



FLÁVIO CARDOSO MONTES

**ATIVIDADE PREDATÓRIA, ARMAZENAMENTO E
CONTROLE DE QUALIDADE DE TRÊS ESPÉCIES DE
MIRÍDEOS PARA O CONTROLE DE *TUTA ABSOLUTA*
(MEYRICK) (LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE)**

**LAVRAS – MG
2017**

FLÁVIO CARDOSO MONTES

**ATIVIDADE PREDATÓRIA, ARMAZENAMENTO E CONTROLE DE
QUALIDADE DE TRÊS ESPÉCIES DE MIRÍDEOS PARA O CONTROLE DE
TUTA ABSOLUTA (MEYRICK) (LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Profa. Dra. Vanda H. P. Bueno

**LAVRAS – MG
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Montes, Flávio Cardoso.

Atividade predatória, armazenamento e controle de qualidade de
três espécies de mirídeos para o controle de *Tuta absoluta*
(Meyrick)(Lepidoptera, Gelechiidae) / Flávio Cardoso Montes. -
2017.

180 p.

Orientador(a): Vanda Helena Paes Bueno.

.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. *Campyloneuropsis infumatus*. 2. *Engytatus varians*. 3.
Macrolophus basicornis. I. Bueno, Vanda Helena Paes. . II. Título.

FLÁVIO CARDOSO MONTES

**ATIVIDADE PREDATÓRIA, ARMAZENAMENTO E CONTROLE DE
QUALIDADE DE TRÊS ESPÉCIES DE MIRÍDEOS PARA O CONTROLE DE
TUTA ABSOLUTA (MEYRICK) (LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE)**

**PREDATORY ACTIVITY, STORAGE AND QUALITY CONTROL OF THREE
SPECIES OF MIRIDS FOR THE CONTROL OF *TUTA ABSOLUTA*
(MEYRICK) (LEPIDOPTERA, GELECHIIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 17 de Abril de 2017.

Dr. Johan C. van Lenteren	Wageningen University – Holanda
Dr. Francisco Javier Calvo Robles	Koppert- Espanha
Dr. José Roberto Postali Parra	ESALQ-USP
Dr. Alexandre José Ferreira Diniz	ESALQ-USP

Orientadora
Profa. Dra. Vanda H. P. Bueno

**LAVRAS – MG
2017**

À Deus, pela infinita bondade por sempre iluminar-me os caminhos, dando-me força,
saúde, perseverança e coragem em toda minha vida.

AGRADEÇO

Aos meus irmãos, Fernando e Fabiano, pelo amor, incentivo e apoio durante esses anos.

Ao meu pai, Sebastião Montes (*in memoriam*) por ter desbravado e me
mostrado o caminho da dignidade, grande exemplo de ser humano.

Em especial, à minha mãe, Aparecida das Graças pelo
amor, carinho e apoio em todas as etapas e
por ser o meu maior exemplo de vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade para a realização do doutorado.

À professora Dra. Vanda Helena Paes Bueno, pela amizade, confiança, sobretudo paciência e atenção durante esses 10 anos que tive oportunidade de estar inserido em importantes pesquisas, a quem sou muito grato e devo toda a minha trajetória acadêmica.

Ao Prof. Dr. Johan C. van Lenteren, pela amizade, atenção, sobretudo paciência, e principalmente pelas consideráveis sugestões na condução dos experimentos e na redação científica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. José Roberto Postali Parra, pela gentileza e atenção que me recebeu em seu Laboratório de Biologia de insetos ESALQ/USP, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso de Biologia dos insetos, pela presença e pelas sugestões para este trabalho.

Ao Dr. Francisco Javier Calvo Robles, pelas sugestões na elaboração dos experimentos e pela disponibilidade nas análises estatísticas, e pelas contribuições que enriqueceram este trabalho.

Ao Dr. Alexandre José Ferreira Diniz, pela amizade de longa data, pela presença e pelas sugestões para este trabalho.

Ao Dr. Peter de Jong, por sua grande contribuição nas análises estatísticas.

Aos professores do Departamento de Entomologia da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso.

A minha amiga Dra. Ana Maria Calixto, pela excelente convivência ao longo desses anos, pela ajuda na execução dos experimentos e, pela ajuda indispensável e disponibilidade nas análises estatísticas dos experimentos.

A minha amiga Marianne pelo auxílio na condução dos experimentos, momentos de lazer e principalmente companheirismo, cumplicidade e amizade.

Ao meu amigo Diego pela amizade, parceria e companheirismo nesses últimos anos e pela ajuda na condução dos experimentos.

Aos amigos do Laboratório de Controle Biológico, Ana Maria, Marianne, Diego, Juracy, Lívia, Jolein, Heyker, Letícia e Lisa, pela ótima convivência, dia a dia, no ambiente de trabalho.

A Elaine, pela amizade de longa data, e principalmente pela ajuda na criação dos insetos, condução dos experimentos e por todos esses anos de convivência e bons momentos.

A Nazaré Moura, por toda dedicação, incentivo e amizade nos anos de convivência.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Elaine, Nazaré, Viviane, Érica, Roseni, Lisiane, Isabel, Eliana, Irene, Julinho, Arthur, Andréia, Edvaldo, Adriana, Luana, Marli, Angélica e Luciana, pela atenção e apoio.

Ao funcionário Departamento de Fitopatologia, Carlos Roberto Torres (“Carzinho”), pelo fornecimento de mudas de fumo.

A todos os colegas do Laboratório de Biologia de insetos ESALQ/USP, pela companhia durante a execução dos experimentos. Em especial à Neide pela atenção e apoio.

À minha amiga Mariana pela agradável amizade e convivência durante esses anos de pós-graduação, uma amizade que guardarei por toda vida!

Aos queridos amigos, Dejane, Valkíria, Nara, Gabriel, Mateus, Jonata, Davi, Rafaela, Larissa, Camila, Daniel, Pricila, Lineker, Mirella, Heloisa, Andreisa, Willian, Fábio e Neilton, pela amizade e pela agradável convivência.

Aos amigos e colegas de curso de pós-graduação, Roberta, André, Dora, Epifânio, Priscylla, Adriano, Marlice, Ana Luiza, Érika, Alexandre, Fernanda, Juara, Sandra, Juliana, Jordano e Judith pela convivência e bons momentos.

A Dra. Denise, pela amizade e convivência durante minha passagem pela ESALQ/USP.

A doutoranda Flávia pelo auxílio na criação de insetos no Laboratório de Biologia de insetos ESALQ/USP.

Aos amigos de república, Alexandre, Cauz, Isa e Ferraro, pelos bons momentos e companheirismo.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Ecologia Química ESALQ/USP, pela convivência e bons momentos.

Enfim, a todos que, de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!

“O Senhor é meu pastor e nada me faltará.”

(Salmo 22.1)

RESUMO GERAL

Mirídeos predadores como *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) e *Macrolophus basicornis* (Stål) (Hemiptera: Miridae) têm demonstrado grande potencial no consumo de ovos e larvas de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), sendo desse modo, uma alternativa ao uso de produtos fitossanitários para o controle desta praga. No entanto, informações ainda não estão disponíveis sobre a taxa de predação ao longo da vida de adultos, respostas ao armazenamento, comportamento de voo pós-armazenamento e qualidade dos indivíduos produzidos em sistema de criação massal. Diante disto os objetivos deste trabalho foram: (1) avaliar a taxa de predação de ovos de *T. absoluta* ao longo a vida de machos e fêmeas e a sua longevidade; (2) avaliar o efeito combinado de quatro períodos de armazenamento, três umidades relativas e duas temperaturas, na sobrevivência, fecundidade e longevidade das fêmeas; (3) avaliar o efeito pós-armazenamento no comportamento de voo e (4) avaliar parâmetros biológicos (fecundidade, longevidade, razão sexual, taxa de predação e a atividade de voo) de indivíduos produzidos no laboratório. Os resultados demonstraram que as três espécies de mirídeos predaram ovos de *T. absoluta*. Machos (17,30 ovos/dia) e fêmeas (49,01 ovos/dia) de *E. varians* predaram maior número de ovos de *T. absoluta* comparado a machos (13,34 ovos/dia) e fêmeas (38,99 ovos/dia) de *C. infumatus* e machos (11,19 ovos/dia) e fêmeas (35,38 ovos/dia) de *M. basicornis*. A espécie *E. varians* em ambos os sexos, apresentou menor longevidade que as outras duas espécies. A fitness, a fecundidade e longevidade de *E. varians* foram prejudicados após o armazenamento, demonstrando de que este predador não pode ser armazenado. A combinação ótima para o armazenamento de *C. infumatus* é o período de dois dias na umidade relativa de 40% e a 12°C. Já para a espécie *M. basicornis*, a combinação mais favorável foi o período de dois dias nas umidades relativas mais altas (20 e 40%) e a 12°C, proporcionando altas fecundidade e longevidade. Com relação aos parâmetros de controle de qualidade, a fecundidade potencial de *C. infumatus* (9,5), *E. varians* (9,4) e *M. basicornis* (9,5 oócitos por fêmea) foi semelhante à fecundidade diária (10,4, 10,3 e 11,7 ninfas/fêmeas, respectivamente). A longevidade das fêmeas não diferiu entre as espécies, sendo de 31,4; 33,7 e 34,6 dias para *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, respectivamente. A espécie *C. infumatus* apresentou maior proporção de fêmeas (0,86) comparada às outras duas espécies de predadores, a qual foi de 0,5. O consumo diário de ovos de *T. absoluta* por *E. varians* (49 ovos) foi maior que o consumo de *C. infumatus* (38 ovos) e *M. basicornis* (35 ovos). Após 4h da liberação não houve diferença na atividade de voo entre as três espécies de mirídeos, a qual foi de 100% de insetos voadores. O conhecimento dessas respostas a partir dos dados obtidos é fundamental para o avanço de métodos de criação massal e manutenção desses predadores, assim como na avaliação do potencial e efetividade tendo em vista a utilização em controle biológico aumentativo.

Palavras-chave: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Controle biológico. Atividade de voo. Predador.

GENERAL ABSTRACT

Predatory mirid bugs such as *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) and *Macrolophus basicornis* (Stål) (Hemiptera: Miridae) have demonstrated great potential in the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). This is an alternative way to reduce the use of pesticides to control this pest. However, there is a lack of information on the adult predation rates, responses to the different storage periods, post-storage flight behavior and the quality of the individuals produced in a mass rearing system. The objectives of this work were: (1) to evaluate the *T. absoluta* eggs predation rates by males and females and their longevity; (2) to evaluate the combined effect of four storage periods, three relative humidity and two temperatures, on the survival, fecundity and longevity of the mirids females; (3) to evaluate the post-storage effect through the predator flight behavior and (4) to evaluate biological parameters (fecundity, longevity, sex ratio, predation rate and flight activity) of mirids produced in the laboratory. The daily consumption of *T. absoluta* eggs by *E. varians* males (17.30 eggs) and females (49.01 eggs) was significantly higher than the consumption by *C. infumatus* and *M. basicornis* males (13.34 and 11.19 eggs) and females (38.99 and 35.38 eggs), respectively. The longevity of *E. varians* (males and females) was significantly lower compared to *C. infumatus* and *M. basicornis*. The fitness and the fecundity and longevity of *E. varians* were negatively affected after storage. *Campyloneuropsis infumatus* presented its optimal combination for storage at the period of two days, relative humidity of 40% and at 12°C. However, for *M. basicornis*, the most favorable combination for its storage is the two-day period in the highest relative humidity (20 and 40%) at 12°C, providing high fecundity and longevity. Regarding to quality control parameters, the potential fecundity of *C. infumatus* (9.5), *E. varians* (9.4) and *M. basicornis* (9.5 oocytes per female) was similar to daily fecundity (10, 4, 10.3 and 11.7 nymphs/females, respectively). The females longevity did not differ between the three species (31.4; 33.7 and 34.6 days) for *C. infumatus*, *E. varians* and *M. basicornis*, respectively. The species *C. infumatus* presented a higher proportion of females (0.86) compared to the other two species of predators, which in turn was 0.5. The daily *T. absoluta* eggs consumption by *E. varians* (49 eggs) was higher than *C. infumatus* (38 eggs) and *M. basicornis* (35 eggs). There was no difference in flight activity between species of mirids after 4h of release, which was 100% of flying insects. Understanding the responses obtained by these data may be fundamental for the advancement in the mass rearing methods of these predators as well as in the evaluation of their potential and effectiveness for use in augmentative biological control.

Key words: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Biological control. Fly activity. Predator.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	16
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO 2	22
Predação de ovos de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) ao longo da vida adulta e longevidade de três espécies de mirídeos predadores em tomate	22
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1 Criação de <i>C. infumatus</i>, <i>E. varians</i> e <i>M. basicornis</i>	27
2.2 Criação de <i>T. absoluta</i>	27
2.3 Taxa de predação ao longo da vida adulta e longevidade de machos e fêmeas dos mirídeos predadores <i>C. infumatus</i>, <i>E. varians</i> e <i>M. basicornis</i>	28
2.4 Análise dos dados	30
3 RESULTADOS	31
4 DISCUSSÃO	42
5 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	46
CAPÍTULO 3	53
Efeitos do armazenamento na sobrevivência, fecundidade e longevidade de fêmeas de três espécies de mirídeos predadores submetidas em diferentes combinações de períodos, umidades relativas e temperaturas.	53
RESUMO	54
ABSTRACT	55
1 INTRODUÇÃO	56
2 MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 Criações de três mirídeos predadores	59
2.2 Armazenamentos de adultos de três mirídeos predadores	59
2.2.1 Sobrevivência, fecundidade total e longevidade de três mirídeos predadores pós-armazenamento.	61
2.2.2 Análise de dados	62

3 RESULTADOS	63
3.1 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento, diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de <i>C. infumatus</i>..	63
3.1.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de <i>C. infumatus</i>	63
3.1.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas <i>C. infumatus</i>	64
3.2 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de <i>E. varians</i>	66
3.2.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de <i>E. varians</i>	66
3.2.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de <i>E. varians</i>	68
3.3 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de <i>M. basicornis</i>. 70	70
3.3.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de <i>M. basicornis</i>	70
3.3.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de <i>M. basicornis</i>	71
3.3.3 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na fecundidade de <i>C. infumatus</i>	73
3.4.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de <i>C. infumatus</i>	73
3.4.2 Influência da interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas duas temperaturas na fecundidade de <i>C. infumatus</i>	75
3.4.3 Influência das temperaturas e umidades relativas em diferentes períodos de armazenamento na fecundidade de <i>C. infumatus</i>	76
3.5 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na longevidade de fêmeas de <i>C. infumatus</i>	77
3.5.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na longevidade de fêmeas de <i>C. infumatus</i>.....	77

3.5.2	Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na longevidade de fêmeas de <i>C. infumatus</i>	79
3.5.3	Influência das temperaturas e umidades relativas nos diferentes períodos de armazenamento na longevidade de fêmeas de <i>C. infumatus</i>	80
3.6	Relação linear entre a fecundidade e a longevidade de fêmeas de <i>C. infumatus</i>	83
3.7	Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de <i>E. varians</i>	83
3.7.1	Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de <i>E. varians</i>	83
3.7.2	Influência da interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na fecundidade de <i>E. varians</i>	85
3.7.3	Influência das temperaturas e umidades relativas em diferentes períodos de armazenamento na fecundidade de <i>E. varians</i>	86
3.8	Influência das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na longevidade de <i>E. varians</i>	89
3.8.1	Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na longevidade de <i>E. varians</i>	89
3.8.2	Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na longevidade de <i>E. varians</i>	90
3.8.3	Influência das temperaturas e umidades relativas nos diferentes períodos de armazenamento na longevidade de <i>E. varians</i>	92
3.9	Relação linear entre a fecundidade e a longevidade de fêmeas de <i>E. varians</i> ...	93
3.10	Efeito da temperatura, período de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de <i>M. basicornis</i>	94
3.10.1	Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de <i>M. basicornis</i>	94
3.10.2	Influência da interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na fecundidade de <i>M. basicornis</i>	95
3.10.3	Influência das temperaturas e umidades relativas em diferentes períodos de armazenamento na fecundidade de <i>M. basicornis</i>	97
3.11	Influência da temperatura, período de armazenamento e diferentes umidades relativas na longevidade de <i>M. basicornis</i>	98
3.11.1	Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na longevidade de <i>M. basicornis</i>	98
3.11.2	Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na longevidade de <i>M. basicornis</i>	100

3.11.3 Influência das temperaturas e umidades relativas nos diferentes períodos de armazenamento na longevidade de <i>M. basicornis</i>	101
3.12 Relação linear entre a fecundidade e a longevidade de fêmeas de <i>M. basicornis</i>	104
4 DISCUSSÃO	105
5 CONCLUSÕES.....	109
REFERÊNCIAS	110
ANEXOS	114
ANEXO A – TABELAS (continuação da sequência numérica do texto)	114
CAPÍTULO 4.....	117
Efeitos do armazenamento em diferentes umidades relativas, períodos e temperaturas na atividade de voo em adultos de três espécies de mirídeos predadores	117
RESUMO.....	118
ABSTRACT	119
1 INTRODUÇÃO	120
2 MATERIAL E MÉTODOS	123
2.1 Criação dos mirídeos predadores <i>C. infumatus</i> , <i>E. varians</i> e <i>M. basicornis</i>	123
2.2 Armazenamentos de adultos dos mirídeos predadores <i>C. infumatus</i> , <i>E. varians</i> e <i>M. basicornis</i> e avaliação da atividade de voo pós-armazenamento.....	123
2.2.1 Armazenamento.....	123
2.2.2 Atividade de voo	124
2.2.3 Análise de dados	127
3 RESULTADOS.....	128
3.1 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento, diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de <i>C. infumatus</i>	128
3.1.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de <i>C. infumatus</i>	128
3.1.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de <i>C. infumatus</i>	130

3.2 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de <i>E. varians</i>	132
3.2.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de <i>E. varians</i>	132
3.2.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos adultos de <i>E. varians</i>	133
3.3 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de <i>M. basicornis</i>	136
3.3.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de <i>M. basicornis</i>	137
3.3.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de <i>M. basicornis</i>	138
4 DISCUSSÃO	141
5 CONCLUSÕES.....	143
REFERÊNCIAS	144
CAPÍTULO 5	147
Parâmetros de controle de qualidade para três espécies de mirídeos predadores	147
RESUMO.....	148
ABSTRACT	149
1 INTRODUÇÃO	150
2 MATERIAL E MÉTODOS	153
2.1 Coletas de mirídeos predadores no campo.....	153
2.2 Criação dos mirídeos predadores <i>C. infumatus</i> , <i>E. varians</i> e <i>M. basicornis</i>	153
2.3 Criação de <i>T. absoluta</i>	154
2.4 Controle de qualidade dos indivíduos dos predadores mirídeos produzidos em sistema de criação no laboratório	154
2.5 Fecundidade potencial diária	155
2.6 Fecundidade diária e longevidade.....	156
2.7 Taxa de predação.....	157

2.8 Razão sexual.....	158
2.9 Atividade de voo	158
2.10 Análise dos dados.....	159
3 RESULTADOS	161
3.1 Fecundidade potencial e diária.....	161
3.2 Longevidade	161
3.3 Taxa de predação por fêmeas	161
3.4 Razão Sexual	162
3.5 Atividade de voo	162
4 DISCUSSÃO	165
5 CONCLUSÕES.....	170
REFERÊNCIAS	171
ANEXO.....	178

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Heterópteros predadores tem se destacado durante as últimas décadas como importantes inimigos naturais de artrópodes-pragas, o que tem despertado o interesse na identificação de espécies assim como nos seus aspectos biológicos e comportamentais. Dentre esses predadores, algumas espécies pertencentes à família Miridae têm se revelado como efetivas e outras com potencial para agirem como agentes de controle biológico e assim serem utilizados em controle biológico aumentativo (CALVO et al., 2009; CALVO et al., 2012; BACKER et al. 2014).

Na Europa, estudos têm documentado a biologia e eficiência de espécies de mirídeos como *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) e *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) para o controle de diversos insetos herbívoros, como moscas-brancas, tripes, pulgões, ácaros e lepidópteros pragas (ALOMAR; GOULA; ALBAJES, 2002; CALVO et al., 2009; BACKER, et al., 2014; PERDIKIS; FANTINO; LYKOURESSIS, 2011; SYLLA et al., 2016). Em vários relatos mais recentes essas duas espécies também foram mencionadas como eficazes predadores da praga invasora *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) em cultivos de tomate (DESNEUX et al., 2011; HAN et al., 2015; PAZYUK; MUSOLIN; REZNIK, 2014; URBANEJA; MONTÓN; MOLLÁ, 2009; ZAPPALÀ et al., 2013).

No Brasil, *T. absoluta* causa severos danos em tomateiro, podendo comprometer toda a produtividade (GUEDES; PIKANÇO, 2012). Essa praga tem sido controlada por numerosas aplicações de produtos químicos (OLIVEIRA et al., 2008, THOMAZINI et al., 2001) o que tem levado à seleção de populações resistentes a vários inseticidas utilizados para seu controle (CAMPOS et al., 2014; GONTIJO et al., 2012; SANTOS et al., 2011a; SILVA et al., 2011b), e ainda propiciando a eliminação de inimigos naturais (MELO; CAMPOS, 2000) e surgimento de pragas secundárias (MOURA et al., 2014). Devido ao uso intensivo de produtos químicos, para o controle de pragas em tomateiros, uma alternativa viável e importante é o controle biológico, e o uso de predadores mirídeos, assim como utilizado em vários países europeus (CALVO et al., 2012; PAZYUK; MUSOLIN; REZNIK, 2014) pode ser a solução para os diversos problemas enfrentados pelo uso indiscriminado de produtos químicos. A importação de mirídeos predadores é difícil de ser realizada pelo Brasil (COCK et al., 2010), devido a problemas relacionados à Access and Benefit Sharing (ABS), discutidos na Convention on Biological Diversity (CBD) e potenciais efeitos colaterais

negativos, causados por espécies exóticas a inimigos naturais nativos (LEENTEREN et al., 2011). Diante deste contexto, no Brasil, nos últimos seis anos, estudos foram iniciados com espécies nativas de mirídeos, como *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) e *Macrolophus basicornis* (Stål) (Hemiptera: Miridae). Relatos têm demonstrado que elas podem atuar como inimigos naturais de moscas-brancas, pulgões, psilídeos e lepidópteros pragas (BUENO et al., 2013; DÍAZ et al., 2014; MARTÍNEZ et al., 2014) e são referidos como potenciais controladores de *T. absoluta* em cultivos de tomate (BUENO et al. 2012; 2013; SILVA et al., 2016; LENTEREN et al., 2016).

Assim vários aspectos de sua biologia e comportamento já foram relatados (BUENO et al., 2013; DÍAZ et al., 2014, SILVA et al., 2016; LENTEREN et al. 2016;2017). No entanto, informações quanto a sua criação massal, predação ao longo da vida adulta, atividade de voo e armazenamento ainda necessitam serem elucidadas.

A taxa de predação ao longo da vida de um inimigo natural está relacionada à capacidade deste em localizar, destruir e/ou consumir um número de presa durante certo período (COHEN; NORDLUND; SMITH, 1999). Também essa taxa é importante para se calcular a real taxa predação de um inimigo natural, e isto envolve a determinação da taxa de predação da fase ninfal e da fase adulta ao longo de sua vida. No caso das espécies *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* dados já foram disponibilizados para a predação ao longo do desenvolvimento ninfal (LEENTEREN et al., 2017). A determinação da taxa de predação ao longo da vida adulta irá somar e reunir dados que ajudarão na elucidação da melhor espécie, e com potencial a ser utilizada em programas de controle biológico de pragas.

Também armazenamento em baixas temperaturas, tem provado ser de grande valor na produção massal de insetos e no seu transporte para os locais de liberação (LEENTEREN; TOMMASINI, 2003, BUENO; CARVALHO; LENTEREN, 2014). Nesse processo, além da temperatura, também a umidade relativa deve ser considerada, pois pode exercer influência no período de armazenamento de insetos e ácaros predadores (GHAZY et al., 2012), devido a sua ligação na produção massal de agentes de controle biológico (LEENTEREN; TOMMASINI, 2003). Outro parâmetro relevante a ser avaliado após o armazenamento é a capacidade de voo (LEENTEREN; TOMMASINI, 2003) visto que está diretamente relacionada à dispersão, à busca de alimento/presa e também ao alcance de abrigo (GARDNER; LENTEREN, 1986).

Assim, insetos produzidos massalmente requerem constantemente medidas de controle de qualidade. Por intermediação da Internacional Organization for Biological Control of Noxious Animal and Plants (IOBC) testes de controle de qualidade de agentes entomófagos comercializados por diversas empresas foram desenvolvidos. Estes testes envolvem vários

componentes de qualidade do inseto produzido, como fecundidade, longevidade, razão sexual, predação e atividade de voo (LENTEREN, 2003).

Desse modo, como informações ainda não estão disponíveis sobre a taxa de predação ao longo da vida de adultos, respostas ao armazenamento, qualidade dos indivíduos produzidos e comportamento de voo pós-armazenamento para os mirídeos predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*; os objetivos deste trabalho foram: (1) avaliar a taxa de predação de ovos de *T. absoluta* ao longo a vida de machos e fêmeas e a sua longevidade; (2) avaliar o efeito combinado de quatro períodos de armazenamento, três umidades relativas e duas temperaturas, na sobrevivência, fecundidade e longevidade de fêmeas dos mirídeos predadores; (3) avaliar o efeito pós-armazenamento no comportamento de voo dos predadores e (4) avaliar parâmetros biológicos (fecundidade, longevidade, razão sexual, taxa de predação e a atividade de voo) produzidos no laboratório.

A compreensão dessas respostas a partir dos dados obtidos poderá ser essencial para o avanço no método de criação massal e manutenção desses predadores, assim como no potencial e efetividade tendo em vista a utilização em controle biológico aumentativo.

