	0,60 ± 0,13	0,56 ± 0,11	0,24 ₁₅ ; 0,8118
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>			
Pré-oviposição (dias)	6,2 ± 1,25*	6,7 ± 1,63*	-0,23 ₂₅ ; 0,8166
Oviposição (dias)	65,7 ± 11,84	81,4 ± 10,62	-0,98 ₂₅ ; 0,3367
Pós-oviposição (dias)	26,9 ± 9,75*	8,8 ± 2,09*	1,75 ₂₅ ; 0,0922
Longevidade das fêmeas (dias)	113,1 ± 14,86*	112,8 ± 11,24*	0,02 ₂₅ ; 0,9876
Fecundidade (ovos/fêmea)	152,8 ± 30,42	133,0 ± 34,26	0,43 ₂₅ ; 0,6686
Viabilidade (%)	79,8 ± 25,94	55 ± 23,99	1,36 ₂₅ ; 0,1848
Razão sexual (descendência)	0,46 ± 0,12	0,43 ± 0,08	0,13 ₁₃ ; 0,8988

2341 *Indica diferença entre as espécies de joaninhas, na mesma temperatura, pelo teste t ($\alpha = 0,05$).
 2342 P Indica comparação entre as temperaturas, na linha, dentro da mesma espécie.

2343

2344

2345

2346

2347

2348

2349 Tabela 3. Parâmetros de tabela de vida de fertilidade de *Tenuisvalvae notata* e *Cryptolaemus*
 2350 *montrouzieri* alimentadas com *Ferrisia dasyliirii* em duas temperaturas. Ro (Taxa líquida de
 2351 reprodução: ♀/♀); T (Tempo médio de geração; dias); r_m (Taxa intrínseca de crescimento
 2352 populacional; ♀/♀*dia). 70 ± 5% de UR e 12h de fotofase.

Parâmetros ¹	Temperaturas (°C)	
	25	28
<i>Tenuisvalvae notata</i>		
Ro	77,4 a (53,5 - 101,3)	87,6 a (68,4 - 106,8)
T	84,3 a (72,0 - 96,5)	71,4 b (64,8 - 77,9)
r _m	0,052 b (0,046 - 0,057)	0,063 a (0,058 - 0,067)*
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>		
Ro	48,9 a (27,7 - 69,9)	49,9 a (21,9 - 77,9)
T	82,3 a (64,6 - 87,7)	76,2 a (75,3 - 89,3)
r _m	0,048 a (0,044 - 0,058)	0,051 a (0,043 - 0,053)

2353 ¹Médias (IC a 95% de probabilidade) seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre as
 2354 temperaturas pelo teste *t* por pares de comparação com base no erro estimado pelo método
 2355 Jackknife. *Compara cada parâmetro, nas colunas, entre as espécies pelo IC a 95% de
 2356 probabilidade.
 2357