REFERÊNCIAS

- ALOMAR Ò, GOULA M, ALBAJES R. Colonisation of tomato fields by predatory mirid bugs (Hemiptera: Heteroptera) in northern Spain. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Zurich, v. 89, n. 1/2, p. 105-115, Apr. 2002.
- BACKER, L. de. et al. *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) as an efficient predator of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Europe. A review. **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, Gembloux, v. 18, n. 4, p. 536-543, May. 2014.
- BUENO, V. H. P. et al. New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian Hemipteran predatory bugs. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 137, n. 1/2, p. 29-34, Feb. 2013.
- BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; LENTEREN, J. C. van Performance of *Orius insidiosus* after storage, exposure to dispersal material, handling and shipment processes. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 67, n. 2, p. 175-183, Dec. 2014.
- BUENO, V. H. P.; LENTEREN, J. C. van. Predatory bugs (Heteroptera). In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Boca Raton: CRC Press, 2012. Cap. 22, p. 539-569.
- CALVO, J. F. et al. Preplant release of *Nesidiocoris tenuis* and supplementary tactics for control of *Tuta absoluta* and *Bemisia tabaci* in greenhouse tomato. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.143, n. 2, p.111-119, May. 2012.
- CALVO, J. F.; BOLCKMANS, K.; BELDA, J. E. Release rate for a pre-plant application of *Nesidiocoris tenuis* for *Bemisia tabaci* control in tomato. **BioControl**, Dordrecht, v. 57, n. 6, p. 809-817, Dec. 2012.
- CAMPOS, M. R. et al. Spinosad and the tomato borer *Tuta absoluta*: a bioinsecticide, an invasive pest threat, and high insecticide resistance. **PloSone**, San Francisco, v. 9, n. 8, p. e103235, Aug. 2014.
- COCK, M. J. W. et al. Do new Access and Benefit Sharing procedures under the Convention on Biological Diversity threaten the future of biological control?. **BioControl**, Dordrecht, v. 55, n.2, p. 199-218, Apr. 2010.
- COHEN A.C.; NORDLUND, D.A.; SMITH, R.A. Mass rearing of entomophagous insects and predaceous mites: are the bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural? **Biocontrol News and Information**, v. 20, n. 3, p.85-90, 1999.
- DESNEUX, N. et al. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. **Journal of Pest Science**, Gainesville, v. 84, n. 4, p. 403-408, Dec. 2011.
- DÍAZ, H. L. B. et al. Life table of *Macrolophus basicornis* (Hemiptera: Miridae) preying on *Myzus persicae* (Sulzer) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). **Revista de Protección Vegetal**, La Habana, vol.29, n.2, p. 94-98, June. 2014.

GARDNER, S. M.; LENTEREN, J. C van. Characterization of the arrestment responses of *Trichogramma evanescens*. **Oecologia**, Berlin, v. 68, n. 2, p. 265-270, Jan. 1986.

GHAZY, N. A. et al. Effect of long-term cold storage of the predatory mite *Neoseiulus californicus* at high relative humidity on post-storage biological traits. **BioControl**, Dordrecht, v. 57, n. 5, p. 635-641, Oct. 2012.

GONTIJO, P. C. et al. Spatial and temporal variation in the control failure likelihood of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 162, n. 1, p. 50-59, Jan. 2012.

GUEDES, R.; PICANÇO, M. The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. **EPPO Bulletin**, Washington, v. 42, n. 2, p. 211-216. 2012.

HAN, P. et al. Nitrogen and water limitations in tomato plants trigger negative bottom-up effects on the omnivorous predator *Macrolophus pygmaeus*. **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 88, n. 4, p. 685-691, Dec. 2015.

LENTEREN J. C. van. et al. Functional responses of three Neotropical mirid predators to eggs of *Tuta absoluta* on tomato. **Insects**, Basel, v. 7, n. 3, p. 1-10, Set. 2016.

_____. Predation of *Tuta absoluta* eggs during the nymphal stages of three Neotropical mirid predators on tomato. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 70, n.1, p. 69-74, June. 2017.

_____. Will the Convention on Biological Diversity put an end to biological control?. **Revista Brasileira de Entomologia**. Curitiba, v. 55, n. 1, p. 1-5, Mar. 2011.

LENTEREN, J. C. van. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CABI Publishing, 2003. 327 p.

LENTEREN, J. C. van.; TOMMASINI, M. G. Mass production, storage, shipment and release of natural enemies. In: LENTEREN, J. C. van. (Ed.). **Quality Control and the Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures**. CAB International; p. 181-189. 2003.

MARTÍNEZ, A. M. et al. Primer registro de *Engytatus varians* (distant) (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) em México y su depredación sobre *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): una revisión de su distribución y hábitos. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 30, n. 3, p. 617-624, Dec. 2014.

MOURA, A. P. de. et al. Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial. **Circular Técnica**, 129. Brasília, DF, 2014. 24 p.

OLIVEIRA, A. C. R. de. et al. Captura de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) com armadilha luminosa na cultura do tomateiro tutorado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 38, n. 3, p. 153-157, jul./set. 2008.

PAZYUK, I. M.; MUSOLIN D. L.; REZNIK, S. Y. A. Geographic variation in thermal and photoperiodic effects on development of zoophytophagous plant bug *Nesidiocoris tenuis*. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 138, n.1/2, p. 36-44, Feb. 2014.

PERDIKIS. D.; FANTINO, A.; LYKOURESSIS, D. Enhancing pest control in annual crops by conservation of predatory Heteroptera. **Biological Control**, Orlando, v. 59, n. 1, p. 13-21. 2011.

SANTOS, A. C. et al. Efficacy of insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick) and other pests in pole tomato. **BioAssay**. Piracicaba, v. 6, n. 4, p. 1-6, Dec. 2011.

SILVA, D. B. et al. Population growth of three mirid predatory bugs feeding on eggs and larvae of *Tuta absoluta* on tomato. **BioControl**, Dordrecht, v. 61, n. 5, p. 545-553, Apr. 2016.

_____. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Management Science**, Sussex, v. 67, n. 8, p. 913-920, Aug. 2011.

_____. Life-History Traits of *Macrolophus pygmaeus* with Different Prey Foods. **PlosOne**, San Francisco, v.11, n.11, Nov. 2016.

THOMAZINI, A. P. B. W. et al. Effect of *Lycopersicon* spp. Genotypes on Biology and Oviposition of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, n. 283-288, June. 2001.

URBANEJA, A.; MONTÓN, H.; MOLLÁ, O. Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 133, n. 4, p. 292-296, May. 2009.

ZAPPALÀ, L. et al. Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta*, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies. **Journal of Pest Science**. v. 86, n. 4, p.635-647. Dec. 2013.

CAPÍTULO 2

Predação de ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) ao longo da vida adulta e longevidade de três espécies de mirídeos predadores em tomate

RESUMO

A cultura do tomate pode ser atacada em suas diferentes fases de desenvolvimento por diversos insetos, os quais podem causar danos significativos e comprometer a produção. Entre esses insetos, destaca-se *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae), considerada praga chave e podendo causar perda de até 100% se não eficientemente controlada. Mirídeos predadores destacam-se como uma alternativa ecologicamente viável para o controle biológico de *T. absoluta*. O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de predação de ovos de *T. absoluta* durante a vida adulta de ambos os sexos de *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) e *Macrolophus basicornis* (Stål) (Hemiptera: Miridae) e a sua longevidade. Casais foram formados com adultos recém-emergidos para permitir o acasalamento. Estes foram alimentados diariamente com 160 ovos de *T. absoluta* por um período de sete dias. A partir do oitavo dia, machos e fêmeas foram individualizados, fêmeas alimentadas diariamente com 100 ovos, e os machos com 60 ovos de *T. absoluta*. Os ovos oferecidos foram espalhados ao acaso em um folíolo de tomate, o qual foi disposto no interior de placas de Petri (9 cm). O consumo diário médio de ovos de *T. absoluta* por machos (17,30 ovos) e fêmeas (49,01 ovos) de *E. varians* foi significativamente maior que o consumo de machos (13,34 e 11,19 ovos) e fêmeas (38,99 e 35,38 ovos) de *C. infumatus* e *M. basicornis*, respectivamente. A longevidade de machos (16,95 dias) e fêmeas (13,95 dias) de *E. varians* foi significativamente menor comparada a longevidade de machos (26,55 e 29,75 dias) e fêmeas (23,55 e 25,60 dias) de *C. infumatus* e *M. basicornis*, respectivamente. Não houve diferença na predação total de ovos de *T. absoluta* ao longo da vida de machos (336,95, 313,45 e 339,20 ovos) e fêmeas (844,65, 668,20 e 934,30 ovos) de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, respectivamente. Os resultados mostraram que as três espécies de mirídeos foram capazes de predação e sobreviver ao longo da vida adulta se alimentando de ovos de *T. absoluta*. Esses dados permitem o cálculo da predação quantitativa desses predadores, o que aliado a outras características biológicas e comportamentais ajudará na comparação entre espécies com potencial para agente de controle biológico e sua eficiência quando liberado em condições de campo e ou casa de vegetação.

Palavras-chave: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Controle biológico. *Solanum lycopersicom*.

ABSTRACT

The tomato crop can be attacked in its different developmental stages by several insects, which can cause significant damages and compromise the production. Among these insects, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) is considered as a key pest, causing losses up to 100% if it's not efficiently controlled. Neotropical predatory mirids highlights as an ecologically viable alternative for the biological control of *T. absoluta*. The objective of this study was to evaluate the predation rate of *T. absoluta* eggs and longevity of *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) and *Macrolophus basicornis* (Stål) (Hemiptera: Miridae) adults (male and female). Newly emerged adults were coupled to allow mating. They were fed daily with 160 *T. absoluta* eggs for a period of seven days. From the eighth day, males and females were individualized; females were then fed every day with 100 *T. absoluta* eggs, and males with 60 eggs. The eggs offered were randomly scattered in a tomato leaflet, which was placed inside Petri dishes (9 cm). The daily consumption of *T. absoluta* eggs by *E. varians* males (17.30 eggs) and females (49.01 eggs) was significantly higher than the consumption of *C. infumatus* and *M. basicornis* males (13.34 and 11.19 eggs) and females (38.99 and 35.38 eggs), respectively. The longevity of *E. varians* males (16.95 days) and females (13.95 days) was significantly lower compared to *C. infumatus* (males 26.55 and females 23.55 days) and *M. basicornis* (males 29.75 and females 25.60 days). There was no difference in the total of *T. absoluta* eggs predation during the lifetime of males (336.95, 313.45 and 339.20 eggs) and females (844.65, 668.20 and 934.30 eggs) of *C. Infumatus*, *E. varians* and *M. basicornis*, respectively. The results showed that the three species of mirids were able to predate and survive throughout adult stage by feeding on *T. absoluta* eggs. These data allow the calculation of the quantitative predation, which together with other biological and behavioral characteristics will help in the comparison among species with potential for biological control agent and its efficiency when released in the field and/or greenhouse conditions.

Key words: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Biological control. *Solanum lycopersiom*.

1 INTRODUÇÃO

A traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae), é uma praga economicamente importante do tomate *Solanum lycopersicom* (L.) (BUENO et al., 2012; DESNEUX et al., 2011, MACIEL et al., 2011) e de outras solanáceas (FERRACINI et al., 2012). As fêmeas põem ovos individualmente nas folhas, principalmente no terço superior das plantas hospedeiras (VILLAS BÔAS; CASTELO BRANCO; MEDEIROS, 2009). Colocam em média 200 ovos/fêmea (SILVA et al., 2015) e apresentam uma longevidade de 21 dias (BOGORNI; CARVALHO, 2006). Devido à atividade alimentar dentro do mesófilo das folhas as lagartas formam as chamadas minas, o que afeta a capacidade fotossintética das plantas (FERREIRA; SILVA; COELHO, 2012), e, além disso, atacam toda a parte aérea do tomateiro como broto apical, folhas, caules, botões florais, flores e frutos (MEDEIROS, 2009). Em certos casos, a alta intensidade do ataque de *T. absoluta* na cultura pode comprometer até 100% da produtividade (DESNEUX et al., 2010; GUEDES; PICANÇO, 2012).

Tuta absoluta é um inseto nativo da América Central (URBANEJA et al., 2013), e desde o início da década de 1980 foi registrada a sua ocorrência por toda América do Sul (BARRIENTOS; APABLAZA; NORERA, 1998, DESNEUX et al., 2010). Em 2006, foi detectada pela primeira vez na Espanha (DESNEUX et al., 2011). Desde então, a praga se espalhou rapidamente pelo Norte Europeu, Bacia do Mediterrâneo (URBANEJA et al., 2012) e Oriente Médio (ABDUL; YASSIRI; FADHIL, 2010; BANIAMERI; CHERAGHIAN, 2012). Registros mais recentes indicam invasão em vários países da África (BRÉVAULT et al., 2014; CHIDEGE et al., 2016; DEHLIZ; GUÉNAOUI, 2015; TUMUHAISE et al., 2016) e Ásia (CHANDISH et al., 2016; SRIDHAR et al., 2014).

No Brasil, seu primeiro registro de ocorrência foi em 1979 no estado do Paraná (MUSZINSKI; LAVENDOWSKI; MASCHIO, 1982), sendo oficialmente relatada como praga em 1980 no estado de São Paulo (MORAIS; NORMANHA FILHO, 1982; SOUZA; REIS, 2003). Desde então tem sido controlada por aplicações múltiplas e intensivas de inseticidas (OLIVEIRA et al., 2008; THOMAZINI et al., 2001), levando ao aparecimento de resistência das populações brasileiras a vários produtos químicos usados para seu controle (GONTIJO et al., 2012; LIETTI; BOTTO; ALZOGARAY, 2005; SANTOS et al., 2011; SILVA et al., 2011; SIQUEIRA; GUEDES; PICANÇO, 2000a, SIQUEIRA; GUEDES; PICANÇO, 2000b; SIQUEIRA et al., 2001). Essa resistência tem ocasionando aumento do número de aplicações recomendadas e isto tem levado a eliminação de inimigos naturais

(MELO; CAMPOS, 2000) e problemas com pragas secundárias (MOURA et al., 2014). Diante deste cenário, torna-se urgente e necessário que produtores coloquem em prática outras estratégias que auxiliem e sejam eficazes no manejo desta praga, sendo o controle biológico por meio da utilização de predadores particularmente daqueles pertencentes à família Miridae (CALVO et al., 2012a, CALVO et al., 2012b; JAWORSKI et al., 2013; PAZYUK et al., 2014), uma estratégia que pode resultar em sucesso no controle de *T. absoluta*. Na Europa, os mirídeos predadores *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (CASTAÑÉ et al., 2013) e *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) estão sendo comercializados para uso em programas de controle biológico de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (CALVO et al., 2009), desde o ano de 2003 e também desde o ano de 2006 para o invasor, *T. absoluta* (LENTEREN, 2012; URBANEJA et al., 2012).

No Brasil, mirídeos predadores como *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) e *Macrolophus basicornis* (Stål) (Hemiptera: Miridae) foram coletados em *Nicotiana tabacum* (L.) (BUENO et al., 2013b; FERREIRA et al., 2001). Apresentam distribuição na América Latina (CASTINEIRAS, 1995; CARVALHO; FERREIRA, 1972; FERREIRA; HENRY, 2011; FERREIRA; SILVA; COELHO, 2001; MARTÍNEZ et al., 2014; MELO et al., 2004) e têm sido encontrados predando diferentes pragas em diversas culturas, incluindo pragas do tomateiro, o que caracteriza sua amplitude de ocorrência e presas (BUENO et al., 2013a; DÍAZ et al., 2014; MARTÍNEZ et al., 2014; OHASHI; URDAMPILLETA, 2003; ROSEWALL; SMITH, 1930). Esses predadores apresentam elevado potencial de predação de ovos (LENTEREN et al., 2016) e principalmente lagartas de primeiro instar de *T. absoluta* em laboratório (SILVA et al., 2016). São mencionados como potenciais controladores de *T. absoluta*, em cultivos de tomate (BUENO et al., 2012; 2013a; 2013b).

Mas para que isto seja possível, determinar a contribuição quantitativa destas espécies na dinâmica populacional da praga e avaliar a taxa de predação ao longo da vida adulta e sua longevidade é fundamental para obter resultados mais próximos com a real taxa de predação que pode ocorrer em condições de campo e ou casa de vegetação. Segundo Cohen, Nordlund e Smith (1999) a taxa de predação de um inimigo natural, está relacionada à capacidade deste de localizar, destruir e/ou consumir um número de presa durante certo período, o que pode determinar o seu sucesso no controle de uma praga.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de predação ao longo da vida adulta de machos e fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* e também determinar a sua longevidade quando alimentados com ovos de *T. absoluta*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Criação de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*

Criações das três espécies de mirídeos predadores foram mantidas de acordo com metodologia proposta por Bueno et al. (2013a) e Silva et al. (2016). No entanto, mensalmente indivíduos selvagens foram coletados em plantas de fumo no campo e introduzidos nas respectivas criações de laboratório. Como substrato de oviposição foram utilizadas plantas de fumo *N. tabacum*, cultivar TNN cultivadas em casa de vegetação. Sementes foram semeadas em bandejas de plásticos (50 x 30 x 15 cm) contendo substrato orgânico (casca de Pinus, turfa, carvão e vermiculita). Após a germinação, plantas com aproximadamente dois pares de folhas, foram transferidas para vasos de plásticos com capacidade para 2L, até que atingissem 25 cm de altura. Estas plantas foram então utilizadas na criação dos predadores, servindo como substrato de oviposição.

Adultos foram liberados em gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm) contendo uma planta envasada de fumo e mantidos em sala climática a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14:10 (L:E). Ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) *ad libitum* foram oferecidos como alimento. Adultos dos percevejos e plantas permaneceram nas gaiolas por um período de sete dias. Após esse período, os insetos adultos foram retirados das plantas e essas contendo ovos foram transferidas para novas gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm), nas quais foram acrescentados ovos de *A. kuehniella ad libitum* para o desenvolvimento das ninfas até a formação dos adultos. Adultos recém-emergidos foram transferidos para novas gaiolas para oviposição. Indivíduos provenientes destas criações, após a décima quinta geração no laboratório, foram utilizados nos testes de predação.

2.2 Criação de *T. absoluta*

A criação de *T. absoluta* foi mantida de acordo com a metodologia proposta por Pratisoli e Parra (2012). Adultos de *T. absoluta* foram mantidos em gaiolas cobertas por tecido “voile” (70 X 50 X 50 cm) contendo plantas de tomate *S. lycopersicom* cv. IPA-6 (NEVES et al., 2003) em sala climática a 25°C , UR de 70% e fotoperíodo de 14:10 (L:E). As plantas foram infestadas com adultos de *T. absoluta*, permitindo a oviposição durante três dias após a sua introdução. Após esse período os adultos foram retirados do contato com as plantas, para que houvesse o desenvolvimento das lagartas e a consequente formação das pupas. Adultos recém-emergidos foram transferidos para novas gaiolas com plantas de tomate

para obtenção de ovos, e alimentados com gotículas de mel puro colocadas nas paredes da gaiola. Os ovos utilizados nos testes com predação foram provenientes da oviposição em um único folíolo de tomate *S. lycopersicom* cv. IPA-6. Este foi mantido num recipiente com água, preso na parte superior da gaiola contendo adultos de *T. absoluta* por um fio de metal por um período de 24h. Os folíolos foram trocados diariamente com o intuito de se obter a quantidade diária de ovos necessária para oferecimento aos predadores.

2.3 Taxa de predação ao longo da vida adulta e longevidade de machos e fêmeas dos mirídeos predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*

Setenta ninfas de 5º instar de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* provenientes das criações do laboratório foram individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo disco foliar de *N. tabacum* (4,5 cm de diâmetro) em solução ágar-água a 1% e ovos de *A. kuehniella ad libidum* até a formação de adultos. Estas placas foram mantidas em câmara climáticas a 24°C±1, UR 70 ± 10% e 12h de fotofase, e vedadas com filme PVC para evitar a fuga das ninfas. As ninfas de 5º instar foram separadas tomando por base o tamanho da teca alar. Segundo Chapman (1998), esse instar é caracterizado pela individualização ou separação das tecas alares pelo escutelo presente pela primeira vez.

Adultos recém-emergidos foram separados por sexo, de acordo com as características morfológicas externas mencionadas por Costa-Lima (1940). Machos possuem abdômen cilindroide com os últimos segmentos curvados ligeiramente para baixo. A fêmea possui abdômen mais grosso na altura do sexto segmento aonde se articula o ovipositor, e é maior do que o macho.

Um folíolo de tomate *S. lycopersicom* foi colocado em um tubo Eppendorf (1,5 tml) contendo água, e vedado com massa de modelar “Acrilex”. Este tubo Eppendorf foi colocado em placa de Petri (9 cm de diâmetro) juntamente com um casal de adultos recém-emergidos de cada espécie de predador. A predação por casal foi avaliada por um período de sete dias, durante o qual foram oferecidos diariamente 160 ovos de *T. absoluta* por casal. Após sete dias, machos e fêmeas foram individualizados, e a predação de ambos foi determinada separadamente até a sua morte. Para machos e fêmeas foram oferecidos 60 e 100 ovos/dia, respectivamente. O número de ovos consumidos foi contabilizado diariamente sob um microscópio estereoscópico (aumento de 30x) (Leica EZ4). Ovos murchos com córion vazio (sem vitelo) que apresentavam a cor translúcida brilhante e ovos danificados que continham pouca quantidade de vitelo e com cor amarelada foram considerados predados (MOLLÁ et

al., 2014). Novos folíolos de tomate foram adicionados em substituição aos anteriores. Foram avaliados 20 casais de cada espécie de predador, sendo que cada casal constituiu uma repetição. Os insetos foram mantidos em câmara climática a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12h. A longevidade de machos e fêmeas dos predadores foi determinada diariamente por meio da observação de sua mortalidade. A mortalidade de ovos de *T. absoluta* devido ao manuseio foi determinada sem o predador, e variou de 0% a 1,12% (n = 12.680 ovos), refletindo baixa mortalidade natural ou por manipulação (LENTEREN et al., 2016).

Testes preliminares foram realizados sobre a capacidade de predação diária de ovos de *T. absoluta* para as três espécies de predadores. Isto permitiu estimar a quantidade de ovos a ser oferecido para os adultos dos predadores durante o experimento com a predação ao longo da vida dos mesmos. A quantidade oferecida foi então, sempre superior à capacidade de consumo diário obtido nos testes preliminares, tanto quando os insetos estavam juntos como quando machos e fêmeas foram individualizados.

Essa metodologia para avaliar a predação por casal e depois separadamente para machos e fêmeas foi utilizada no sentido de permitir o acasalamento dos mirídeos, o qual pode ocorrer durante os primeiros sete dias da vida adulta (CASTAÑE et al., 2007). Assim, para a obtenção de dados da predação de machos e fêmeas separadamente durante os sete primeiros dias em que permaneceram juntos, foi realizado o seguinte procedimento: primeiramente calculou-se predação diária de ovos de *T. absoluta* por machos e fêmeas de cada espécie de predador do 8º ao 17º dia de predação, ou seja, nos primeiros dez dias após a separação dos machos e fêmeas. Esse período foi utilizado para evitar o efeito da queda das taxas de predação por fêmeas no final da sua vida. Em seguida, utilizou-se o número total de ovos de *T. absoluta* consumidos por machos e fêmeas durante estes dez dias para calcular as percentagens de ovos consumidos pelos dois sexos. Estas percentagens (as quais foram ao redor de 75% de ovos predados por fêmea, e 25% de ovos predados por machos, ver seção de resultados para detalhes) foram então aplicadas às taxas diárias de predação por casal durante os primeiros sete dias, e a partir desse valor, foi atribuído o valor de 75% dos ovos predados para as fêmeas e 25% para os machos. Desta forma foi estimada a taxa de predação diária em separado para machos e fêmeas nos primeiros sete dias quando estavam juntos no mesmo recipiente.

2.4 Análise dos dados

Foram testados grupos homogêneos (mesma espécie, mesmo sexo) quanto à normalidade dos dados para cada uma das três variáveis "número de ovos consumidos por dia", "número total de ovos consumidos" e "longevidade", utilizando um teste de Kolmogorov-Smirnov (Estatísticas IBM-SPSS 22). Dos 18 testes realizados, apenas dois se desviaram significativamente de uma distribuição normal, e, portanto a normalidade dos dados foi assumida. Todos os dados foram comparados através de uma análise de variância utilizando o programa GLM (Estatísticas IBM-SPSS 22). Um teste post-hoc com correção de Bonferroni foi realizado para as variáveis "longevidade" e "número de ovos consumidos por dia". Para testar possíveis correlações no número de ovos consumidos por dia ao longo vida adulta de machos e fêmeas, foi aplicada uma regressão linear ponderada, na qual a predação diária de ovos de cada indivíduo foi tomada como valor de entrada. Foi usada uma regressão linear ponderada levando em consideração que no início do experimento havia um total de 20 indivíduos consumindo ovos, enquanto que durante o experimento o número de indivíduos vivos foi decrescendo. Para os cálculos, foi usado o programa Estatístico (IBM-SPSS 22).

3 RESULTADOS

Foi oferecido durante o teste de predação ao longo da vida dos insetos adultos um total de 3.200 ovos de *T. absoluta* diários para machos e fêmeas de cada espécie de predador.

A taxa de predação média diária foi significativamente diferente entre as três espécies de mirídeos, independentemente do sexo. Machos ($17,30 \pm 0,71$ ovos/dia) e fêmeas ($49,01 \pm 2,29$ ovos/dia) de *E. varians* predaram maior número de ovos de *T. absoluta* comparado a machos ($13,34 \pm 0,62$ ovos/dia) e fêmeas ($38,99 \pm 2,24$ ovos/dia) de *C. infumatus* e machos ($11,19 \pm 0,38$ ovos/dia) e fêmeas ($35,38 \pm 1,68$ ovos/dia) de *M. basicornis* ($F = 21,74$, $P < 0,001$) (TABELA 1 e 2). Para essas duas últimas espécies de predador não houve diferença significativa na predação diária ($F = 21,74$, $P < 0,001$) (TABELA 1 e 2).

Tabela 1 — Taxa de predação diária, predação total de ovos de *Tuta absoluta* e longevidade (\pm EP) para machos e fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*. $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.

Espécie	Sexo	n**	Taxa de predação diária	Predação total de ovos	Longevidade
<i>C. infumatus</i>	macho	20	$13,34 \pm 0,62d^*$	$336,95 \pm 41,51b$	$26,55 \pm 2,71a$
	fêmea	20	$38,99 \pm 2,24b$	$844,65 \pm 77,27a$	$23,55 \pm 2,86a$
<i>E. varians</i>	macho	20	$17,30 \pm 0,71c$	$313,45 \pm 39,90b$	$16,95 \pm 2,01b$
	fêmea	20	$49,01 \pm 2,29a$	$668,20 \pm 72,94a$	$13,95 \pm 1,50b$
<i>M. basicornis</i>	macho	20	$11,19 \pm 0,38d$	$339,20 \pm 38,87b$	$29,75 \pm 3,10a$
	fêmea	20	$35,38 \pm 1,68b$	$934,30 \pm 127,3a$	$25,60 \pm 3,23a$

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pela análise de variância utilizando o procedimento GLM. ** número de repetições

Fonte: Do autor (2017)

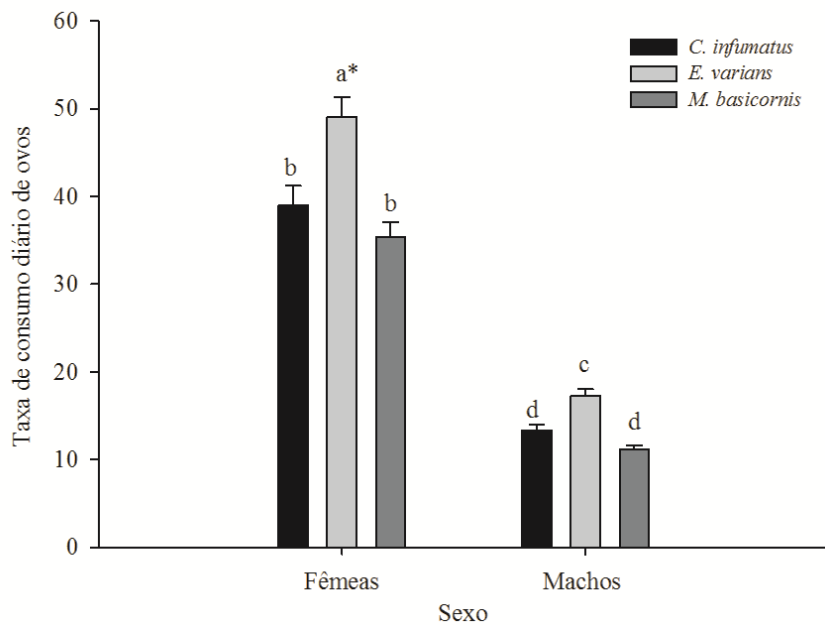
Tabela 2 — Resultados da análise GLM da variância dos fatores fixos 'espécie' e 'sexo' encontrada em cada uma das três variáveis, medidas em machos e fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*. A tabela apresenta os valores de F e P.

Estatística	Taxa de predação diária		Predação total		Longevidade	
	F	P	F	P	F	P
Espécie	21.74	<0.001	2.07	0.13	11.83	<0.001
Sexo	467.90	<0.001	65.70	<0.001	2.45	0.12
Interação	3.36	0.04	1.37	0.26	0.03	0.97
Modelo geral	103.62	<0.001	14.52	<0.001	5.23	<0.001
Adj. R ²	0.81		0.36		0.15	

Fonte: Do autor (2017)

A taxa de predação média diária entre os sexos das espécies de predadores foi significativamente diferente. Fêmeas de *C. infumatus* ($38,99 \pm 2,24$ ovos), *E. varians* ($49,01 \pm 2,29$ ovos) e *M. basicornis* ($35,38 \pm 1,68$ ovos) predaram significativamente maior número de ovos/dia comparado aos machos ($13,34 \pm 0,62$, $17,30 \pm 0,71$ e $11,19 \pm 0,38$ ovos) ($F=467,9$ e $P < 0,001$) (TABELA 1 e 2) (FIGURA 1). Fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* predaram em torno de duas a três vezes mais ovos de *T. absoluta*/dia comparado aos machos (FIGURAS 2, 3 e 4).

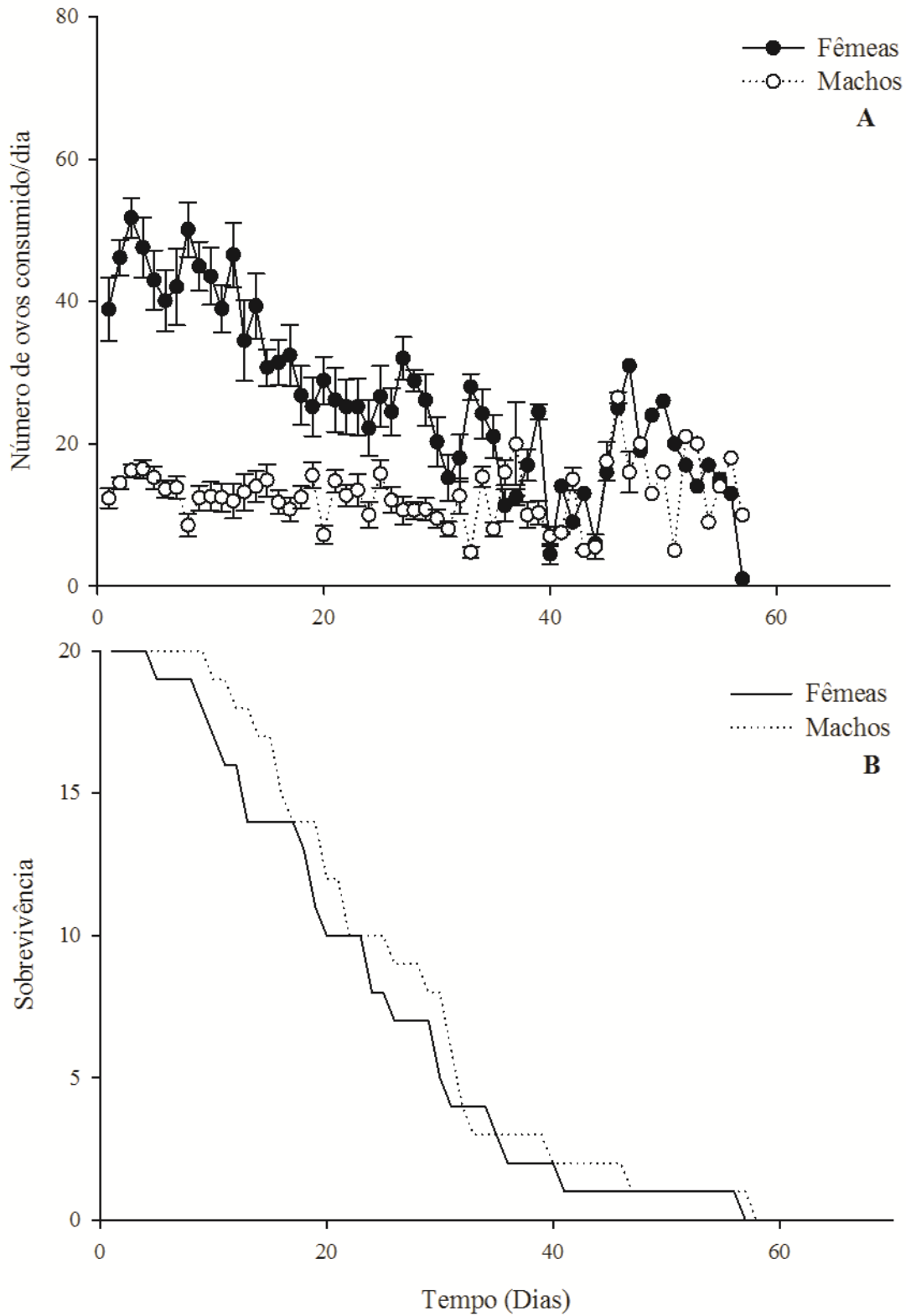
Figura 1 — Taxa de consumo diário de ovos (\pm EP) de *Tuta absoluta* para machos e fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



* Médias seguidas de mesma letra nas barras, não diferem entre si pela análise de variância utilizando o procedimento GLM. n=20

Fonte: Do autor (2017)

Figura 2 — Ovos de *Tuta absoluta* consumidos/dia (\pm EP) durante a vida de machos e fêmeas (A) e sobrevivências (B) de *Campyloneuropsis infumatus*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



Fonte: Do autor (2017)

Figura 3 — Ovos de *Tuta absoluta* consumidos/dia (\pm EP) durante a vida de machos e fêmeas (A) e sobrevivências (B) de *Engytatus varians*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.

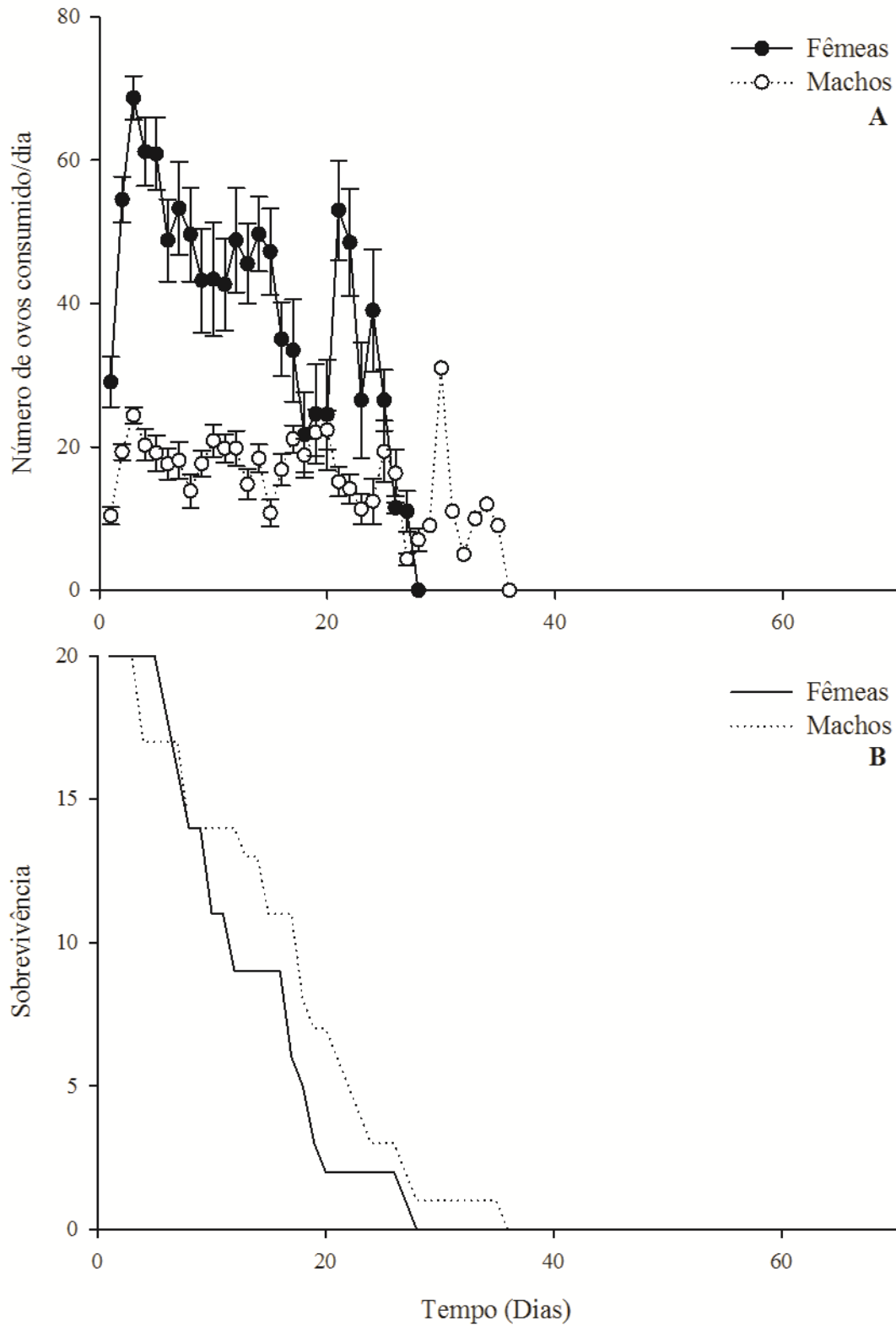
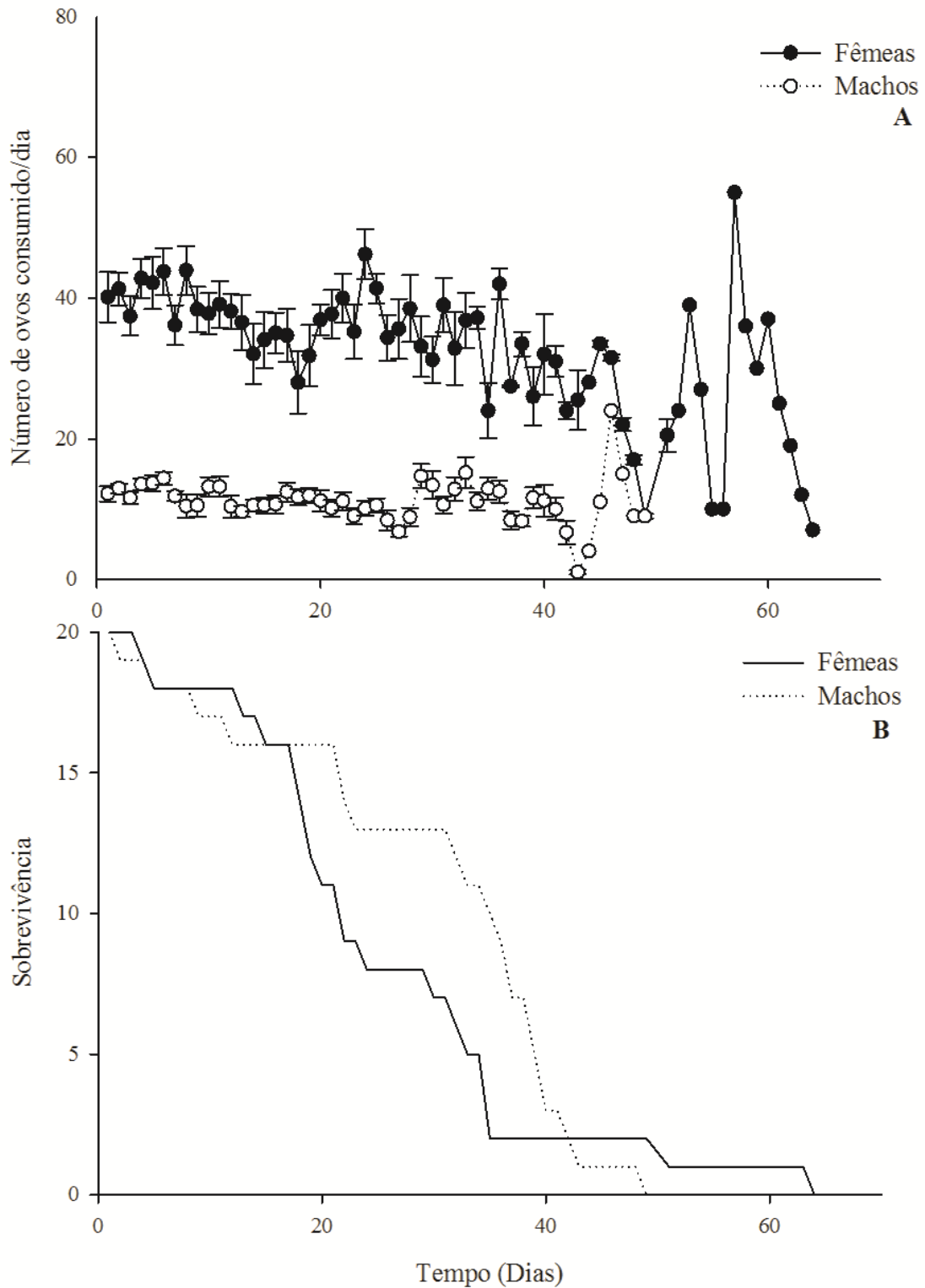


Figura 4 — Ovos de *Tuta absoluta* consumidos/dia (\pm EP) durante a vida de machos e fêmeas (A) e sobrevivências (B) de *Macrolophus basicornis*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



Fonte: Do autor (2017)

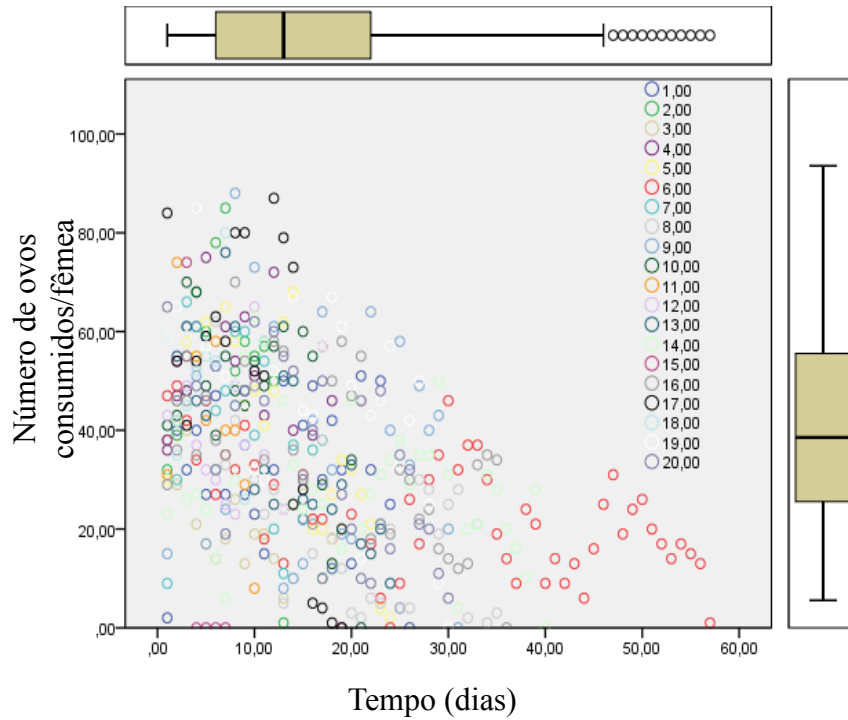
Houve uma correlação negativa no número de ovos consumidos ao longo da vida das fêmeas e dos machos das três espécies de mirídeos predadores, ou seja, o número de ovos consumidos foi diminuindo ao final da vida dos indivíduos, exceto para os machos de *M. basicornis*, onde não houve correlação ($F= 0,369$ e $P >0,001$). Para esta espécie de predador o consumo de ovos de *T. absoluta* foi constante ao longo da vida (TABELA 3) (FIGURAS 5, 6, 7, 8, 9 e 10).

Tabela 3 — Regressão linear do número de ovos de *Tuta absoluta* consumidos ao longo da vida de machos e fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*: A tabela apresenta os valores de F , P e R^2 .

Espécie	Sexo	Estatística		
		F	P	R ²
<i>C. infumatus</i>	macho	7,9	0,005	0,015
	fêmea	142,5	<0,001	0,23
<i>E. varians</i>	macho	10,2	0,002	0,03
	fêmea	39,0	<0,001	0,12
<i>M. basicornis</i>	macho	0,369	0,544	0,001
	fêmea	46,9	<0,001	0,08

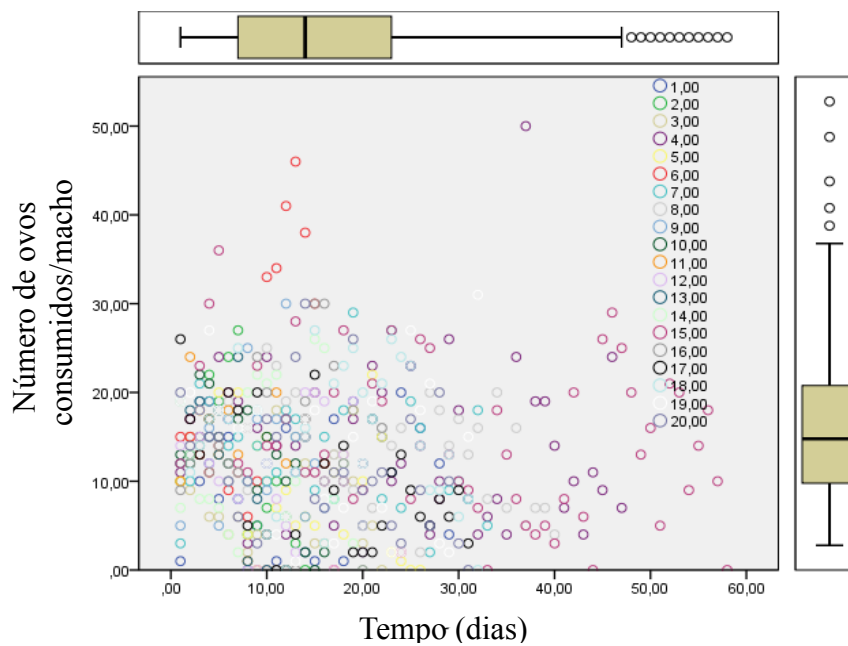
Fonte: Do autor (2017)

Figura 5 — Regressão linear no consumo diário de ovos de *Tuta absoluta* durante a vida de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



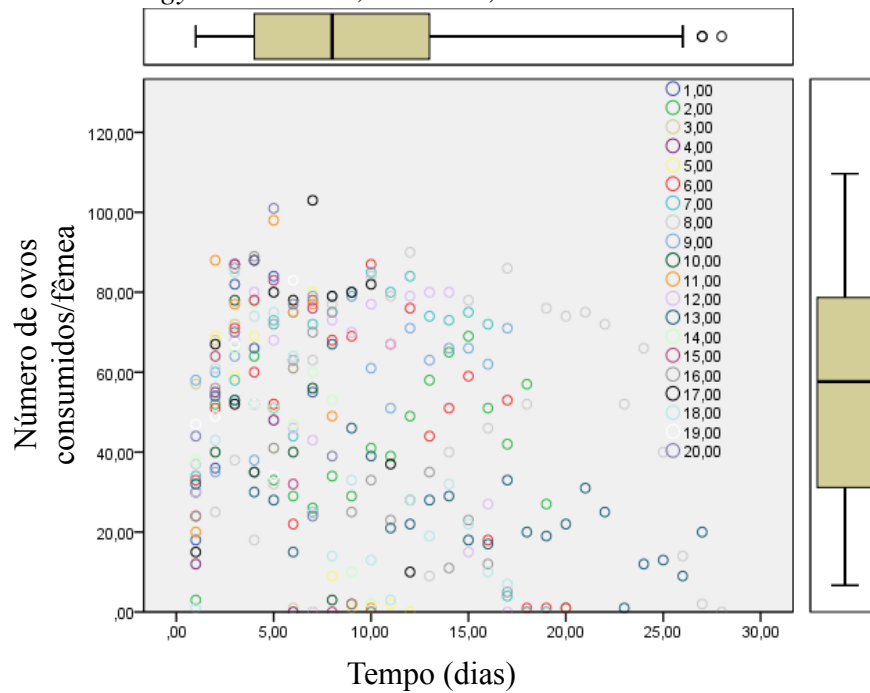
Fonte: Do autor (2017)

Figura 6 — Regressão linear no consumo diário de ovos de *Tuta absoluta* durante a vida de machos de *Campyloneuropsis infumatus*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



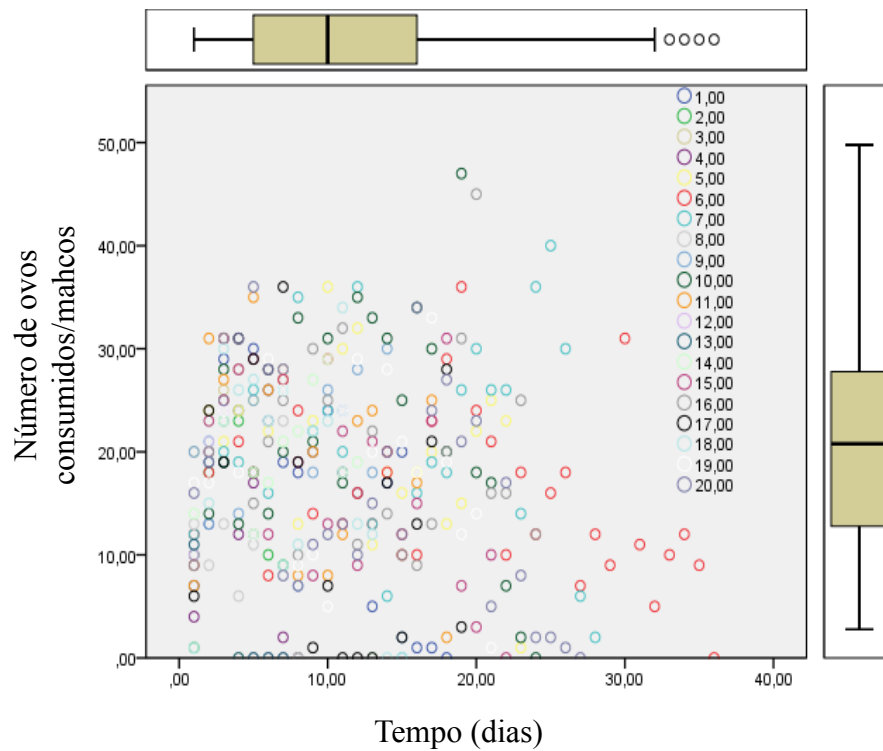
Fonte: Do autor (2017)

Figura 7 — Regressão linear no consumo diário de ovos de *Tuta absoluta* durante a vida de fêmeas de *Engytatus varians*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