2358

2359

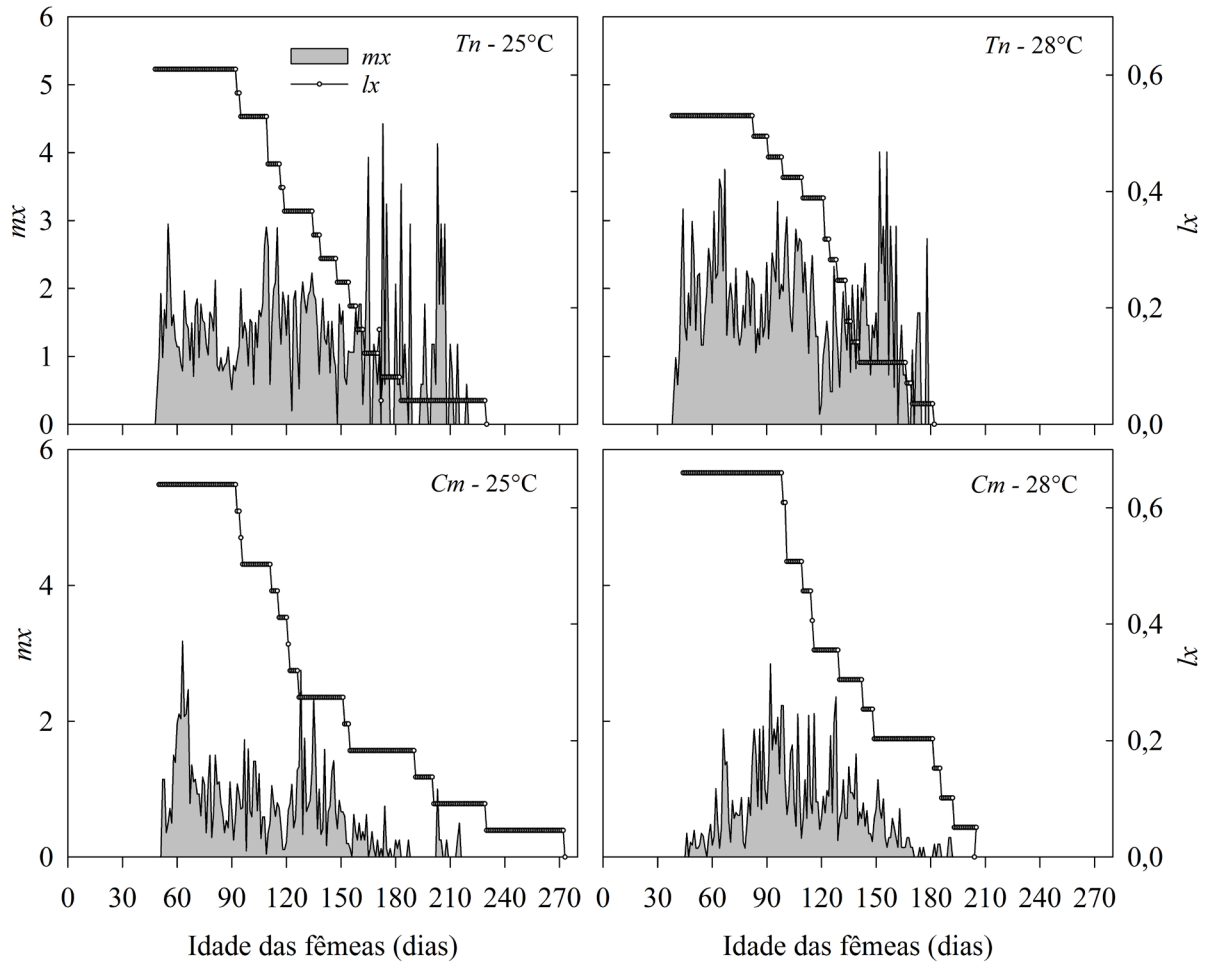
2360

2361

2362

2363

2364



2365
 2366 Figura 1. Produção de descendência fêmea (m_x) e taxa de sobrevivência específica (l_x) para
 2367 *Tenuisvalvae notata* (Tn) e *Cryptolaemus montrouzieri* (Cm) alimentadas com *Ferrisia dasyliirii*,
 2368 em duas temperaturas (25 e 28°C), em função da idade desde a sua eclosão. 70 ± 5% de UR e 12h
 2369 de fotofase.

2370

2371

2372

2373

2374

2375

2376

2377

2378

CAPÍTULO 4

2379

CONSIDERAÇÕES FINAIS

2380

A partir dos resultados encontrados em nossos estudos, podemos sugerir que *T. notata* e *C.*

2381

montrouzieri se envolveram em interações negativas, na condição de escassez de presas, resultando

2382

em canibalismo e predação intraguilda, predominante da espécie introduzida *C. montrouzieri* sobre

2383

a espécie nativa de *T. notata*.

2384

Baseado nos resultados de interações assimétricas em favor de *C. montrouzieri*, esta pode se

2385

tornar uma ameaça para a espécie nativa em locais de ocorrência mútua e falta de alimento e,

2386

conseqüentemente, afetar o potencial dessas joaninhas no controle biológico de cochonilhas em

2387

campos de cultivo.

2388

Além disso, a temperatura de 28 °C foi a mais apropriada para criação de ambas as espécies

2389

de joaninhas, por reduzir o tempo de desenvolvimento e aumentar os valores dos parâmetros

2390

demográficos (R_0 e r_m). Isto mostra que o aumento de 25 para 28°C favoreceu o desempenho

2391

desses predadores.

2392

T. notata e *C. montrouzieri* exibiram os maiores números de gerações anuais nas

2393

localidades de temperatura mais elevada, confirmando a influência direta desse fator no

2394

desenvolvimento dessas espécies. Podendo apresentar maior possibilidade de aumentar o nível

2395

populacional e conseqüentemente causar maior benefício para o controle de cochonilhas, tendo em

2396

vista que estas são pragas comuns nos períodos mais quentes do ano.

2397

No entanto, em condições de criação, o melhor desempenho a 28°C proporcionará uma

2398

produção maior e mais rápida de predadores para atender as demandas dos produtores visando à

2399

liberação em campo. Pois, se as condições climáticas, da área em que deseja liberar inimigos

2400 naturais para o controle biológico, for semelhante as condições em que essas espécies de joaninhas
2401 foram submetidas, nesta pesquisa, a expectativa de seu estabelecimento em campo aumentará.

2402 Contudo, as estimativas feitas para o número anual de gerações para essas joaninhas nas
2403 diferentes localidades necessitam ser validada em campo, visto que além da temperatura, outros
2404 fatores, como a umidade, o alimento, etc., podem influenciar o estabelecimento e adaptação das
2405 populações dessas espécies. Como também, seria necessário desenvolver estudos de campo para
2406 avaliar melhor a importância das interações (intra e interespecífica) entre esses predadores, uma
2407 vez que o local dos experimentos atuais foi limitado, e em campo esse comportamento pode ser
2408 menos severo, onde pode existir habitats mais complexos com diversidade de recursos alimentares
2409 e a possibilidade de refúgio desses predadores, o que poderia reduzir o canibalismo e a predação
2410 intraguilda.

2411