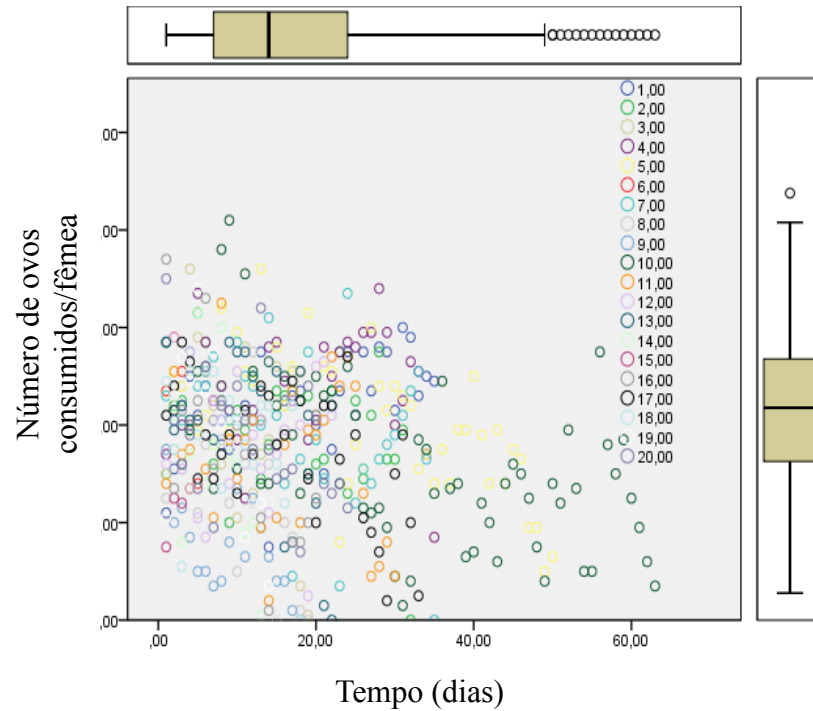
Fonte: Do autor (2017)

Figura 8 — Regressão linear no consumo diário de ovos de *Tuta absoluta* durante a vida de machos de *Engytatus varians*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



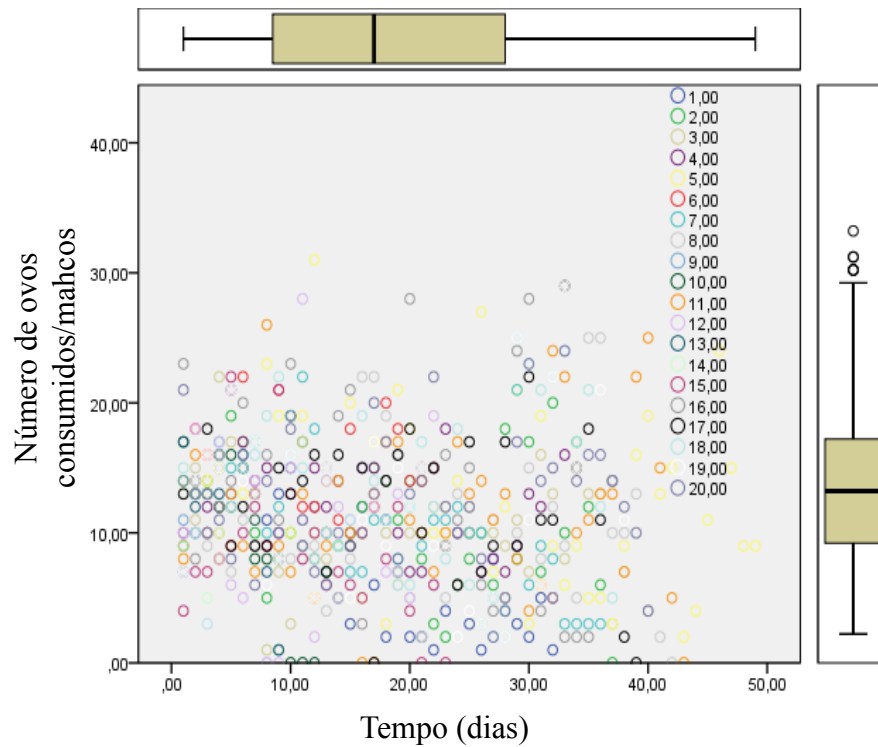
Fonte: Do autor (2017)

Figura 9 — Regressão linear no consumo diário de ovos de *Tuta absoluta* durante a vida de fêmeas de *Macrolophus basicornis*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



Fonte: Do autor (2017)

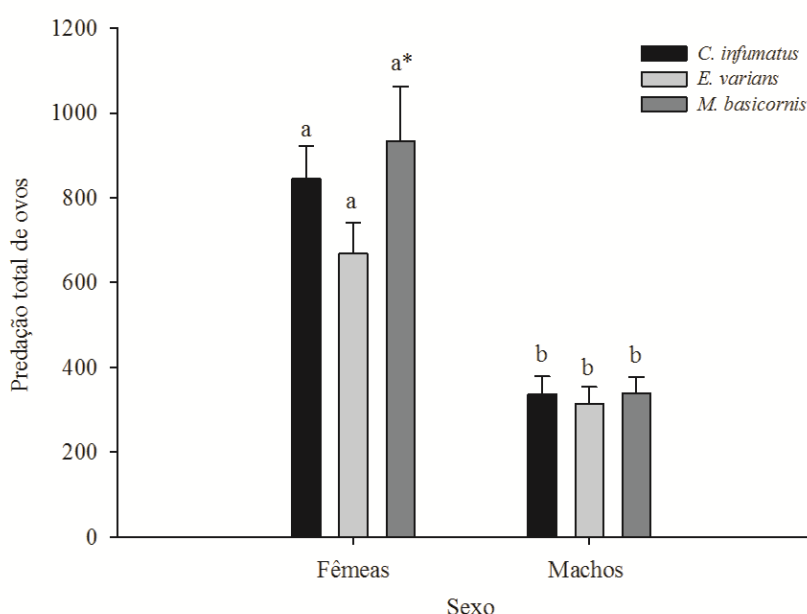
Figura 10 — Regressão linear no consumo diário de ovos de *Tuta absoluta* durante a vida de machos de *Macrolophus basicornis*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



Fonte: Do autor (2017)

Os números de ovos de *T. absoluta* consumidos ao longo da vida das fêmeas entre as três espécies de predadores foram semelhantes, sendo esse consumo também semelhante entre os machos ($F= 2.07$ e $P = 0,13$) (TABELA 1 e 2). Porém, fêmeas de *C. infumatus* ($844,65 \pm 77,27$ ovos), *E. varians* ($668,20 \pm 72,94$ ovos) e *M. basicornis* ($934,30 \pm 127,3$ ovos) predaram significativamente maior número de ovos ao longo da vida comparado aos machos ($336,95 \pm 41,51$; $313,45 \pm 39,90$ e $313,45 \pm 39,90$ ovos) das mesmas espécies, respectivamente ($F= 65,70$ e $P < 0,001$) (TABELA 1 e 2) (FIGURA 11).

Figura 11 — Predação total (\pm EP) de ovos de *Tuta absoluta* por machos e fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*. $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.

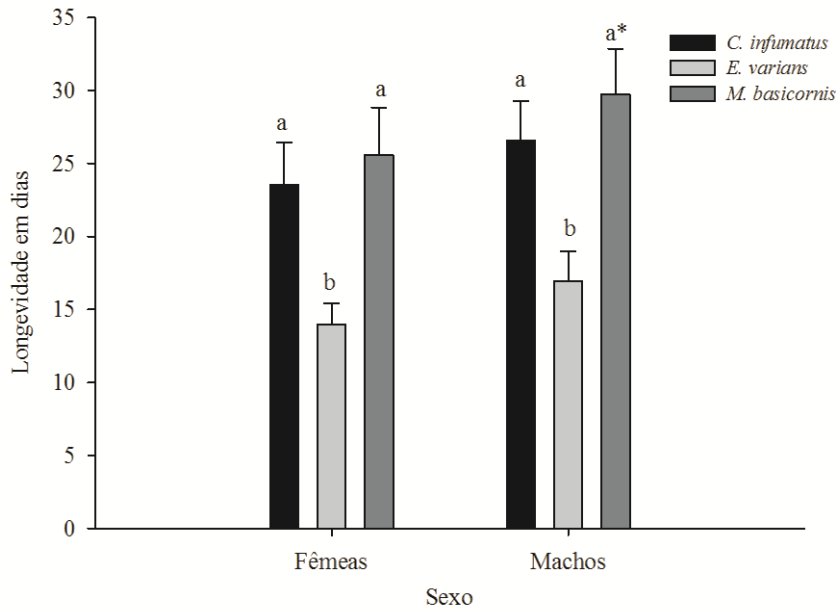


* Médias seguidas de mesma letra nas barras, não diferem entre si pela análise de variância utilizando o procedimento GLM. $n=20$

Fonte: Do autor (2017)

A longevidade de machos ($16,95 \pm 2,01$ dias) de *E. varians* foi significativamente menor comparado a machos ($26,55 \pm 2,71$ dias) de *C. infumatus* e machos ($29,75 \pm 3,10$ dias) de *M. basicornis* ($F= 11.83$ e $P < 0,001$). Este fato também foi observado para as fêmeas. A longevidade das fêmeas de *E. varians* ($13,95 \pm 1,50$ dias) foi significativamente menor comparado às fêmeas de *C. infumatus* e *M. basicornis* ($23,55 \pm 2,86$ e $25,60 \pm 3,23$ dias), respectivamente ($F= 11.83$ e $P < 0,001$). Não foi observada diferença na longevidade entre machos e fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* ($F= 2.45$ e $P= 0,12$) (TABELA 1 e 2) (FIGURA 12).

Figura 12 — Longevidade (\pm EP) (dias) de machos e fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis* alimentados com ovos de *Tuta absoluta*. $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



* Médias seguidas de mesma letra nas barras, não diferem entre si pela análise de variância utilizando o procedimento GLM. n=20
Fonte: Do autor (2017)

4 DISCUSSÃO

A predação quantitativa diária e total de ovos de *T. absoluta* durante a vida adulta de machos e fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* é relatada pela primeira vez. Fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, predaram ao longo da vida cerca de 30 a 65% menos ovos de *T. absoluta* comparado a valores mencionados por Lenteren et al. (2016) para as mesmas espécies. No entanto, esses autores submeteram as fêmeas por um período de 24h a um jejum antes do início dos testes de predação. De acordo com Torres et al. (2002), a fome estimula o comportamento de busca e predação nos predadores generalistas, o que tende a superestimar a predação desses indivíduos (BUENO et al., 2013a, LENTEREN et al., 2016; URBANEJA; MONTON, MOLLÁ, 2009;). Quando o teste envolve predação diária ao longo da vida do adulto do predador, os resultados são mais consistentes com a sua real taxa de predação. Smit (2014) demonstrou que a predação diária de fêmeas de *M. basicornis* foi de 563 ovos por um período 14 dias, o que resultou em uma taxa de predação de 40 ovos/fêmea/dia. No presente estudo, *M. basicornis* mostrou taxa de predação de 35,38 ovos/fêmea/dia durante toda sua vida adulta, dado este similar ao reportado por Smit (2014).

Fêmeas das três espécies de mirídeos predaram de duas a três vezes mais ovos/*T. absoluta*/dia em comparação aos machos, corroborando com estudos com fêmeas dos mirídeos *Macrolophus costalis* (Fieber) (Hemiptera: Miridae) e *M. pygmaeus*, as quais predaram cerca de três vezes mais pulgões *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) comparado aos machos (MARGARITOPOULOS; TSITSIPIS; PERDIKIS, 2003). Tais diferenças também foram observadas para as espécies *M. pygmaeus*, *N. tenuis* (URBANEJA; MONTON, MOLLÁ, 2009;) e *Dicyphus errans* (Wolff) (Hemiptera: Miridae) (INGEGNO et al., 2013) quando a presa foi *T. absoluta*. Entre os fatores responsáveis por essa diferença quanto ao consumo nos dois sexos, podem estar envolvidos, o tamanho e as necessidades alimentares das fêmeas. Fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* são maiores que os machos (CALIXTO, 2015), e as fêmeas normalmente necessitam de maior quantidade de alimento e com alto valor nutricional para o desenvolvimento dos ovários, vitelogênese, oogênese e fecundidade (ADAMS, 1997; CALLEBAUT et al., 2004; CASTAÑÉ; ZAPATA 2005; MALEKI et al., 2006; VANDEKERKHOVE et al., 2006).

Fêmeas e machos de *E. varians* apresentaram menor longevidade comparada a fêmeas e machos de *C. infumatus* e *M. basicornis*, o que pode ser uma característica de cada espécie. Estudos de Mollá et al. (2014) demonstraram que a longevidade de *N. tenuis* (18 dias) foi menor comparada a *M. pygmaeus* (29 dias) quando o alimento foi *T. absoluta*. Nesse estudo,

valores de longevidade obtidos para *C. infumatus* e *M. basicornis* foram similares aos relatados por Silva et al. (2016) quando as mesmas espécies foram alimentadas com *T. absoluta*. No entanto, a espécie *E. varians* também apresentou longevidade inferior ao valor obtido por Silva et al. (2016). Supostamente este fato pode estar relacionado à que no presente estudo foi oferecido como alimento somente ovos de *T. absoluta* e Silva et al. (2016) ofereceram além de ovos de *T. absoluta* também lagartas de primeiro instar. Quando o alimento foi ovos de *A. kuehniella* fêmeas de *C. infumatus* (28,4 dias), *E. varians* (29,3 dias) e *M. basicornis* (30,2 dias) (CALIXTO, 2015), apresentaram maiores longevidades comparadas as obtidas no presente estudo para as três espécies de predadores.

Na última década muitos dados sobre predadores mirídeos predando *T. absoluta* e outras pragas em diversas culturas foram disponibilizados, o que é um ponto positivo, e esclarecedor de que esses predadores generalistas podem desempenhar um papel importante no controle biológico e em programas de manejo integrado de pragas. No entanto, para avaliar o potencial de um agente de controle biológico, é fundamental se basear em um conjunto de parâmetros como a predação ao longo da vida realizada por ninfas e adultos, assim como a longevidade, razão sexual e sobrevivência.

Com base nos dados de predação obtidos ao longo da vida dessas espécies de predadores, pode-se especular sobre a melhor espécie para o controle biológico de *T. absoluta*. O predador *E. varians* apresentou maior consumo diário e menor longevidade em relação a *C. infumatus* e *M. basicornis*. No entanto, as três espécies de mirídeos apresentaram semelhanças nas taxas de predação total. Para estimar a capacidade de redução de uma população de praga pelas três espécies de mirídeos, deve-se calcular a taxa de mortalidade causada pelos predadores, semelhante ao cálculo da taxa de crescimento populacional. Tommasini; Lenteren e Burgio (2004) realizaram este cálculo para espécies de *Orius* e demonstraram que as espécies que causaram maiores taxas de mortalidades também foram as melhores espécies utilizadas para o controle da praga em condições de campo. Assim, no caso dos mirídeos, o próximo passo deverá ser o cálculo da taxa de mortalidade causada por esses predadores, utilizando-se os dados de predação ao longo da vida das ninfas e adultos, bem como dados sobre o tempo de desenvolvimento, taxa de sobrevivência, proporção entre os sexos e longevidade (ex. veja TOMMASINI; LENTEREN; BURGIO, 2004). Também será necessário determinar a capacidade de controle desses predadores mirídeos em condições práticas no campo e ou em casa de vegetação.

As taxas de consumo diário e total de ovos de *T. absoluta* obtidas neste estudo para as três espécies de mirídeos são úteis para estimar sua capacidade de suprimir populações da

praga. Considerando-se que *T. absoluta* oviposita em média 10 ovos/dia/fêmea podendo chegar num total de 172 ovos durante sua vida em torno de 15 dias (SILVA et al., 2015), pode-se concluir que fêmeas das três espécies de mirídeos consomem cerca de três vezes mais ovos/dia do que a fecundidade diária da praga. Pode-se deste modo estimar que essas três espécies de mirídeos sejam, em princípio capazes de reduzir o número de ovos da praga consideravelmente, e talvez o suficiente para o seu controle efetivo.

5 CONCLUSÕES

As três espécies de mirídeos predam ovos de *T. absoluta* ao longo de sua vida adulta.

E. varians preda maior número diário de ovos de *T. absoluta* do que as outras duas espécies de mirídeos.

A espécie *E. varians* em ambos os sexos, apresenta menor longevidade que as outras duas espécies.

O consumo diário de ovos diminui ao final da vida de machos e fêmeas das três espécies, exceto para machos de *M. basicornis*.

Fêmeas das três espécies consomem maior número total de ovos de *T. absoluta* do que os machos.

Com base nos dados de predação diária e total dos três predadores e nos dados de fecundidade diária de *T. absoluta* em tomate, pode-se concluir que as três espécies predadores são, em princípio, capazes de suficientemente reduzir o número de ovos dessa praga.

REFERÊNCIAS

- ABDUL, R. A. S.; YASSIRI, A. L.; FADHIL, H. Q. First report of tomato borer (tomato moth) *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato crop in Iraq. **Arab and Near East Plant Protection Newsletter**, Beirut, v. 31, n. 51. Dec. 2010.
- ADAMS, T. S. Arthropoda-Insecta. In: ADAMS, T.S. (Ed). **Reproductive biology of invertebrates**. Progress in Reproductive Endocrinology, New York, 1997, v. 8, p. 277-338.
- BANIAMERI, V.; CHERAGHIAN, A. The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. **Bulletin OEPP/EPPO**, Washington, v. 42, n. 2, p. 322-324, Aug. 2012.
- BARRIENTOS, Z. R.; APABLAZA, H. J.; NORERA, S. A. Temperatura base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago de Chile, v. 25, n. 3, p.133-137, 1998.
- BOGORNI, P.C.; CARVALHO, G.S. Biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em diferentes cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill. **Bioikos**, Campinas, v.2, n. 20, p.49-61, 2006.
- BRÉVAULT, T.; SYLLA, S.; DIATTE, M.; BERNADAS, G.; DIARRA, K. *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae): a new threat to tomato production in sub-Saharan Africa: short communications. **African Entomology**. Pretoria, v.22, n. 2, p. 441-444, July. 2014.
- BUENO, V. H. P. et al. Biological control of *Tuta absoluta*: sampling and evaluation of new hemipteran predators found in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF ARTHROPODS,4.,2013, Pucon. **Proceedings...Pucon: ISBC**, 2013b. v. 1, p. 269-272.
- _____. Can recently found Brazilian hemipteran predatory bugs control *Tuta absoluta*? **IOBC-WPRS Bulletin**, Zurich, v. 80, p. 63-67, Oct. 2012.
- _____. New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian Hemipteran predatory bugs. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 137, n. 1/2, p. 29-34, Feb. 2013a.
- CALIXTO, A. M. P. **Population growth, prey preference and pest control potential of three predatory bugs species (Hem.: Miridae), natural enemies of *T. absoluta* (Lep.: Gelechiidae)**. 2015. 144 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- CALLEBAUT, B. et al. A fecundity test for assessing the quality of *Macrolophus caliginosus* reared on artificial diets. **Parasitica**, Bruxelles, v. 60, n. 1/2, p. 9-14, Dec. 2004.

CALVO, J. F.; BOLCKMANS, K.; BELDA, J. E. Release rate for a pre-plant application of *Nesidiocoris tenuis* for *Bemisia tabaci* control in tomato. **Bio Control**, Dordrecht, v. 57, n. 6, p. 809-817, Dec. 2012.

CALVO, J. F. et al. Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. **Bio Control**, Dordrecht, v. 54, n. 2, p. 237-246, Apr. 2009.

_____. Preplant release of *Nesidiocoris tenuis* and supplementary tactics for control of *Tuta absoluta* and *Bemisia tabaci* in greenhouse tomato. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.143, n. 2, p.111-119, May 2012.

CARVALHO, J. C. M.; FERREIRA, P. S. F. Mirídeos neotropicais CXLV: Estudo de duas coleções da Republica do Peru (Hemiptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 32, p. 177-183, 1972.

CASTAÑÉ, C. et al. Reproductive biology of the predator *Macrolophus caliginosus*: Effect of age on sexual maturation and mating. **Biological Control**, Orlando, v. 43, n. 3, p. 278-286. Dec. 2007.

_____. Taxonomic identification of *Macrolophus pygmaeus* and *Macrolophus melanotoma* based on morphometry and molecular markers. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 103, n. 2, p. 204-215, Sept. 2013.

CASTAÑÉ, C.; ZAPATA, R. Rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus* on a meat-based diet. **Biological Control**, Orlando, v. 34, n. 1, p. 66-72. July. 2005.

CASTIÑEIRAS, A. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Cuba. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 78, n. 3, p. 538-540, 1995.

CHANDISH, R. B. et al. The new invasive pest *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in India and its natural enemies along with evaluation of Trichogrammatids for its biological control. **Current Science**, Bangalore, v. 110, n. 11, p. 2155-59. June. 2016.

CHAPMAN, R. F. **The insects**: structure and function. 4.ed. Cambridge: Cambridge University Press 1998. 770p.

CHIDEGE, M. et a. First record of tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Tanzania. **Agriculture & Food Security**. Washington, v. 17, n. 5, p.1-7, Aug. 2016.

COHEN A.C.; NORDLUND, D.A.; SMITH, R.A. Mass rearing of entomophagous insects and predaceous mites: are the bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural? **Biocontrol News and Information**, v. 20, n. 3, p.85-90, 1999.

COSTA-LIMA, A.M.D. Insetos do Brasil. 2 tomos. **Escola Nacional de Agronomia**, Rio de Janeiro. 1940.

DEHLIZ, A.; GUÉNAOUI, Y. Natural Enemies of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Oued Righ Region, An Arid Area of Algeria. **Academic Journal of Entomology**, Deira, v. 8, n. 2, p. 72-79. 2015.

DESNEUX, N. et al. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science**, Gainesville, v. 83, n. 3, p. 197-215, Aug. 2010.

_____. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. **Journal of Pest Science**, Gainesville, v. 84, n. 4, p. 403-408, Dec. 2011.

DÍAZ, H. L. B. et al. Life table of *Macrolophus basicornis* (Hemiptera: Miridae) preying on *Myzus persicae* (Sulzer) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). **Revista de Protección Vegetal**, La Habana, vol.29, n.2, p. 94-98, June. 2014.

FERRACINI, C. et al. Adaptation of indigenous larval parasitoids to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Italy. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v. 105, n. 4. p. 1311-1319, Aug. 2012.

FERREIRA, P. S. F.; HENRY, T. J. Synopsis and keys to the tribes, genera, and species of Miridae (Hemiptera: Heteroptera) of Minas Gerais, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, n.2920, p.1-41, 2011.

FERREIRA, P. S. F.; SILVA, E. R. da; COELHO, L. B. N. Miridae (Heteroptera) fitófagos e predadores de Minas Gerais, Brasil, com ênfase em espécies com Potencial Econômico. **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 91, n. 1, p. 159-169, nov. 2001.

GONTIJO, P. C. et al. Spatial and temporal variation in the control failure likelihood of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 162, n. 1, p. 50-59, Jan. 2012.

GUEDES, R.; PICANÇO, M. The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. **EPPO Bulletin**, Washington, v. 42, n. 2, p. 211-216. 2012.

INGEGNO, B. L. et al. Evaluation of the effectiveness of *Dicyphus errans* (Wolff) as predator of *Tuta absoluta* (Meyrick). **Biological Control**, Orlando, v. 67, n. 2, p. 246-252, Aug. 2013.

JAWORSKI, C. C. et al. Preference and prey switching in a generalist predator attacking local and invasive Alien Pests. **PlosOne**, San Francisco v. 8, n. 12, Dec. 2013.

LENTEREN, J. C. van. et al. Functional responses of three Neotropical mirid predators to eggs of *Tuta absoluta* on tomato. **Insects**, Basel, v. 7, n. 3, p. 1-10, Set. 2016.

LENTEREN, J. C. van. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **Bio Control**, Dordrecht, v. 57, n. 1, p. 1-20, Feb. 2011.

LIETTI, M. M. M.; BOTTO, E.; ALZOGARAY, R. A. Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n.1, p. 113-119, Jan./Feb. 2005.

MACIEL, G. M. et al. Híbridos pré-comerciais resistentes à traça obtidos de linhagem de tomateiro rica em acilaçúcares. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 333-339, Apr./June. 2011.

MALEKI, F. et al. Effects of some diets on *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae) fitness under laboratory conditions. **Communication in Agriculture and Applied Biological Sciences**, Ghent University, v. 71, n. 2. p. 393-397. 2006.

MARGARITOPOULOS, J. T.; TSITSIPIS, J. A.; PERDIKIS, D. C. H. Biological characteristics of the mirids *Macrolophus costalis* and *Macrolophus pygmaeus* preying on the tabaco form of *Myzus persicae* (Hemiptera:Aphididae). **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 93, n. 1, p. 39-45, Feb. 2003.

MARTÍNEZ, A. M. et al. Primer registro de *Engytatus varians* (distant) (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) em México y su depredación sobre *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): una revisión de su distribución y hábitos. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 30, n. 3, p. 617-624, Dec. 2014.

MEDEIROS, M. A. de. Controle biológico da traça-do-tomateiro em sistema orgânico de produção. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 52. Brasília, 2009. 18p.

MELO, M. C. et al. Miridae, Reduviidae and Lygaeoidea (Hemiptera) collected in Colonia Carlos Pellegrini (Iberá watershed, Corrientes, Argentina). **Revista Sociedad Entomológica Argentina**, Mendoza, v. 63, n. 1/2, p. 59-67, 2004.

MELO, M.; CAMPOS, A. D. Ocorrência de inimigos naturais da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em Pelotas, Rio Grande do Sul. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v.3, n.2, p. 269-274. 2000.

MOLLÁ, O. et al. A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops: implications for biological control. **BioControl**. v. 59, n. 2. p. 175-183. Nov. 2014.

MORAES, G. J. de; NORMANHA FILHO, J. A. Surto de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) em tomateiro no trópico semi-árido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 503-504, 1982.

MOURA, A. P. DE. et al. Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial, **Circular Técnica**, 129, Brasília, 2014, 24p.

MUSZINSKI, T.; LAVENDOWSKI, I. M.; MASCHIO, L. M. A. Constatação de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (*Gnorimoschema absoluta*) (Lepidoptera: Gelechiidae), como praga do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), no litoral do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Paraná, v. 11, p.291-292, 1982.

NEVES, L. G.; LEAL, N. R.; RODRIGUES, R.; PEREIRA, N. E. Estimativa de parâmetros genéticos e correlação entre componentes de resistência à traça-do-tomateiro em progênies de *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* f. *glabratum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 458-461, July/Sept. 2003.

OHASHI, D. V.; URDAMPILLETA, J. D. Interacción entre insectos perjudiciales y benéficos en el cultivo de tabaco de Misiones, Argentina. **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**, Buenos Aires, v. 32, n. 2, p. 113-124. Aug. 2003.

OLIVEIRA, A. C. R. de. et al. Captura de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) com armadilha luminosa na cultura do tomateiro tutorado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 3, p. 153-157. jul./set. 2008.

PAZYUK, I. M.; MUSOLIN D. L.; REZNIK, S. Y. A. Geographic variation in thermal and photoperiodic effects on development of zoophytophagous plant bug *Nesidiocoris tenuis*. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 138, n.1/2, p. 36-44, Feb. 2014.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Técnica de criação de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). In. PRATISSOLI, D. (Ed). **Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais**, Vitória, 2012, p. 33-47. 308p.

ROSEWALL, O. W.; SMITH, C. E. The predaceous habit of *Cyrtopeltis varians* (Dist.). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 23, 464p. 1930.

SANTOS, A. C. et al. Efficacy of insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick) and other pests in pole tomato. **BioAssay**. Piracicaba, v. 6, n. 4, p. 1-6, Dec. 2011.

SILVA, D. B. et al. Life history data and population growth of *Tuta absoluta* at constant and alternating temperatures on two tomato lines. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 68, n. 2, p. 223-232. Sept. 2015.

_____. Population growth of three mirid predatory bugs feeding on eggs and larvae of *Tuta absoluta* on tomato. **BioControl**, Dordrecht, v. 61, n. 5, p. 545-553, Apr. 2016.

SILVA, G. A. et al. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Management Science**, Sussex, v. 67, n. 8, p. 913-920, Aug. 2011.

SIQUEIRA, H. A. A. et al. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Pest Management**, v. 47, n. 4, p. 247-251, Nov. 2001.

SIQUEIRA, H. A. A., GUEDES, R. N. C.; PICANÇO, M. C. Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 124, n. 5/6, p. 233–238. Sept. 2000a.

_____. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**. Guildford, v 2, n. 2, p. 147-153, May. 2000b.

SMIT, J. **Lifetime predation and prey selection by the mirid predator *Macrolophus basicornis*, feeding on *Tuta absoluta* and *Bemisia tabaci***. Master Thesis. Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands. 2014.

SOUZA, J. C.; REIS P. R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, p. 79-92, 2003.

SRIDHAR, V.; CHAKRAVARTHY, A. K.; ASOKAN, R. New record of the invasive South American tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) in India. **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, New Delhi, v. 20, n. 2, p. 148-154, 2014.

THOMAZINI, A. P. B. W. et al. Effect of *Lycopersicon* spp. Genotypes on Biology and Oviposition of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 283-288. June. 2001.

TOMMASINI, M. G.; LENTEREN, J. C. van.; BURGIO, G. Biological traits and predation capacity of four *Orius* species on two prey species. **Bulletin of Insectology**, v. 57, n.2, p. 79-93, Sept. 2004.

TORRES, J. B. et al. Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer: effect of predator release time, density and satiation level. **Journal of Applied Entomology**. Berlin. v. 126, 326-332. 2002.

TUMUHAISE, V. et al. First record of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Uganda. **International Journal of Tropical Insect Science**, Wallingford, v. 36, n. 3, p. 135-139, Mar. 2016.

URBANEJA, A. et al. Biology, Ecology and Management of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta*. p. 98-125. In.: PEÑA, J. E (Ed.). **Potential Invasive Pests Agric Crops**. 2013.

_____. Prospects for the biological control of *Tuta absoluta* in tomatoes of the Mediterranean basin. **Journal of the Society of Chemical Industry**, London, v. 68, n. 9, p. 1215-1222, Sept. 2012.

URBANEJA, A.; MONTÓN, H.; MOLLÁ, O. Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 133, n. 4, p. 292-296, May. 2009.

VANDEKERKHOVE, B. et al. Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). **Biological Control**, Orlando, v. 39, n. 3, p. 532-538, Dec. 2006.

VILLAS BÔAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M. A. Manejo integrado da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) em sistema de produção integrada de tomate indústria. **Circular Técnica**, 73, Brasília, 2009, 16p.

CAPÍTULO 3

Efeitos do armazenamento na sobrevivência, fecundidade e longevidade de fêmeas de três espécies de mirídeos predadores submetidas em diferentes combinações de períodos, umidades relativas e temperaturas.

RESUMO

O armazenamento de agentes entomófagos em baixas temperaturas traz benefício ao processo de criação massal, facilitando o seu uso em programas de controle biológico de pragas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito combinado de quatro períodos de armazenamento, três umidades relativas e duas temperaturas na sobrevivência, fecundidade e longevidade de fêmeas adultas dos mirídeos predadores *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) e *Macrolophus basicornis* (Stål). Fêmeas recém-emergidas foram avaliadas em duas temperaturas (8°C e 12°C) e quatro períodos de armazenamento (2, 4, 8 e 12 dias) combinados com três umidades relativas de 10%, 20% e 40%. Um tratamento controle foi mantido a 24±1°C, UR de 70±10%. Os resultados demonstraram que os efeitos combinados de umidades relativas, períodos de tempo e temperaturas influenciaram a sobrevivência, fecundidade e longevidade pós-armazenamento dos mirídeos predadores. A fitness, a fecundidade e longevidade de *E. varians* foram prejudicados após o armazenamento, demonstrando de que este predador não pode ser armazenado. Para a espécie *C. infumatus*, a combinação adequada para armazenamento foi no período de dois dias, com umidade relativa de 40% a 12°C, demonstrando alta fecundidade (66,6 ninfas/fêmeas) e longevidade (16,7 dias) pós-armazenamento. Para a espécie *M. basicornis*, a combinação adequada para o armazenamento foi o período de dois dias e nas umidades relativas mais altas (20 e 40%) a 12°C. Foi obtido para *M. basicornis* altas fecundidade (80,2 e 75,1 ninfas/fêmea) e longevidade (20,9 e 21,4 dias) pós-armazenamento. Conclui-se que períodos curtos de armazenamento e umidades relativas adequadas podem ser utilizados para as espécies *C. infumatus* e *M. basicornis*, o que facilitará tanto a criação massal quanto a utilização dessas espécies em programas de controle biológico aumentativo.

Palavras-chave: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Fecundidade. Longevidade. Controle biológico.

ABSTRACT

The storage of entomophagous biocontrol agents at low temperatures brings benefits to the mass rearing process, facilitating their use in biological control programs. The objective of this study was to evaluate the combined effect of four storage periods, three relative humidity and two temperatures on the survival, fecundity and longevity of the three adult mirid females (*Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) and *Macrolophus basicornis* (Stål)). Newly emerged females were evaluated at two temperatures (8 and 12 °C) and four storage periods (2, 4, 8 and 12 days) combined with relative humidity of 10, 20 and 40%. The control treatment was kept at 24 ± 1 °C, RH $70 \pm 10\%$. The results demonstrated that the combined effect of relative humidity, time and temperature influenced on the survival, fecundity and longevity of post-storage mirids predators. The fitness and the fecundity and longevity of *E. varians* were negatively affected after storage. The appropriate combination for storage of *C. infumatus* females was within two days period, relative humidity of 40% at 12°C. At these storage conditions females presented high fecundity (66.6 nymphs/females) and longevity (16.7 days). The appropriate storage combination for *M. basicornis* females was two days period and at the highest relative humidity (20 and 40%) at 12°C. At these storage conditions *M. basicornis* presented high fecundity (80.2 and 75.1 nymphs/female) and longevity (20.9 and 21.4 days). We concluded that short periods and adequate relative humidity can be used for *C. infumatus* and *M. basicornis* storage, which would facilitate both mass rearing and the use of these species in programs of augmentative biological control.

Key words: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Fecundity. Longevity. Biological control.

1 INTRODUÇÃO

O sucesso de programas de controle biológico aumentativo com o uso de predadores tem sido relatado em vários países onde tradicionalmente empresas privadas produzem e comercializam esses organismos como produtos biológicos (BIONDI et al. 2016; CALVO et al., 2012; LENTEREN, 2012; SANCHEZ; LA-SPINA; LACASA, 2014; ORR, 2009). Entretanto, obstáculos quanto ao uso de agentes entomófagos podem aparecer, como a dificuldade e os custos envolvidos na sua criação tanto em número como em qualidade suficientes para um mercado flutuante como é o de produtos biológicos (COUDRON; ELLERSIECK; SHELBY, 2007; RIDDICK; WU, 2010).

Nesse sentido, o armazenamento de um inimigo natural pode ser essencial para enfrentar problemas relacionados com a produção, o planejamento e a imprevisibilidade da demanda (COUDRON et al., 2009; LENTEREN, 2003). O armazenamento pode proporcionar maior flexibilidade e eficiência na produção por sincronizar um estágio de desenvolvimento desejado com os picos de liberação no campo, e por realizar ações padronizadas disponíveis para o mercado consumidor (LEOPOLD, 1998).

Por outro lado, a resposta de insetos ao armazenamento vai depender da intensidade do fator e do tempo de sua ação, esta última expressa normalmente em dias, a que são submetidos (BUENO et al., 2014). Relatos têm demonstrado de que a grande maioria dos agentes entomófagos somente pode ser armazenada por curtos períodos de tempo (CHEN; LEOPOLD; BOETEL, 2008) em baixas temperaturas, entretanto isto pode ser variável de espécie para espécie.

A temperatura e a umidade relativa dentre os fatores abióticos são os que mais influenciam no armazenamento de insetos e ácaros predadores (BUENO et al., 2014; GHAZY et al., 2012a; LARENTZAKI; POWELL; COPLAND, 2007), pois são fatores ligados diretamente à produção massal de agentes de controle biológico (LENTEREN; TOMMASINI, 2003). No caso dos predadores, a temperatura ótima para o armazenamento situa-se entre 10 e 12°C (COUDRON; ELLERSIECK; SHELBY, 2007; LARENTZAKI; POWELL; COPLAND, 2007). Nesta situação os insetos entram em estado de quiescência que é uma resposta imediata às condições desfavoráveis do ambiente, resultando em diminuição da atividade metabólica no adulto. Nas formas jovens resulta em aumento no tempo de desenvolvimento (SINCLAIR et al., 2003), e ocorrendo a retomada do desenvolvimento e ou atividades quando cessam as condições adversas (CHEN; LEOPOLD; BOETEL, 2008).

Embora o armazenamento em baixas temperaturas pareça ser uma opção atraente, os resultados são muitas vezes decepcionantes (LENTEREN; TOMMASINI, 2003). De acordo com Denlinger e Lee (1998) o armazenamento a baixa temperatura pode influenciar diretamente os parâmetros biológicos dos insetos. No caso específico de predadores, o armazenamento prolongado está associado à menor sobrevivência das ninfas (COUDRON; ELLERSIECK; SHELBY, 2007; COUDRON et al., 2009) e ou adultos (KIM et al., 2009), diminuição da longevidade (LARENTZAKI; POWELL; COPLAND, 2007), reprodução (GHAZY et al. 2014; VACARI et al. 2014) e também no desempenho dos indivíduos adultos (LARENTZAKI; POWELL; COPLAND, 2007). Quanto à umidade relativa, estudos realizados por Ghazy et al. (2012a) indicaram que durante o armazenamento uma umidade relativa mais elevada (100%) estendeu o tempo de sobrevivência do ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae).

Assim, para a melhoria do processo de criação massal e a consequente liberação de inimigos naturais, é de suma importância conhecer a associação entre o tempo de armazenamento e a temperatura e umidade relativa a que os insetos serão expostos. (COLINET; BOIVIN, 2011, GHAZY et al. 2012b; TEZZE; BOTTO, 2004). O sucesso do controle biológico depende não somente do tempo e da quantidade de inimigos naturais liberados, mas também da sua qualidade (LEPPLA; KING, 1996), e isto envolve a fecundidade, longevidade e sobrevivência desses insetos (BONTE et al., 2012; CALLEBAUT et al., 2004; COUDRON et al., 2009).

Mirídeos predadores como *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) e *Macrolophus basicornis* (Stål) (Hemiptera: Miridae), são importantes candidatos para o controle biológico aumentativo da traça do tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) em cultivo de tomate, pois predam altas taxas de ovos e lagartas (SILVA et al., 2016; LENTEREN et al., 2016), usam plantas de tomates como substrato de oviposição, podem completar seu desenvolvimento e caminham com facilidade sobre a mesma (BUENO et al., 2013), o que são parâmetros importantes no processo de avaliação de agentes de controle biológico (BUENO et al., 2012). Entretanto, estudos com armazenamento dessas espécies são inexistentes, e sua criação e potencialidade como candidatos a agente de controle biológico podem depender de suas respostas às condições de armazenamento, e a influência em seus vários parâmetros biológicos e comportamentais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito combinado de quatro períodos de armazenamento, três umidades relativas e duas temperaturas de 8°C e 12°C, na sobrevivência, fecundidade e longevidade das fêmeas dos mirídeos predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M.*

basicornis. O conhecimento dessas respostas pode ser um fator chave para o desenvolvimento dos processos de criação massal e de desempenho pós-armazenamento, visando o uso em controle biológico aumentativo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Criações de três mirídeos predadores

Criações estoque das três espécies de mirídeos predadores foram mantidas no laboratório em sala climática $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas desde o ano de 2011. Foram utilizadas como substrato de oviposição aos predadores plantas de fumo *Nicotiana tabacum* (L.) com até 25 cm de altura, envasadas e dispostas em gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm). Como alimentos às ninfas e adultos foram oferecidos ovos de *A. kuehniella ad libitum* espalhados pelas folhas das plantas três vezes por semana. Adultos dos predadores e plantas permaneceram nas gaiolas por um período de sete dias. Após esse período, as plantas com ovos dos predadores foram transferidas para novas gaiolas de acrílico, dando continuidade à criação no laboratório (BUENO et al., 2013). Mensalmente indivíduos selvagens coletados em plantas de fumo no campo foram introduzidos nas criações de laboratório no sentido de evitar a deterioração genética.

2.2 Armazenamentos de adultos de três mirídeos predadores

Fêmeas dos três mirídeos predadores foram avaliadas em diferentes combinações envolvendo quatro períodos de armazenamento (2, 4, 8 e 12 dias), três umidades relativas (3, 6 e 12 mL de água/30g de vermiculita) e duas temperaturas (8°C e 12°C) com escotofase constante em câmaras climáticas (TABELA 1).

No sentido de uniformização dos indivíduos coletados e submetidos ao processo de armazenamento, para cada uma das diferentes combinações, três plantas de fumo *N. tabacum* foram colocadas individualmente em gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm) juntamente com cerca de 500 adultos com idade entre cinco a sete dias de cada espécie de predador provenientes das respectivas criações por um período de 48h para que ocorresse a oviposição. Ovos de *A. kuehniella ad libitum* foram oferecidos como alimento. Após esse período os adultos foram removidos das plantas, e estas foram vistoriadas diariamente quanto à presença de ninfas. As ninfas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella ad libitum* três vezes por semana.

Tabela 1 — Diferentes combinações de temperaturas, períodos de armazenamento e umidades relativas utilizadas no armazenamento de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*

Temperatura (°C)	Período (dias)	Umidade relativa (%)
8	2	10
		20
		40
	4	10
		20
		40
	8	10
		20
		40
	12	10
		20
		40
12	2	10
		20
		40
	4	10
		20
		40
	8	10
		20
		40
	12	10
		20
		40

Fonte: Do autor (2017)

No dia seguinte a constatação de indivíduos adultos, 250 machos e 250 fêmeas foram coletados individualmente com auxílio de tubos de vidro (8 cm x 2,5 cm), os quais foram vedados com filme PVC para evitar a fuga dos insetos. Logo após a coleta dos 500 insetos (250 machos e 250 fêmeas), esses foram divididos em cinco grupos compostos de 50 machos e 50 fêmeas (ver ANEXO A). Cada grupo (50 machos e 50 fêmeas) totalizando 100 adultos foi colocado em frascos de plásticos incolores e inodoros de 250 mL (similares a frascos comerciais usados como embalagem para insetos predadores) totalizando cinco repetições para cada combinação. Cada frasco continha 30g de vermiculita (como material de suporte e dispersão) e 0,18g de ovos de *A. kuehniella* (como alimento). Foi acrescentado também água nas diferentes concentrações de 3, 6 e 12 mL/30g de vermiculita no interior dos frascos, correspondente a 10, 20 e 40% de umidade relativa, respectivamente. Os frascos apresentavam uma abertura na tampa vedada com tecido “voile”, a qual permitiu trocas

gasosas e evitou condensação no seu interior (BUENO et al., 2014, ÜNAL BAHŞI; TUNÇ, 2014), e mantidos em posição horizontal em câmaras climáticas a 8°C e 12°C com escotofase constante.

Após o armazenamento dos adultos predadores nas diferentes combinações a que foram submetidos foi avaliada a sobrevivência, fecundidade total. Também foi determinada a longevidade das fêmeas de cada espécie de predador.

No presente estudo, machos e fêmeas foram colocados juntos no interior dos frascos e armazenados nas diferentes combinações tempo, umidades relativas e temperaturas, no entanto, foram analisados os dados referentes aos parâmetros biológicos somente para às fêmeas de cada espécie de predador.

2.2.1 Sobrevivência, fecundidade total e longevidade de três mirídeos predadores pós-armazenamento.

A sobrevivência foi avaliada contabilizando-se o número de fêmeas vivas após a sua retirada dos frascos, os quais se encontravam nas diferentes combinações de armazenamento a que foram submetidas. Fêmeas e machos sobreviventes pós-armazenamento foram unidos como casais, formando-se desse modo 30 casais para avaliar a fecundidade total e longevidade das fêmeas. Dentro das combinações em que não se obtiveram sobreviventes, esses parâmetros não foram avaliados. Foi realizado um tratamento controle, composto de 30 casais (30 machos e 30 fêmeas) com 2-3 dias de idade obtidos das respectivas criações de manutenção do laboratório.

Cada casal (considerado uma fêmea como uma repetição, sendo n=30) foi colocado em frascos plásticos (250 mL), contendo uma plântula de fumo com aproximadamente 6 cm de comprimento como substrato de oviposição e ovos de *A. kuehniella ad libitum* como alimento. Os frascos foram vedados com tecido “voile” e elásticos. As plântulas de fumo tiveram suas raízes envolvidas com algodão umedecido e filme PVC para evitar a dessecação. Para a avaliação da fecundidade por um período de 20 dias, os substratos de oviposição presentes nos frascos plásticos foram trocados diariamente por novos e em seguida transferidos para placas de Petri (15 cm) contendo ovos de *A. kuehniella ad libitum* como alimento para as ninfas recém-emergidas. As placas vedadas com filme PVC foram mantidas em câmara climática (Fitotron) a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12h de fotofase. A fecundidade total das fêmeas de cada espécie de predador foi baseada na contagem de ninfas recém-emergidas e não na contagem do número de ovos devido à dificuldade de observação dos

ovos no interior do tecido vegetal (AGUSTÍ; GABARRA, 2009; SANCHEZ et al., 2009). Também foi observada a longevidade das fêmeas (30 fêmeas).

2.2.2 Análise de dados

Uma análise de variância Three-way ANOVA foi utilizada para verificar interações entre as temperaturas, períodos de armazenamento e umidades relativas para os dados de sobrevivência pós-armazenamento, fecundidade e longevidade. Uma análise de variância Two-way ANOVA foi utilizada para verificar interação em cada combinação de “temperatura e período de armazenamento”, “período de armazenamento e umidade relativa” e “temperatura e umidade relativa” para comparar dados de sobrevivência pós-armazenamento, fecundidade e longevidade das fêmeas por meio do procedimento GLM (Estatísticas IBM-SPSS 22). Dados de sobrevivência pós-armazenamento foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk ($P \geq 0.05$). Dados que apresentaram distribuição normal foram comparados por análise de variância Two-way ANOVA usando o teste Tukey ($P \leq 0.05$). Dados que não apresentaram distribuição normal e foram comparados pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis ($P \leq 0.05$).

3 RESULTADOS

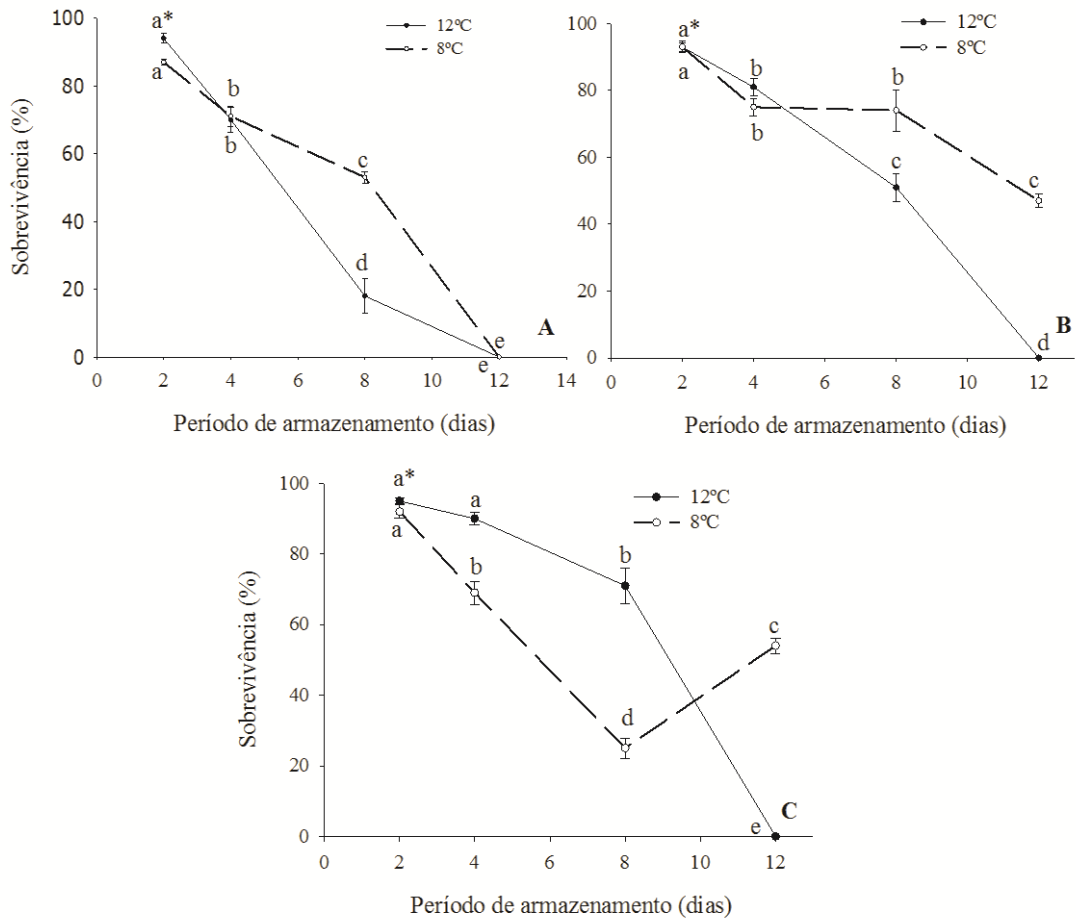
3.1 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento, diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *C. infumatus*

Houve uma interação significativa Three-way ANOVA entre as temperaturas, períodos de armazenamento e umidades relativas ($F_{6,96} = 55.215$, $p < 0.001$) na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *C. infumatus*.

3.1.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *C. infumatus*

Houve efeito significativo entre a temperatura e o período de armazenamento na sobrevivência pós-armazenamento das fêmeas submetidas a 10% ($F_{3,32} = 27.264$, $p < 0.001$) (FIGURA 1 A), 20% ($F_{3,32} = 30.708$, $p < 0.001$) (FIGURA 1 B) e 40% ($F_{3,32} = 131.967$, $p < 0.001$) (FIGURA 1 C) de umidade relativa. Fêmeas submetidas à umidade relativa de 10% e 20% apresentaram maiores sobrevivências no período de dois dias de armazenamento, com consequente diminuição da sobrevivência com o aumento do período de armazenamento em ambas as temperaturas (FIGURA 1 A e B). Nessas mesmas umidades relativas (10% e 20%) e na temperatura mais baixa (8°C) houve maior sobrevivência das fêmeas comparada a 12°C quando foram armazenadas por oito dias (FIGURA 1 A e B). Já a partir do período de oito dias de armazenamento, em ambas as temperaturas, nenhuma fêmea sobreviveu quando a umidade relativa foi baixa (10%) (FIGURA 1 A). Quando a umidade relativa foi de 20% fêmeas sobreviveram por até 12 dias a 8°C, enquanto que nesse mesmo período quando a temperatura foi 12°C nenhuma fêmea sobreviveu (FIGURA 1 B). Na umidade relativa mais alta (40%) e a 12°C houve maior sobrevivência das fêmeas nos períodos de dois e quatro dias ($95 \pm 0,81$ e $90 \pm 1,72\%$, respectivamente) comparadas ao período de oito dias de armazenamento (sobrevivência de $71 \pm 4,99\%$). A partir do oitavo dia nenhuma fêmea sobreviveu (FIGURA 1 C). Nessa mesma umidade relativa (40%) a 8°C, maior sobrevivência ($92 \pm 1,86\%$) também foi encontrada no período de dois dias, mas foi diminuindo gradativamente até o oitavo dia. Essa alta umidade relativa (40%) proporcionou maior sobrevivência ($54 \pm 2,20\%$) das fêmeas quando armazenadas por 12 dias a 8°C, comparadas ao período de oito dias a 12°C (sobrevivência de $25 \pm 2,85\%$) (FIGURA 1 C). A umidade relativa alta pode ter amenizado o efeito do período de armazenamento, evitando o ressecamento dentro dos frascos utilizados para armazenar os insetos.

Figura 1 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes temperaturas e comparando os diferentes períodos de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

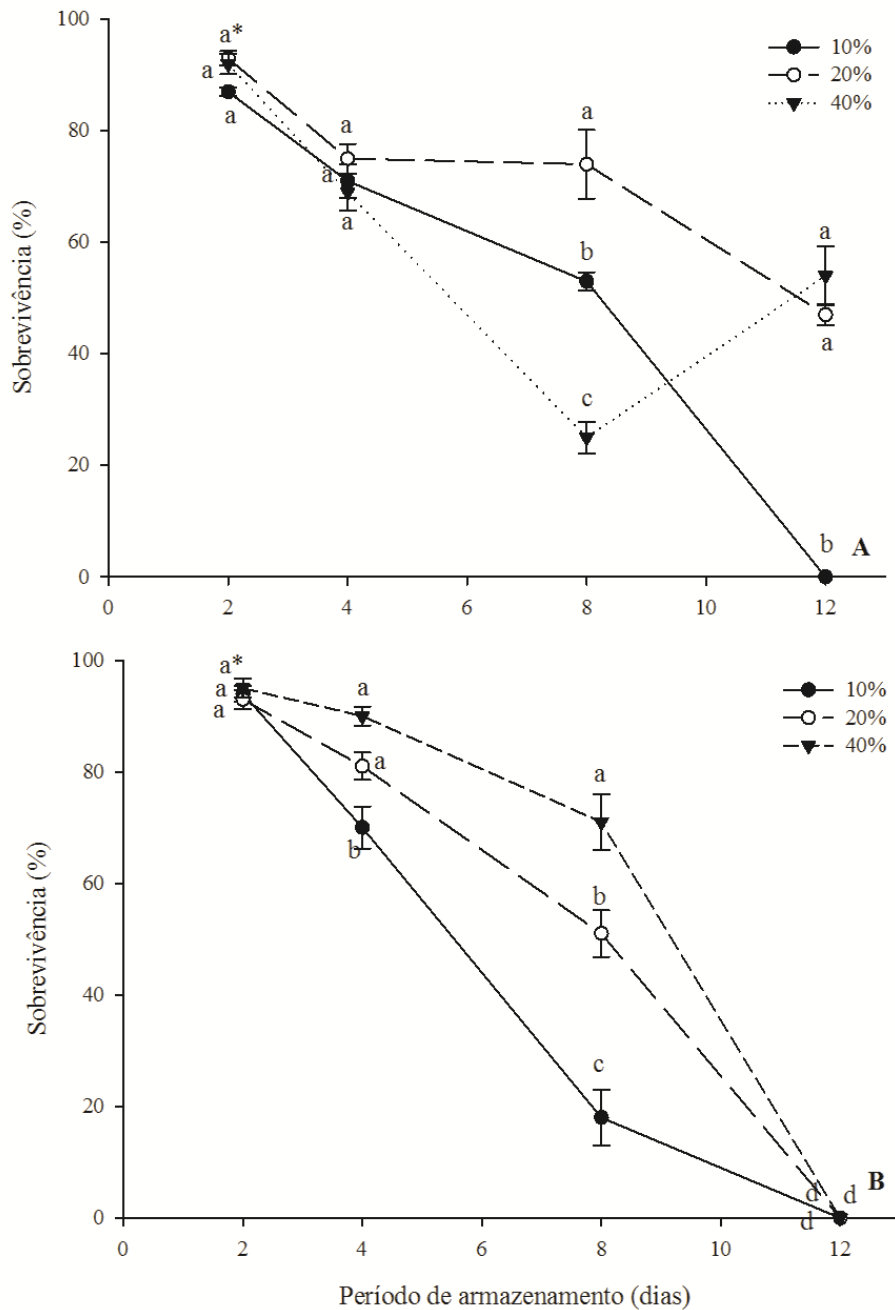
Fonte: Do autor (2017)

3.1.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas *C. infumatus*

Houve diferença significativa entre a umidade relativa e período de armazenamento na sobrevivência pós-armazenamento, quando as fêmeas de *C. infumatus* foram mantidas a 8°C ($F_{6,48}=50.074$, $p < 0.001$) (FIGURA 2 A) e 12°C ($F_{6,48} = 19.781$, $p < 0.001$) (FIGURA 2 B). A umidade relativa não influenciou a sobrevivência das fêmeas durante os períodos de armazenamento de dois e quatro dias, quando a temperatura foi mais baixa (8°C). A 8°C, a umidade relativa teve influência na sobrevivência das fêmeas nos períodos de armazenamento

mais longos (8 e 12 dias), sendo que aos 12 dias de armazenamento nenhuma fêmea sobreviveu quando a umidade relativa era mais baixa (10%).

Figura 2 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes umidades relativas em cada período de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

Fonte: Do autor (2017)

Neste mesmo período (12 dias), as sobrevivências foram semelhantes ($47\pm 1,91$ e $54\pm 2,20\%$) nas maiores umidades relativas de 20 e 40%, respectivamente (FIGURA 2 A). Quando as fêmeas foram submetidas a 12°C , também não houve diferença significativa na sobrevivência quando exposta as diferentes umidades relativas no período de dois dias (FIGURA 2 B). Nessa mesma temperatura (12°C) no período de oito dias, as altas umidades relativas (20 e 40%) proporcionaram maiores sobrevivências pós-armazenamento ($51\pm 4,16$ e $71\pm 4,99$, respectivamente) comparadas a menor umidade relativa (10%). Após esse período, nenhuma fêmea sobreviveu nas diferentes umidades relativas (FIGURA 2 B).

3.2 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *E. varians*

Houve uma interação significativa Three-way ANOVA entre as temperaturas, períodos de armazenamento e umidades relativas ($F_{6,96} = 143.49$, $p < 0.001$) na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *E. varians*.

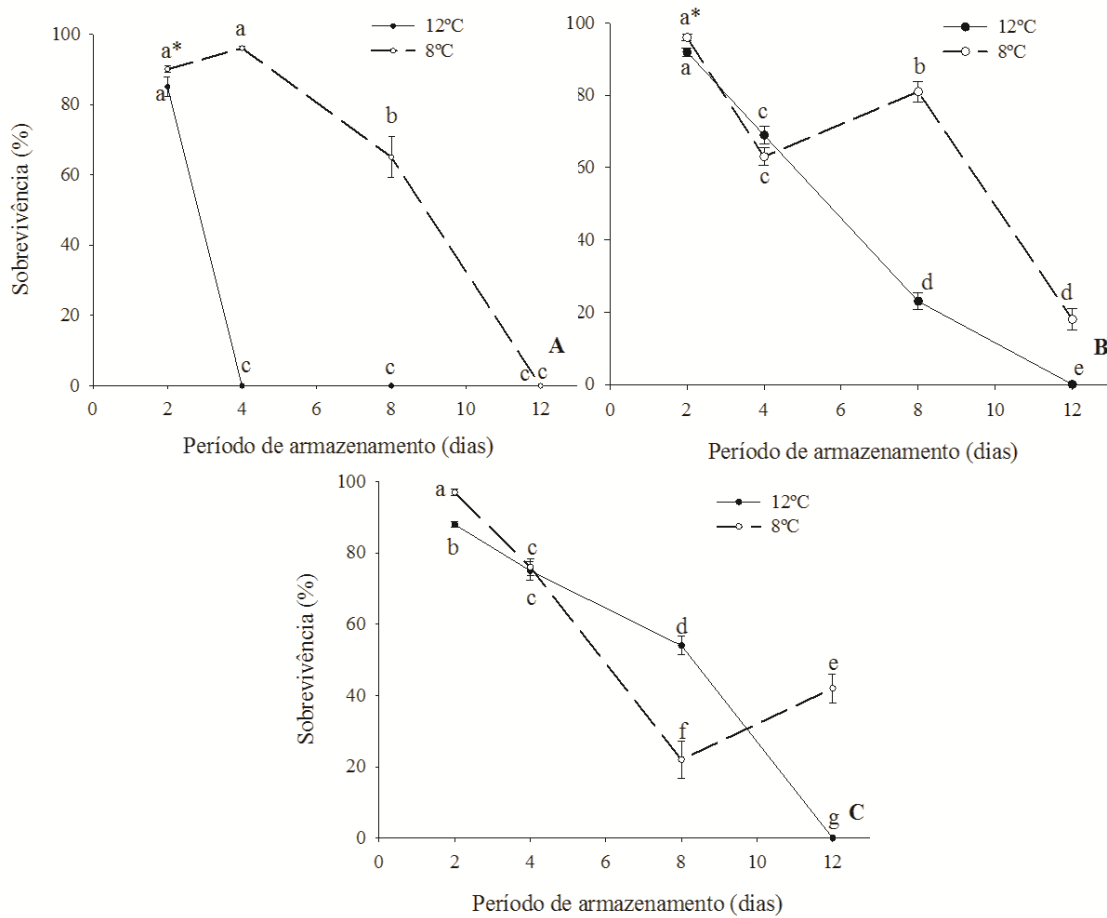
3.2.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *E. varians*

Houve efeito entre a temperatura e período de armazenamento na sobrevivência pós-armazenamento das fêmeas submetidas a 10% ($F_{3,32} = 202.22$, $p < 0.001$) (FIGURA 3 A), 20% ($F_{3,32} = 97.30$, $p < 0.001$) (FIGURA 3 B) e 40% ($F_{3,32} = 52.843$, $p < 0.001$) (FIGURA 3 C) de umidade relativa. Fêmeas submetidas a menor umidade relativa (10%) e a 8°C , nos períodos de dois e quatro dias de armazenamento apresentaram sobrevivências semelhantes ($90\pm 0,92$ e $96\pm 0,86\%$, respectivamente), porém, maiores comparadas àquelas submetidas a oito dias; após esse período nenhuma fêmeas sobreviveu (FIGURA 3 A). Na umidade relativa de 10% e na maior temperatura (12°C) houve efeito significativo sobre a sobrevivência (FIGURA 3 A). Fêmeas de *E. varians* submetidas por dois dias de armazenamento apresentaram sobrevivência de $85\pm 2,82\%$, valor semelhante ao encontrado a 8°C ($90\pm 0,92$) para o mesmo período. No entanto, a 12°C nenhuma fêmea sobreviveu após dois dias de armazenamento (FIGURA 3 A).

Na umidade relativa de 20%, no período de dois dias houve maior sobrevivência da fêmea ($92\pm 1,11$ e $96\pm 0,86\%$) a 8 e 12°C , respectivamente (FIGURA 3 B). Após o oitavo dia de armazenamento, a temperatura mais baixa (8°C) proporcionou maior sobrevivência das fêmeas comparada a aquelas submetidas a maior temperatura (12°C) (FIGURA 3 B). A 12°C ,

a sobrevivência foi diminuindo gradativamente à medida que o período de armazenamento foi aumentando. Nenhuma fêmea sobreviveu quando exposta ao armazenamento por mais de oito dias (FIGURA 3 B).

Figura 3 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *Engytatus varians*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes temperaturas e comparando as diferentes umidades relativas para cada período de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

Fonte: Do autor (2017)

No período de armazenamento de dois dias, a 40% de umidade relativa e a 8°C a fêmea apresentou maior sobrevivência ($97 \pm 0,86\%$) comparada a 12°C ($88 \pm 0,80\%$) (FIGURA 3 C). Em ambas as temperaturas a sobrevivência da fêmea foi diminuindo gradativamente como o aumento do período de armazenamento. Exceto no período de 12 dias, e a 12°C

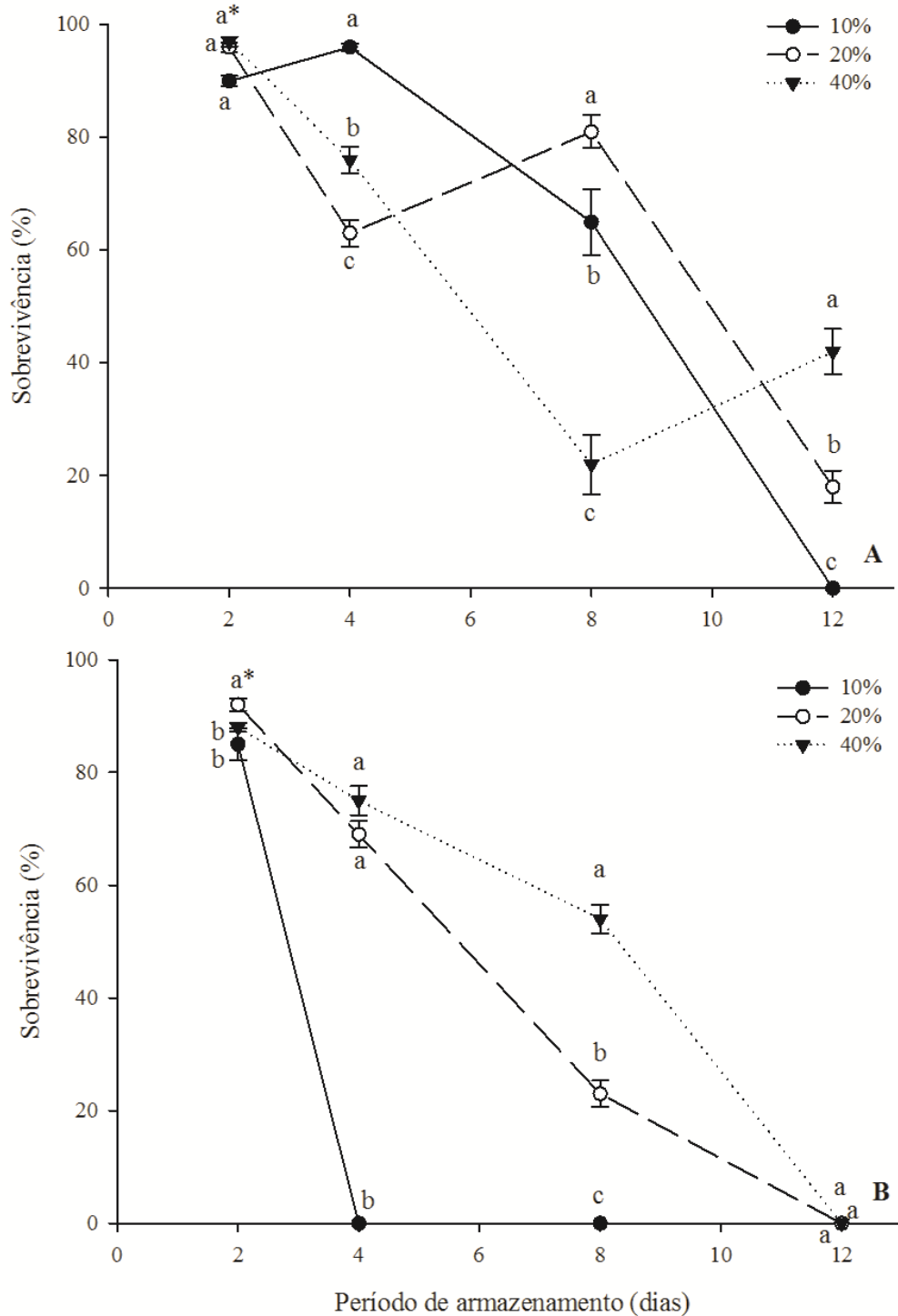
nenhuma fêmea sobreviveu; e a 8°C, e a alta umidade relativa de 40% proporcionou maior sobrevivência ($42\pm 4,01\%$) comparada ao período de oito dias ($22\pm 5,24\%$) (FIGURA 3 C).

3.2.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *E. varians*

Houve diferença significativa entre a umidade relativa e período de armazenamento na sobrevivência pós-armazenamento, quando as fêmeas foram mantidas a 8°C ($F_{6,48} = 59.738$, $p < 0.001$) (FIGURA 4 A) e 12°C ($F_{6,48} = 138.709$, $p < 0.001$) (FIGURA 4 B). Quando as fêmeas de *E. varians* foram mantidas por dois dias de armazenamento, em ambas as temperaturas, a umidade relativa não teve efeito significativo na sua sobrevivência (FIGURA 4 A e B). Entretanto, a partir de dois dias de armazenamento, a umidade relativa teve efeito significativo. A 8°C, no período mais longo de armazenamento (12 dias) a maior umidade relativa (40%) levou a uma sobrevivência ($42\pm 4,01\%$) superior a aquela quando o inseto foi exposto na umidade relativa intermediária (20%), cuja sobrevivência foi de $18\pm 2,91\%$. Nesse mesmo período de armazenamento nenhuma fêmea sobreviveu quando a umidade relativa foi de 10% (Figura 4 A). A 12°C e a umidade relativa mais alta (40%) houve maior sobrevivência comparada às submetidas às menores umidades relativas (10 e 20%) (FIGURA 4 B).

Os resultados dos efeitos combinados do período de armazenamento, temperatura e umidade relativa influenciaram na sobrevivência pós-armazenamento das fêmeas de *E. varians*. Fêmeas de *E. varians* podem ser armazenadas por um período de até 8 dias com umidade relativa intermediária (20%), sem afetar sua sobrevivência ($81\pm 2,92$), e mantendo-a acima de 80% a 8°C.

Figura 4 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *Engytatus varians*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes umidades relativas em cada período de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

Fonte: Do autor (2017)

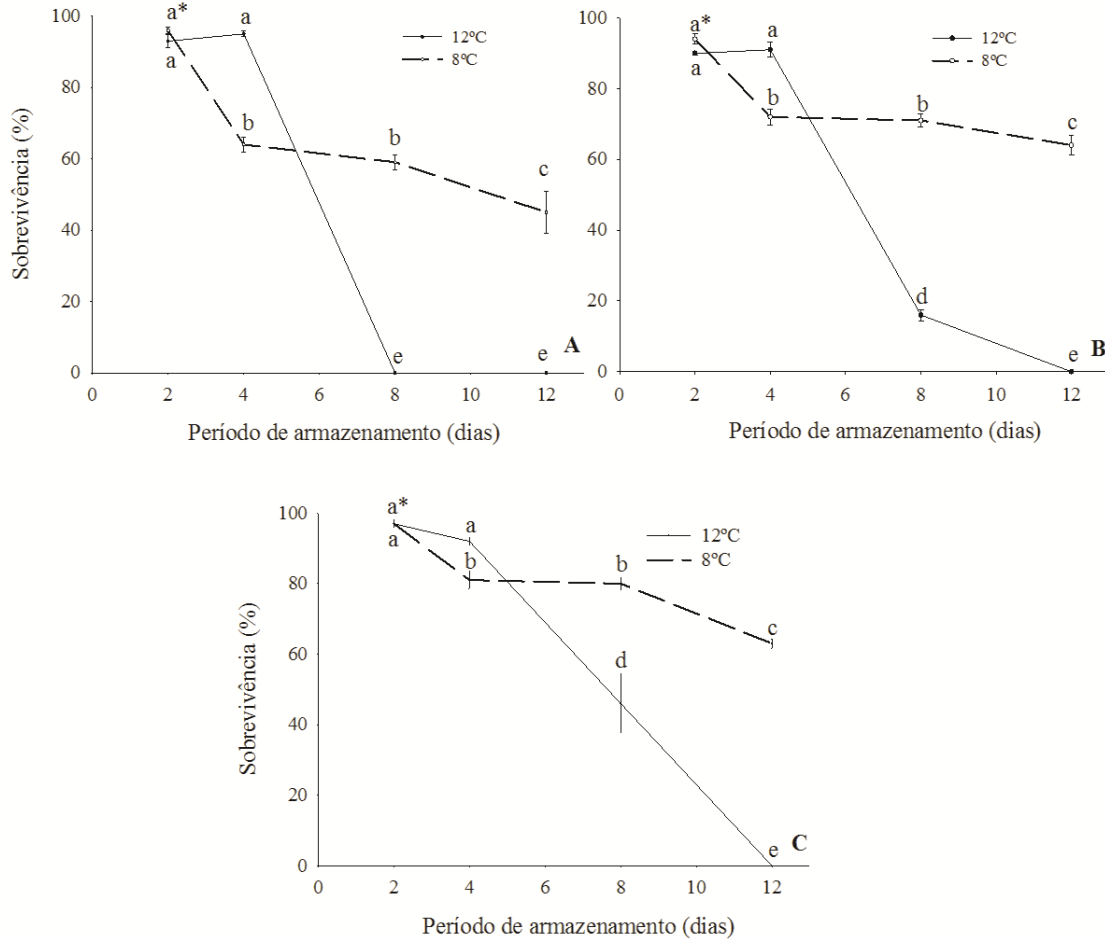
3.3 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *M. basicornis*

A Three-way ANOVA revelou interação entre as temperaturas, períodos de armazenamento e umidades relativas ($F_{6,96} = 8.821$, $p < 0.001$) na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *M. basicornis*.

3.3.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *M. basicornis*

A interação entre a temperatura e o período de armazenamento mostraram efeitos significativos na sobrevivência pós-armazenamento das fêmeas de *M. basicornis* submetidas a 10% ($F_{3,32} = 140.161$, $p < 0.001$) (FIGURA 5 A), 20% ($F_{3,32} = 248.72$, $p < 0.001$) (FIGURA 5 B) e 40% ($F_{3,32} = 53.881$, $p < 0.001$) (FIGURA 5 C) de umidade relativa. A 8°C, no período de armazenamento de dois dias houve maior sobrevivência comparada aos períodos mais longos, nas diferentes umidades relativas (FIGURA 5 A, B e C). Nessa mesma temperatura a sobrevivência foi semelhante nos períodos de quatro e oito dias de armazenamento, em cada umidade relativa (10%, 20% e 40%). A menor sobrevivência foi encontrada no período mais longo em todas as umidades relativas (FIGURA 5 A, B e C). A 12°C, nas diferentes umidades relativas (10%, 20% e 40%), e nos períodos de dois e quatro dias de armazenamento houve sobrevivência semelhante, porém mais altas do que aquelas obtidas no período de oito dias de armazenamento (FIGURA 5 A, B e C). A 12°C e quando a umidade relativa foi de 10% nenhuma fêmea sobreviveu após o período de quatro dias de armazenamento (FIGURA 5 A), e quando a umidades relativas foram de 20 e 40% nenhuma fêmea sobreviveu a partir de oito dias de armazenamento (FIGURA 5 A, B e C).

Figura 5 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *Macrolophus basicornis*.



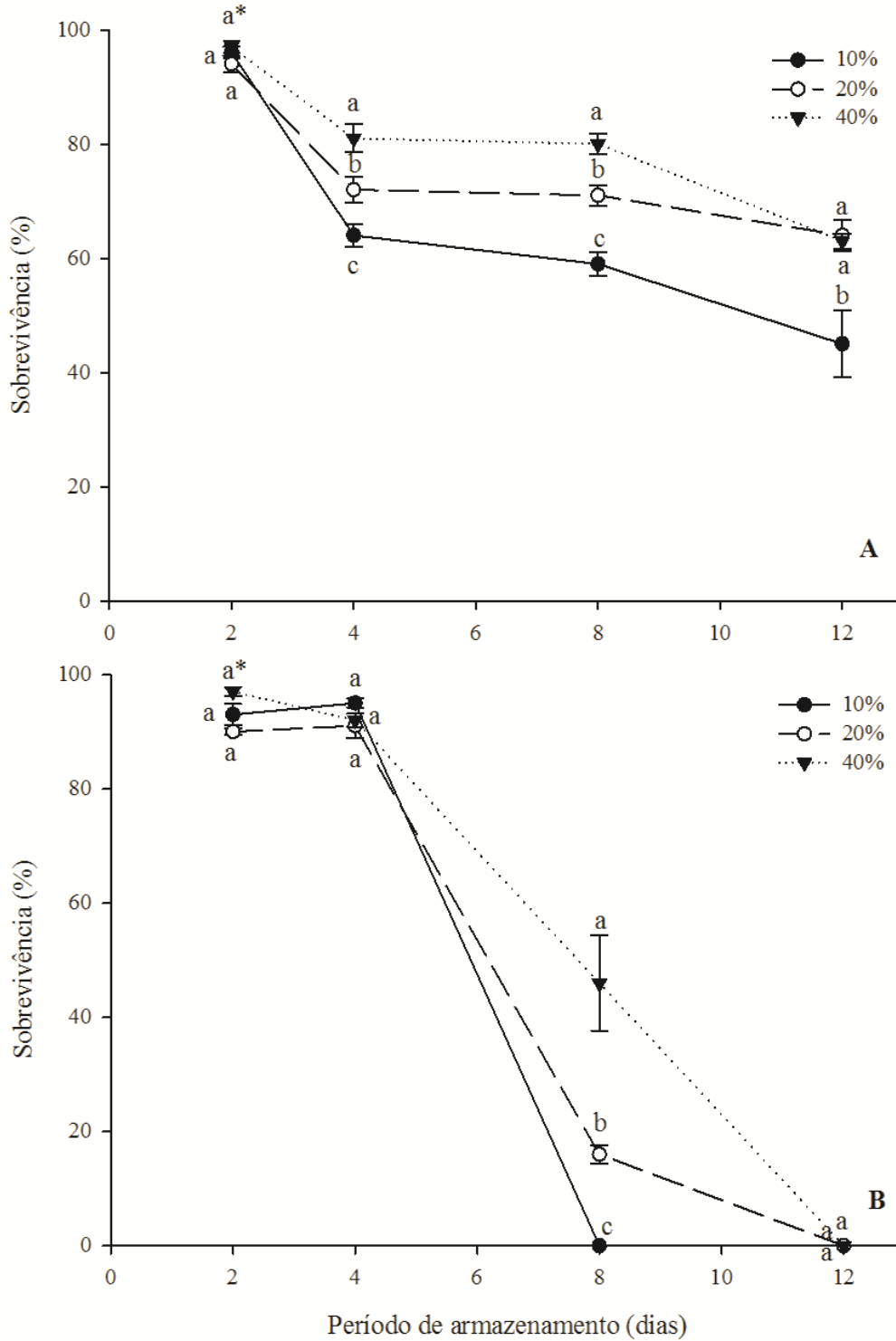
*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes temperaturas e comparando os diferentes períodos de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

Fonte: Do autor (2017)

3.3.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *M. basicornis*

A umidade relativa e o período de armazenamento apresentaram efeitos significativos na sobrevivência pós-armazenamento das fêmeas de *M. basicornis* quando foram mantidas a 8°C ($F_{6,48} = 4.795$, $p < 0.001$) (FIGURA 6 A) e 12°C ($F_{6,48} = 19.781$, $p < 0.001$) (FIGURA 6 B). A 8°C a umidade relativa não teve efeito significativo quando as fêmeas foram armazenadas pelo período de dois dias. Entretanto, a partir do segundo dia de armazenamento, a umidade relativa afetou significativamente a sobrevivência, sendo que as maiores sobrevivências foram encontradas quando a umidade relativa foi maior (40%) (FIGURA 6 A).

Figura 6 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na sobrevivência pós-armazenamento de fêmeas de *Macrolophus basicornis*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes umidades relativas em cada período de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$).

Fonte: Do autor (2017)

A 12°C, a umidade relativa não influenciou a sobrevivência das fêmeas quando mantidas armazenadas por dois e quatro dias (FIGURA 6 B). Fêmeas mantidas por oito dias e a umidade relativa de 40% apresentaram maior sobrevivência ($46 \pm 8,34\%$) comparada às mantidas a 20% de umidade relativa. Quando a umidade relativa foi menor (10%), a partir do quarto dia de armazenamento, nenhuma fêmea sobreviveu.

3.3.3 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na fecundidade de *C. infumatus*

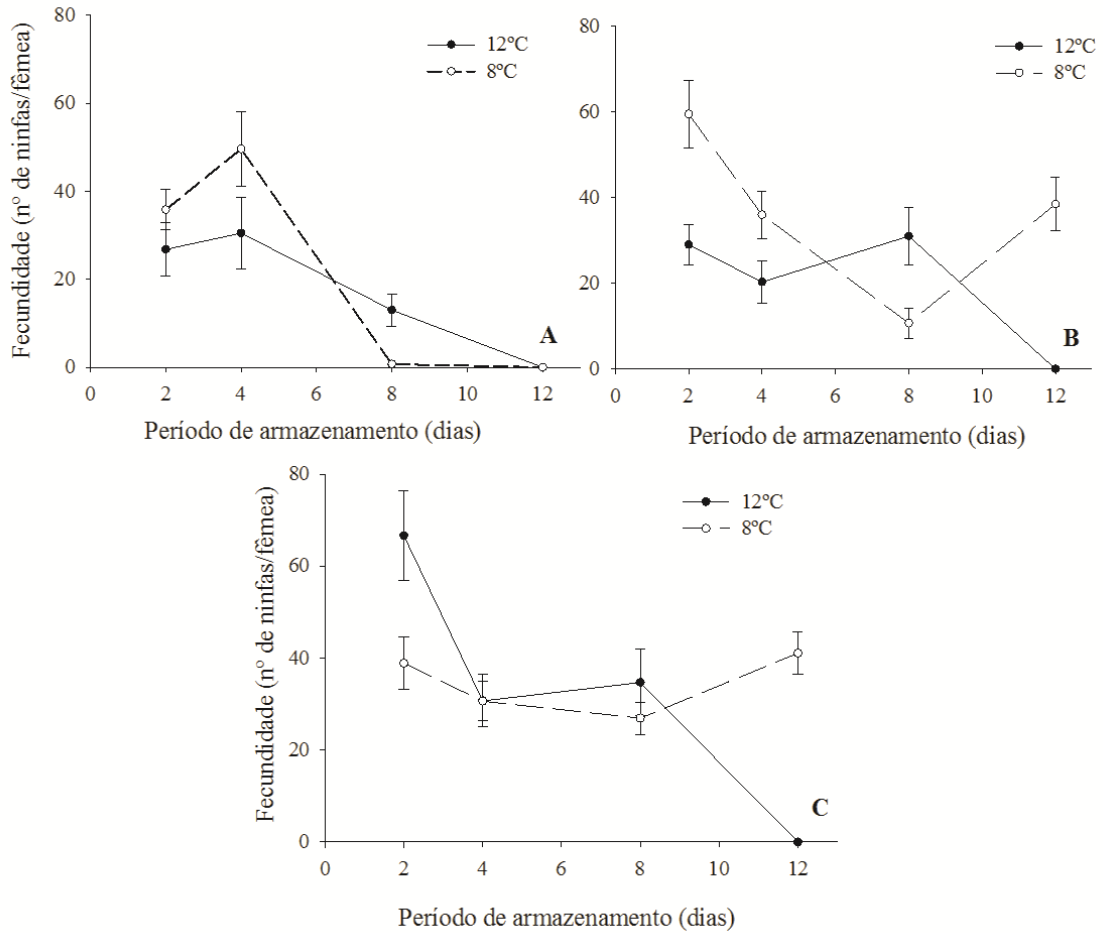
A Three-way ANOVA apresentou efeito significativo entre as temperaturas, períodos de armazenamento e umidades relativas ($F_{2, 54} = 4.643$, $P = 0.014$) na fecundidade de *C. infumatus*.

3.4.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de *C. infumatus*

A temperatura e o período de armazenamento influenciaram significativamente a fecundidade de *C. infumatus* nas umidades relativas de 10% ($F_{3, 240} = 3.973$, $P = 0.009$) (FIGURA 7 A), 20% ($F_{3, 240} = 11.681$, $P < 0.001$) (FIGURA 7 B) e a 40% ($F_{3, 240} = 11.643$, $P < 0.001$) (Figura 7 C). A fecundidade das fêmeas submetidas a 10% de umidade relativa diminuiu após quatro dias de armazenamento, independentemente da temperatura (FIGURA 7 A) a que foram submetidas.

Na umidade relativa de 20% a 12°C, a fecundidade ($29,5 \pm 4,64$, $20,3 \pm 5,06$ e $31 \pm 6,62$ ninfas/fêmea) permaneceu constante quando as fêmeas foram armazenadas por dois, quatro e oito dias, respectivamente (FIGURA 7 B). Após o período de oito dias de armazenamento a 12°C não houve indivíduos sobreviventes pós-armazenamento (FIGURA 7 B). Ao contrário, no armazenamento a 8°C a fecundidade ($59,5 \pm 7,95$, $36 \pm 5,50$ e $10,7 \pm 3,51$ ninfas/fêmea) diminuiu com o aumento do período de armazenamento de dois, quatro e oito dias, respectivamente, e a fecundidade ($38,5 \pm 6,28$ ninfas/fêmea) de fêmeas armazenadas a 12 dias foi maior comparada a das fêmeas armazenadas por oito dias (FIGURA 7 B). A 40% de umidade relativa, os valores foram opostos quando comparados com aqueles a 20%. Com umidade relativa de 40% a 12°C, a fecundidade ($66,6 \pm 9,77$, $30,7 \pm 5,71$ e $34,7 \pm 7,18$ ninfas/fêmea) diminuiu com o avanço do período de armazenamento (2, 4 e 8 dias, respectivamente). Diferentemente, a 8°C a fecundidade ($38,9 \pm 5,61$, $30,6 \pm 4,29$, $26,9 \pm 3,51$ e $41,06 \pm 4,68$ ninfas/fêmea, respectivamente) permaneceu constante (FIGURA 7 C).

Figura 7 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na fecundidade de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*



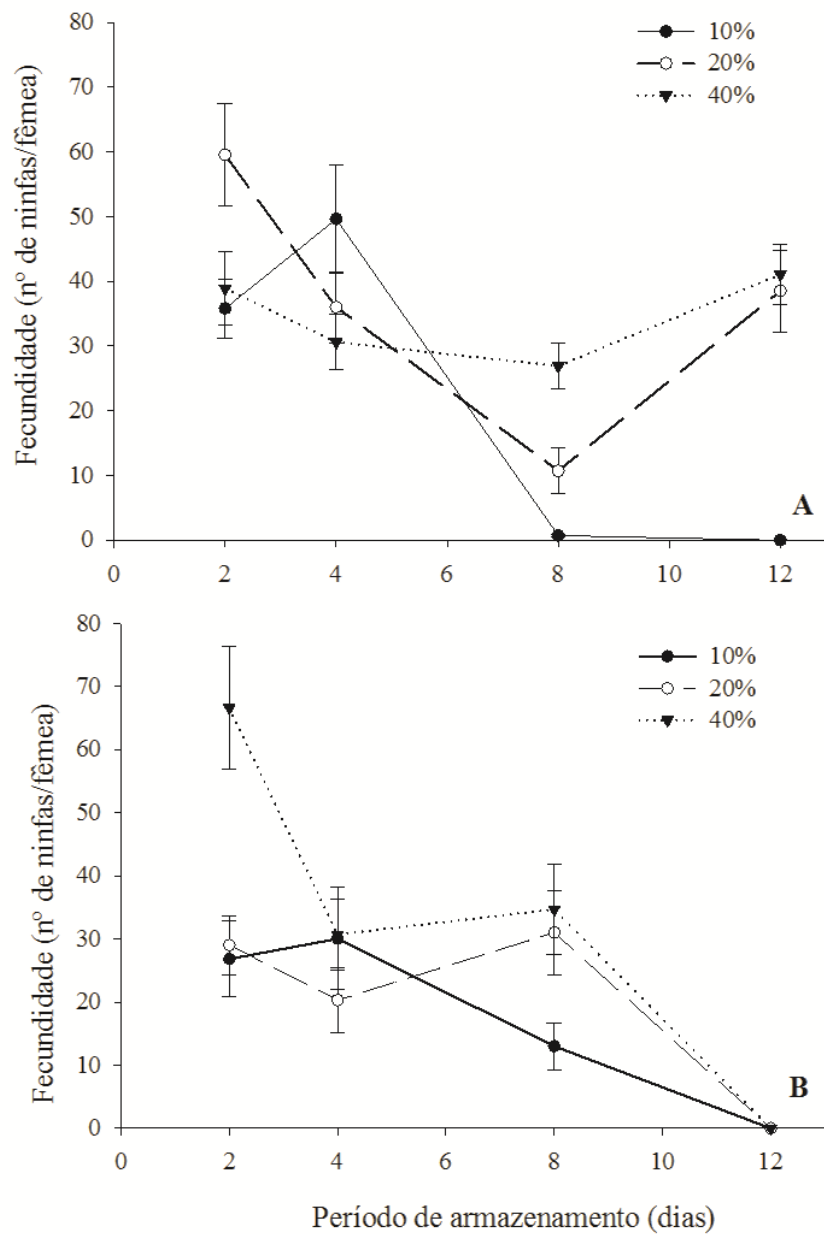
Fonte: Do autor (2017)

Os resultados indicam de que com baixa umidade relativa (10%) a fecundidade diminuiu ao longo dos períodos de armazenamento, independentemente da temperatura na qual as fêmeas de *C. infumatus* foram submetidas. Quando a umidade relativa foi maior, a temperatura de 8°C reduziu o efeito do período de armazenamento em relação à fecundidade de *C. infumatus*.

3.4.2 Influência da interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas duas temperaturas na fecundidade de *C. infumatus*

A umidade relativa e o período de armazenamento apresentaram efeitos na fecundidade das fêmeas de *C. infumatus* quando foram mantidas a 8°C ($F_{6, 360} = 4.489$, $P < 0.001$) e 12°C ($F_{6, 360} = 8.232$, $P < 0.001$) (FIGURA 8 A e B).

Figura 8 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na fecundidade de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*



Fonte: Do autor (2017)

Quando as fêmeas foram submetidas a 8°C e 40% de umidade relativa, a fecundidade (38,9±5,61, 30,6±4,29 e 26,9±3,51 e 41,06±4,68 ninfas/fêmea) permaneceu constante, nos períodos de armazenamento de dois, quatro, oito e doze dias, respectivamente. Quando a umidade relativa foi de 20%, a fecundidade (59,5±7,95, 36±5,50 e 10,7±3,51 ninfas/fêmea) diminuiu gradativamente nos períodos de dois, quatro e oito dias, respectivamente (FIGURA 8 A). Quando a umidade relativa foi 10%, no período de quatro dias de armazenamento a fecundidade (49,6±8,44 ninfas/fêmea) foi maior comparada ao período de oito dias (fecundidade de 0,7±0,22 ninfas/fêmea).

A fecundidade de *C. infumatus* diminuiu com aumento do período de armazenamento na temperatura de 12°C e na concentração de 10% de umidade relativa. Já na umidade relativa de 20% a fecundidade permaneceu constante até o período de oito dias de armazenamento. Maior concentração de umidade relativa (40%) proporcionou maior fecundidade (66,6±9,77 ninfas/fêmea) quando as fêmeas foram armazenadas pelo período de dois dias (FIGURA 8 B).

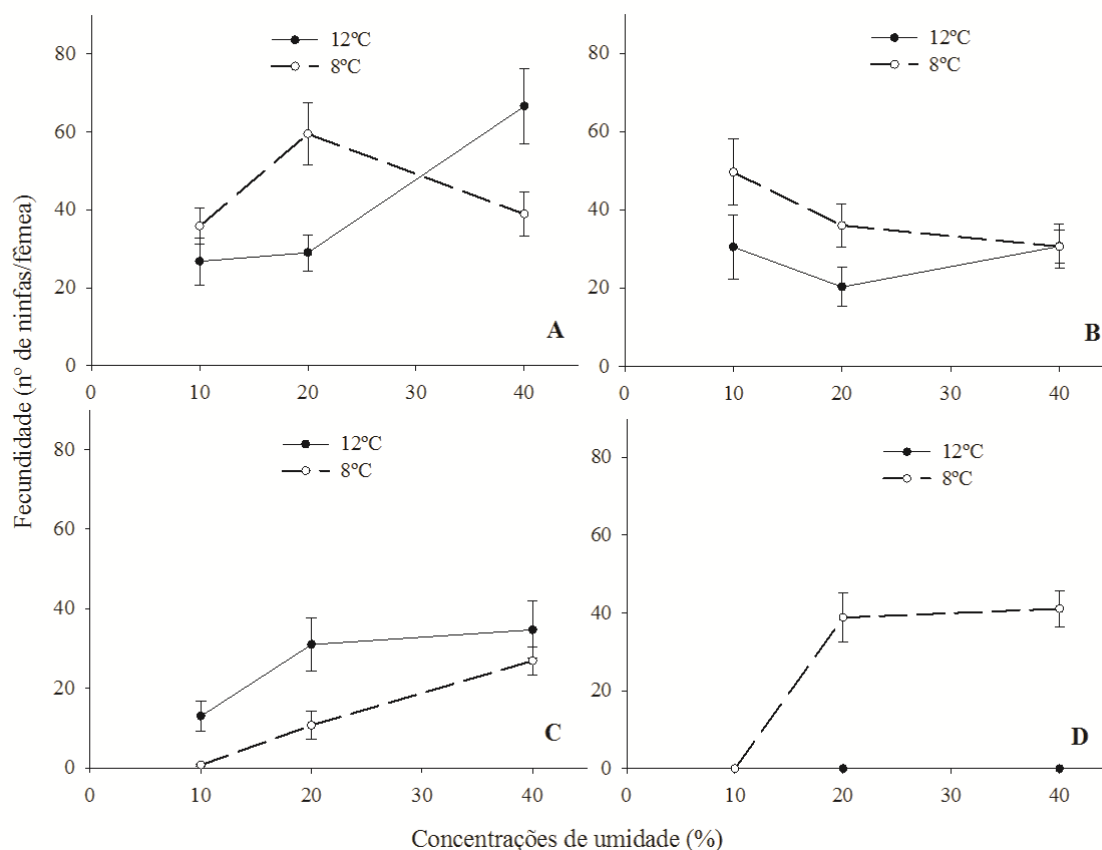
3.4.3 Influência das temperaturas e umidades relativas em diferentes períodos de armazenamento na fecundidade de *C. infumatus*

As temperaturas e as diferentes umidades relativas apresentaram efeitos significativos quando o período de armazenamento foi de dois dias ($F_{2, 180} = 9.633$, $P < 0.001$). A fecundidade de *C. infumatus* (66,6±9,77 ninfas/fêmea) foi superior quando a umidade relativa foi maior (40%) e a 12°C, mas permaneceu constante quando as fêmeas foram submetidas a 8°C (FIGURA 9 A). Não houve efeito entre temperatura e umidade relativa na fecundidade no período de quatro ($F_{2, 180} = 1,470$, $P = 0,233$) (FIGURA 9 B) e oito dias ($F_{2, 180} = 0.782$, $P = 0.459$) (FIGURA 9 C) de armazenamento.

Aos 12 dias de armazenamento, houve diferença entre a temperatura e a umidade relativa na fecundidade de *C. infumatus* ($F_{2, 180} = 25.902$, $P < 0.001$). Fêmeas oriundas da temperatura de 8°C, nas umidades relativas de 20 e 40% apresentaram fecundidades (38,5±6,28 e 41,06±4,68 ninfas/fêmea, respectivamente) semelhantes. Já a 12°C nenhuma fêmea sobreviveu no período de 12 dias de armazenamento (FIGURA 9 D). Considerando o efeito nas diferentes combinações de umidades relativas, temperaturas e períodos de armazenamento, a menor temperatura (8°C) demonstrou ser a mais adequada para o armazenamento de fêmeas de *C. infumatus*. Entretanto, a maior fecundidade (66,6±9,77 ninfas/fêmea) das fêmeas de *C. infumatus*, foi constatada na combinação de umidade relativa

de 40%, 12°C e período de dois dias de armazenamento, sendo esta combinação a mais apropriada para essa espécie.

Figura 9 — Interação das temperaturas e umidade relativas nos períodos de 2 (A), 4 (B), 8 (C) e 12 dias (D) de armazenamento na fecundidade de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*



Fonte: Do autor (2017)

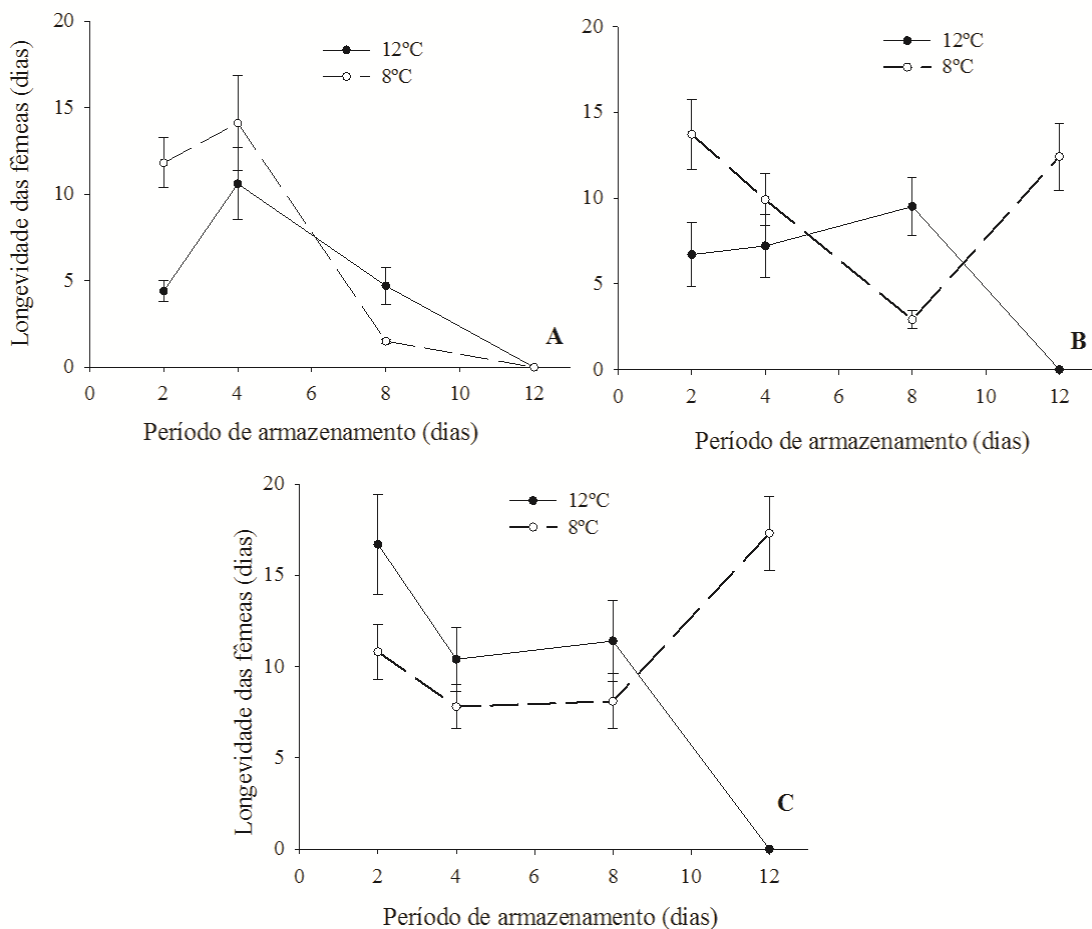
3.5 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na longevidade de fêmeas de *C. infumatus*

A Three-way ANOVA revelou interação entre a temperaturas, períodos de armazenamento e umidades relativas ($F_{6,720} = 9.472$, $P < 0.001$) na longevidade das fêmeas de *C. infumatus*.

3.5.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na longevidade de fêmeas de *C. infumatus*

Houve interação entre a temperatura e o período de armazenamento na longevidade das fêmeas de *C. infumatus* submetidas a 10% ($F_{3, 240} = 5.335$, $P < 0.001$) (Figura 10 A), 20% ($F_{3, 240} = 12.572$, $P < 0.001$) (Figura 10 B) e 40% ($F_{3, 240} = 18.126$, $P < 0.001$) de umidade relativa (Figura 10 C). Tanto a 8°C como a 12°C, e com 10% de umidade relativa, a longevidade diminuiu quando as fêmeas foram submetidas por períodos maiores que quatro dias, e nenhuma fêmea sobreviveu ao período armazenamento de 12 dias (FIGURA 10 A).

Figura 10 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na longevidade de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*



Fonte: Do autor (2017)

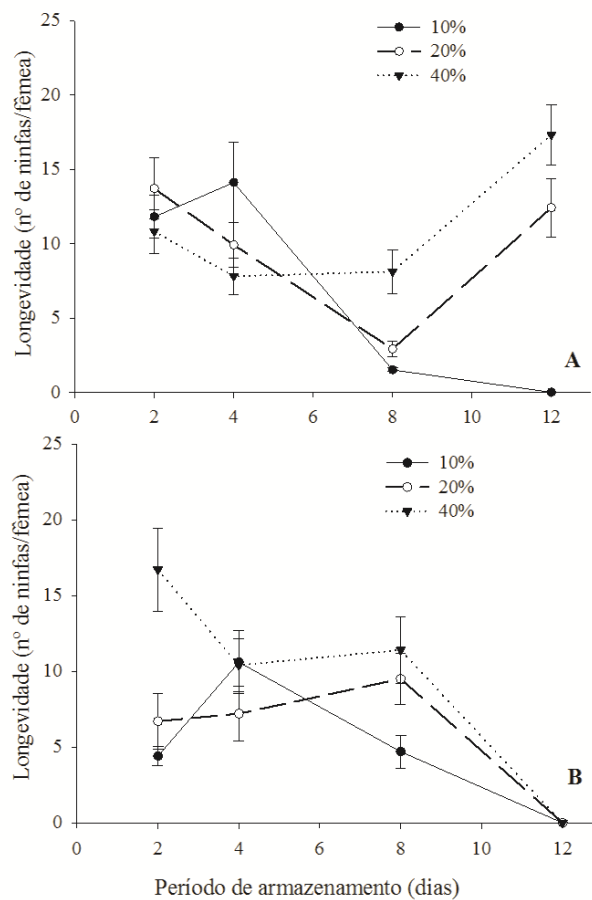
Fêmeas submetidas à umidade relativa de 20%, e a 8°C apresentaram longevidades ($13,7 \pm 2,02$ e $12,4 \pm 1,97$ dias) similares nos períodos de dois e 12 dias de armazenamento, respectivamente. O período de armazenamento de 12 dias a 12°C resultou em 100% de

mortalidade (FIGURA 10 B). Na umidade relativa de 40% e a 12°C foi encontrada maior longevidade ($16,7 \pm 1,72$ dias) das fêmeas submetidas pelo período de dois dias de armazenamento (FIGURA 10 C). A 8°C a maior longevidade ($17,3 \pm 2,01$ dias) foi encontrada no período de 12 dias de armazenamento (FIGURA 10 C).

3.5.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na longevidade de fêmeas de *C. infumatus*

O período de armazenamento e a umidade relativa afetaram significativamente as fêmeas mantidas a 8°C ($F_{2, 360} = 11.384$, $P < 0.001$) (FIGURA 11 A) e a 12°C ($F_{6, 360} = 4.329$, $P < 0.001$) (FIGURA 11 B).

Figura 11 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na longevidade de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*



Fonte: Do autor (2017)

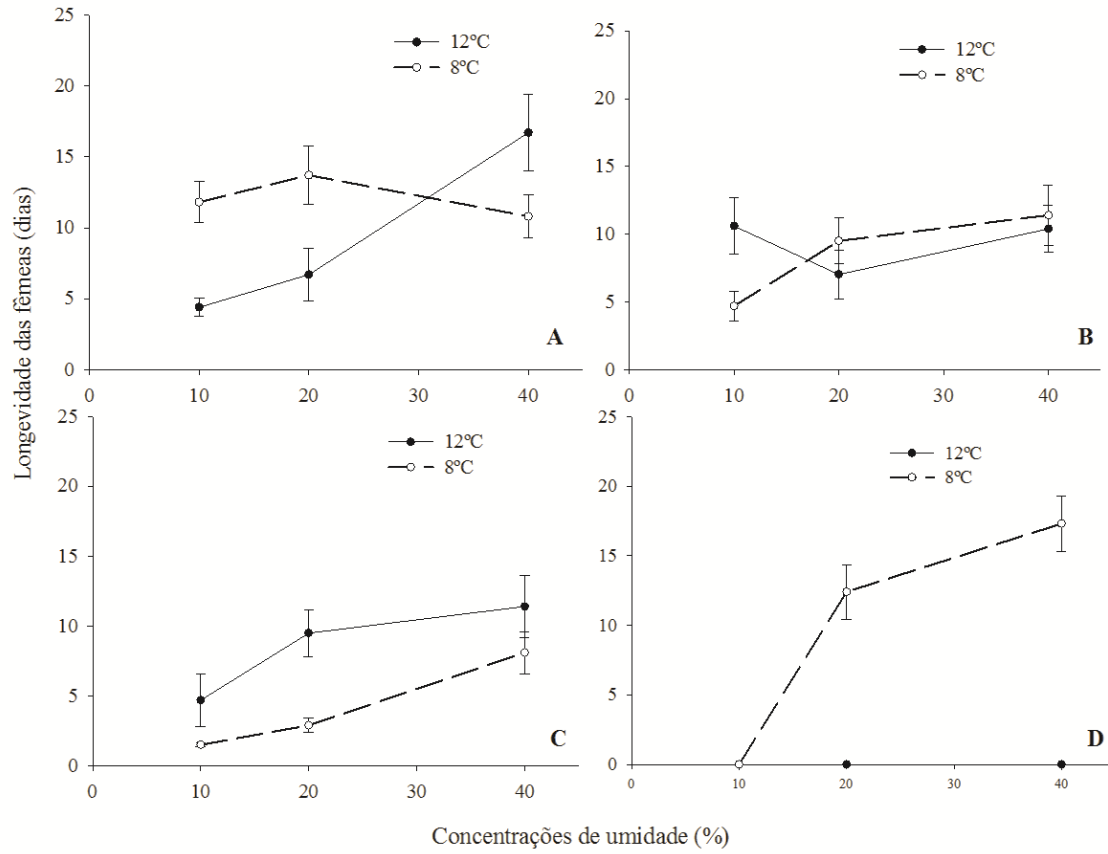
A 8°C observou-se uma curva em forma de U para a longevidade das fêmeas de *C. infumatus* ao longo do tempo nas umidades relativas de 20% e 40%. Diferentemente, na umidade relativa de 10%, a longevidade diminuiu com o período de armazenamento quando as fêmeas foram armazenadas por mais de quatro dias (FIGURA 11 A). A 12°C, com umidade relativa de 40% as fêmeas apresentaram maior longevidade ($17,3 \pm 2,01$ dias), quando submetidas ao período de dois dias de armazenamento. Com 10% de umidade relativa, a longevidade diminuiu com o período de armazenamento. Independentemente da umidade relativa, nenhuma fêmea sobreviveu quando foram armazenadas por 12 dias (FIGURA 11 B).

3.5.3 Influência das temperaturas e umidades relativas nos diferentes períodos de armazenamento na longevidade de fêmeas de *C. infumatus*

Houve diferença entre temperatura e umidade relativa na longevidade das fêmeas submetidas por dois dias de armazenamento ($F_{2, 180} = 8.703$, $P < 0.001$) (FIGURA 12 A). Não houve diferença entre a temperatura e umidade relativa na longevidade das fêmeas de *C. infumatus* quando submetidas por períodos de quatro ($F_{2, 180} = 1.509$, $P = 0.224$) (FIGURA 12 B) e oito dias ($F_{2, 180} = 0.782$, $P = 0.459$) (FIGURA 12 C).

A temperatura e a umidade relativa levaram a uma diferença significativa na longevidade das fêmeas de *C. infumatus* submetidas por 12 dias de armazenamento ($F_{2, 180} = 30,186$, $P < 0,001$) (FIGURA 12 D). A 8°C, a longevidade aumentou com o aumento da umidade relativa (FIGURA 12 D). A 12°C a longevidade não foi avaliada pelo fato de não ter havido nenhuma fêmea sobrevivente após o oitavo dia de armazenamento. Resultados indicam que a longevidade aumentou com o aumento da umidade relativa; e 8°C demonstra ser a temperatura mais adequada para períodos de armazenamento mais longos (FIGURA 12 D) para *C. infumatus*. Entretanto, considerando as diferentes combinações do período de armazenamento, umidade relativa e temperatura, a maior longevidade ($17,3 \pm 2,01$ dias) encontrada para fêmeas de *C. infumatus*, foi quando essa espécie foi submetida à 40% de umidade relativa, a 12°C e no período de dois dias. Esse valor é semelhante à longevidade ($15,6 \pm 2,85$ dias) das fêmeas que não foram armazenadas (TABELA 2).

Figura 12 — Interação das temperaturas e umidades relativas nos períodos de 2 (A), 4 (B), 8 (C) e 12 dias (D) de armazenamento na longevidade de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*



Fonte: Do autor (2017)

Tabela 2 — Média (\pm EP) do percentual de sobrevivência pós-armazenamento; fecundidade e longevidade pós-armazenamento de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus*, combinados em três umidades relativas, duas temperaturas e quatro períodos de armazenamento. O armazenamento foi mantido em escotofase contínua, UR $70 \pm 10\%$. n = 250 fêmeas para cada combinação. Fecundidade e longevidades foram avaliadas a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, n = 30 fêmeas para cada combinação.

T ($^\circ\text{C}$)	Período de armazenamento (Dias)	Umidade relativa (%)	Sobrevivência (%)	Fecundidade (ninfas/fêmea)	Longevidade (Dias)	
Controle	-	-	-	52,8 \pm 8,93	15,6 \pm 2,85	
		10	87 \pm 0,73	35,8 \pm 4,60	11,8 \pm 1,44	
		20	93 \pm 1,28	59,5 \pm 7,95	13,7 \pm 2,05	
	8	4	40	92 \pm 1,86	38,9 \pm 5,61	10,8 \pm 1,50
			10	71 \pm 3,02	49,6 \pm 8,44	14,1 \pm 2,72
			20	75 \pm 2,63	36 \pm 5,50	9,9 \pm 1,52
		8	40	69 \pm 3,27	30,6 \pm 4,29	7,8 \pm 1,21
			10	53 \pm 1,66	0,7 \pm 0,22	1,5 \pm 0,12
			20	74 \pm 6,14	10,7 \pm 3,51	2,9 \pm 0,52
	12	4	40	25 \pm 2,85	26,9 \pm 3,51	8,1 \pm 1,50
			10	0	0	0
			20	47 \pm 1,91	38,5 \pm 6,28	12,4 \pm 1,97
8		40	54 \pm 2,20	41 \pm 4,68	17,3 \pm 2,01	
		10	94 \pm 1,43	26,8 \pm 6,00	4,4 \pm 0,62	
		20	93 \pm 1,71	29 \pm 4,64	6,7 \pm 1,86	
12	4	40	95 \pm 0,81	66,6 \pm 9,77	16,7 \pm 2,72	
		10	70 \pm 3,75	30,5 \pm 8,12	10,6 \pm 2,07	
		20	81 \pm 2,45	20,3 \pm 5,06	7,2 \pm 1,82	
	8	40	90 \pm 1,72	30,7 \pm 5,71	10,4 \pm 1,76	
		10	18 \pm 5,02	13 \pm 3,69	4,7 \pm 1,09	
		20	51 \pm 4,16	31 \pm 6,62	9,5 \pm 1,69	
12	4	40	71 \pm 4,99	34,7 \pm 7,18	11,4 \pm 2,21	
		10	0	0	0	
		20	0	0	0	
		40	0	0	0	

Cores: Amarelo = Controle (fêmeas não armazenadas)

Verde= 80-100% do valor do controle

Rosa= 50-79% do valor do controle

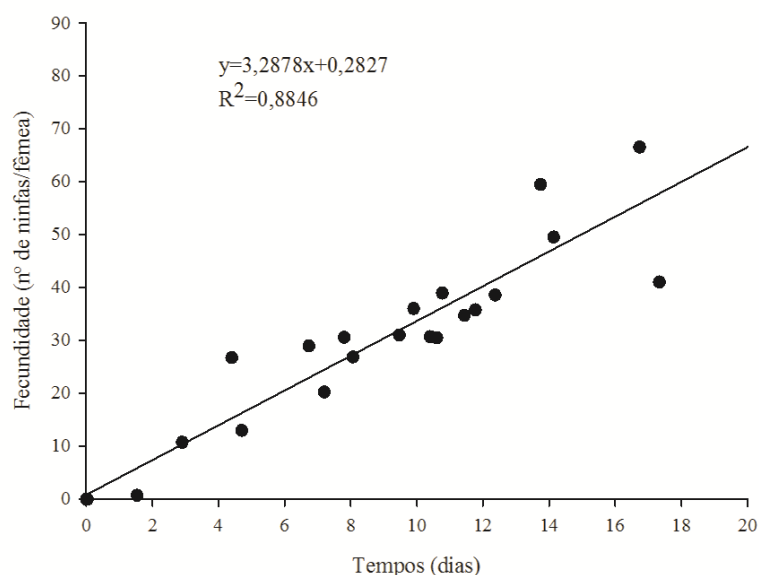
Vermelho= 0-49% do valor do controle

Fonte: Do autor (2017)

3.6 Relação linear entre a fecundidade e a longevidade de fêmeas de *C. infumatus*

Uma relação linear foi encontrada entre a fecundidade e a longevidade das fêmeas de *C. infumatus* ($R^2=0.8846$; $F_{1,23}=166.607$; $P<0.001$) (Figura 13).

Figura 13 — Relação linear entre a fecundidade e a longevidade de fêmeas de *Campyloneuropsis infumatus* após armazenamento



Fonte: Do autor (2017)

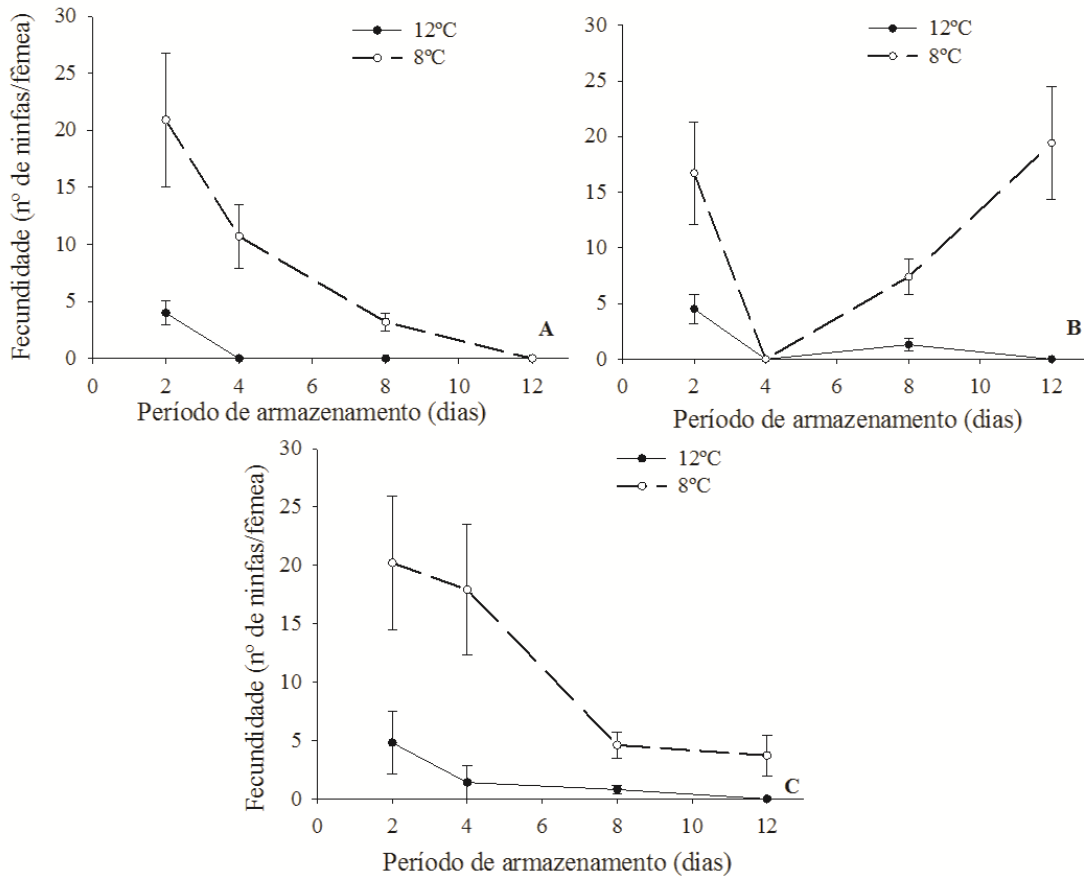
3.7 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de *E. varians*

Houve influência significativa Three-way ANOVA entre as temperaturas, períodos de armazenamento e umidades relativas ($F_{6,750}=2.790$, $P=0.011$.) na fecundidade das fêmeas de *E. varians*.

3.7.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de *E. varians*

A temperatura e o período de armazenamento afetaram significativamente a fecundidade das fêmeas submetidas a 10% ($F_{3,240}=5.299$, $P=0.001$) (FIGURA 14 A) e a 20% ($F_{3,240}=24.692$, $P<0.001$) de umidade relativa (FIGURA 14 B). Com umidade relativa de 10% a fecundidade ($20,9\pm 5,83$ ninfas/fêmea) foi maior no período de dois dias, e foi diminuindo progressivamente ao longo do período de armazenamento a 8°C.

Figura 14: Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na fecundidade de fêmeas de *Engytatus varians*



Fonte: Do autor (2017)

A 12°C, fêmeas de *E. varians* apresentaram menor fecundidade ($4 \pm 1,05$ ninfas/fêmea) comparadas ao mesmo período (2 dias) a 8°C. Já a partir de dois dias nenhuma fêmea sobreviveu quando foi submetida a 12°C, não possibilitando a avaliação da fecundidade. Fêmeas oriundas da concentração de umidade relativa de 20% e 12°C apresentaram fecundidade muito inferior em relação aquelas armazenada a 8°C (FIGURA 14 B).

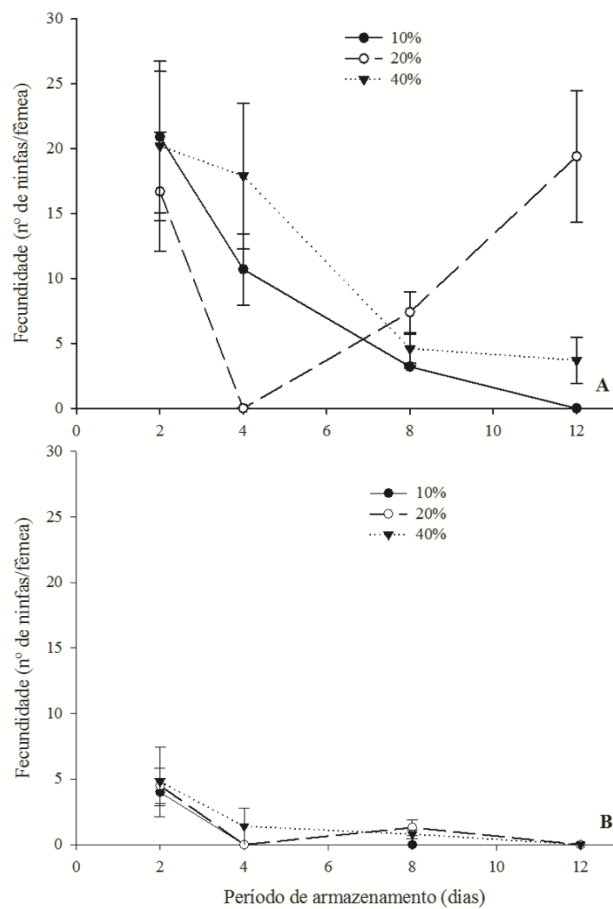
Na concentração de 40%, a temperatura e o período de armazenamento não tiveram efeito na fecundidade de *E. varians* ($F_{3, 240} = 5.352$, $P = 0.001$) (FIGURA 14 C). No entanto, ao considerar ambos a temperatura ($F_{1, 240} = 18.362$, $P < 0.001$) e o período de armazenamento ($F_{3, 240} = 5.086$, $P = 0.00$) verificou-se de que houve efeitos significativos nesse parâmetro. A 8°C a fecundidade ($20,2 \pm 5,75$ e $17,9 \pm 5,61$ ninfas/fêmea) foi maior para fêmeas oriundas dos períodos de armazenamento de dois e quatro dias, respectivamente (FIGURA 14 C).

Os resultados mostram de que a umidade relativa, o período de armazenamento e a temperatura influenciaram a fecundidade de *E. varians*. Quanto menor a temperatura e o período de armazenamento, maior a fecundidade dessa espécie.

3.7.2 Influência da interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na fecundidade de *E. varians*

Houve interação significativa entre o período de armazenamento e a umidade relativa na fecundidade das fêmeas de *E. varians* oriundas da temperatura de 8°C ($F_{6, 360} = 4.657$, $P < 0.001$) (FIGURA 15 A). Com 10% e 40% de umidade relativa, a fecundidade diminuiu com o período de armazenamento (FIGURA 15 A).

Figura 15 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na fecundidade de fêmeas de *Engytatus varians*



Fonte: Do autor (2017)

No entanto, quando a temperatura de armazenamento foi de 12°C não houve interação significativa ($F_{6, 360} = 2.602$, $P = 0.018$) (FIGURA 15 B). Já o período de armazenamento

proporcionou diferença significativa, observando-se que fêmeas armazenadas por dois dias apresentaram maiores fecundidades ($F_{3, 360} = 12.204$, $P < 0.001$). A concentração de umidade relativa não teve efeito significativo ($F_{2, 360} = 0.527$, $P = 0.591$), e como consequência, a fecundidade de *E. varians* diminuiu com o período de armazenamento independentemente da umidade relativa (FIGURA 15 B) mantida no frasco.

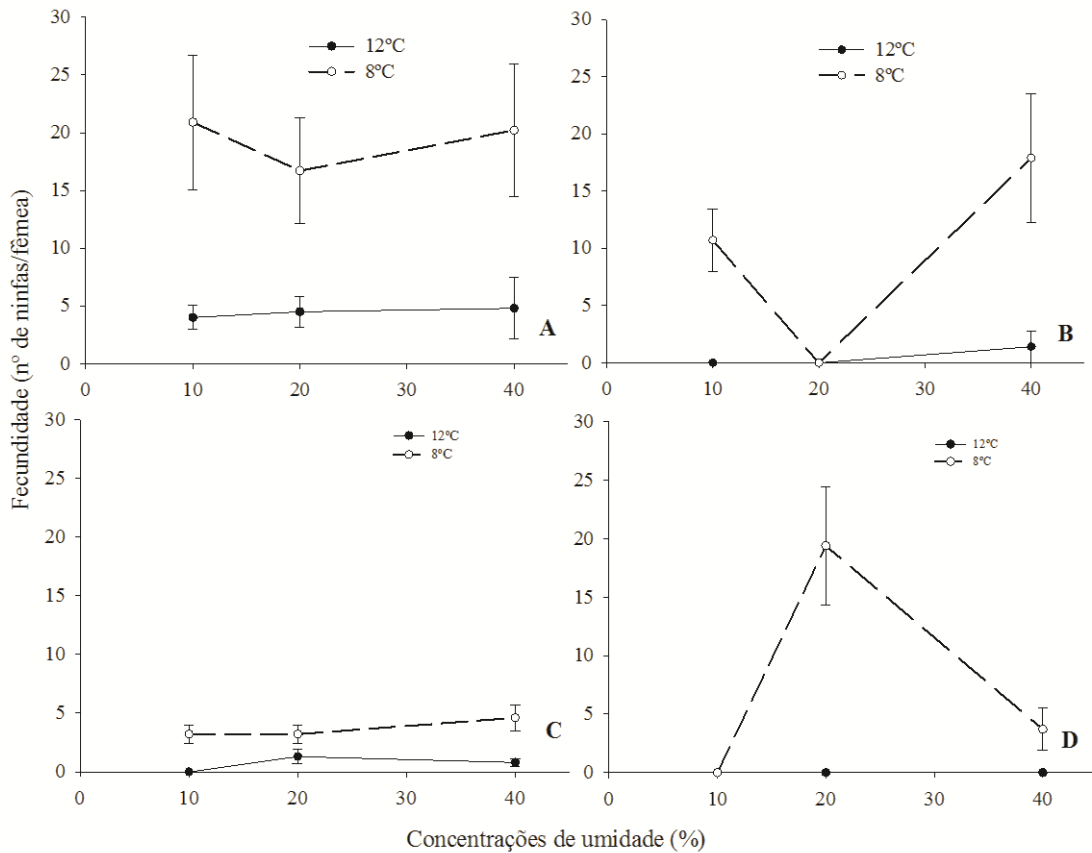
Os resultados demonstram que, a fecundidade de *E. varians* diminuiu com o período de armazenamento, independentemente da temperatura de armazenamento, e com efeito nulo das umidades relativas, relativas no frasco.

3.7.3 Influência das temperaturas e umidades relativas em diferentes períodos de armazenamento na fecundidade de *E. varians*

Não houve interação significativa entre a temperatura e a umidade relativa ($F_{2, 180} = 0.173$, $P = 0.841$) quando o período de armazenamento foi de dois dias. A umidade relativa não teve influência ($F_{2, 180} = 0.135$, $P = 0,874$), já a temperatura influenciou a fecundidade de *E. varians* ($F_{1, 180} = 20.571$, $P < 0.001$). A fecundidade sempre foi maior quando as fêmeas foram armazenadas a 8°C (FIGURA 16 A). A temperatura e a umidade relativa levaram a diferenças significativas na fecundidade das fêmeas, quando o período de armazenamento foi de quatro dias ($F_{2, 180} = 5.092$, $P = 0,007$).

As maiores fecundidades encontradas foram para as fêmeas oriundas da menor temperatura 8°C, comparadas com fêmeas oriundas de 12°C, e umidade relativa de 40% (FIGURA 16 B). O período de armazenamento de oito dias, não mostrou efeito entre a temperatura e a umidade relativa na fecundidade ($F_{2, 180} = 1.426$, $P = 0,243$). Doze dias de armazenamento apresentou efeito significativo entre temperatura e umidade relativa na fecundidade ($F_{2, 180} = 10,997$, $P < 0,001$). A maior fecundidade apresentada foi para as fêmeas oriundas da temperatura de 8°C e umidade relativa de 40%. (FIGURA 16 D).

Figura 16 — Interação das temperaturas e umidades relativas nos períodos de 2 (A), 4 (B), 8 (C) e 12 dias (D) de armazenamento na fecundidade de fêmeas de *Engytatus varians*



Fonte: Do autor (2017)

Considerando os efeitos de umidade relativa, temperatura e período de armazenamento, foi constatado de que na menor temperatura (8°C) houve maiores fecundidades comparado a 12°C. A 8°C as umidades relativas de 10% e 40% proporcionaram maiores fecundidades (20,9±5,83 e 20,2±5,75 ninfas/fêmea, respectivamente) para fêmeas de *E. varians*. Porém, essas fecundidades encontradas para essa espécie foram menores que a fecundidade (57,9±9,64 ninfas/fêmea) encontrada para fêmeas não armazenadas do presente estudo (TABELA 3).

Tabela 3 — Média (\pm EP) do percentual de sobrevivência pós-armazenamento; fecundidade e longevidade pós-armazenamento de fêmeas de *Engytatus varians*, combinados em três umidades relativas, duas temperaturas e quatro períodos de armazenamento. O armazenamento foi mantido em escotofase contínua, UR $70 \pm 10\%$. n = 250 fêmeas para cada combinação. Fecundidade e longevidades foram avaliadas a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, n = 30 fêmeas para cada combinação.

T ($^\circ\text{C}$)	Período de armazenamento (Dias)	Umidade relativa (%)	Sobrevivência (%)	Fecundidade (ninfas/fêmea)	Longevidade (Dias)	
Controle	-	-	-	57,9 \pm 9,64	14,0 \pm 2,35	
		2	10	90 \pm 0,92	20,9 \pm 5,83	5,9 \pm 1,32
			20	96 \pm 0,86	16,7 \pm 4,58	5 \pm 1,01
	40		97 \pm 0,86	20,2 \pm 5,75	6,4 \pm 1,59	
	4	10	96 \pm 0,58	10,7 \pm 2,76	2,7 \pm 0,36	
		20	63 \pm 2,42	0 \pm 0,03	1,1 \pm 0,09	
		40	76 \pm 2,29	17,9 \pm 5,61	5,5 \pm 1,17	
	8	8	10	65 \pm 5,80	3,2 \pm 0,80	1,4 \pm 0,09
			20	81 \pm 2,92	7,4 \pm 1,56	2,2 \pm 0,21
			40	22 \pm 5,24	4,6 \pm 1,13	2,2 \pm 0,18
		12	10	0	0	0
			20	18 \pm 2,91	19,4 \pm 5,06	5,7 \pm 1,57
40			42 \pm 4,01	3,7 \pm 1,79	1,5 \pm 0,24	
12	2	10	85 \pm 2,82	4 \pm 1,04	2,7 \pm 0,15	
		20	92 \pm 1,11	4,5 \pm 1,33	2,3 \pm 0,14	
		40	88 \pm 0,80	4,8 \pm 2,67	3 \pm 0,85	
	4	10	0	0	0	
		20	69 \pm 2,33	0	1 \pm 0,00	
		40	75 \pm 2,58	1,4 \pm 1,40	1,3 \pm 0,22	
	8	10	0	0	0	
		20	23 \pm 2,33	1,3 \pm 0,60	1,1 \pm 0,04	
		40	54 \pm 2,58	0,8 \pm 0,34	1,7 \pm 0,14	
	12	10	0	0	0	
		20	0	0	0	
		40	0	0	0	

Cores: Amarelo = Controle (fêmeas não armazenadas)

Verde= 80-100% do valor do controle

Rosa= 50-79% do valor do controle

Vermelho= 0-49% do valor do controle

Fonte: Do autor (2017)

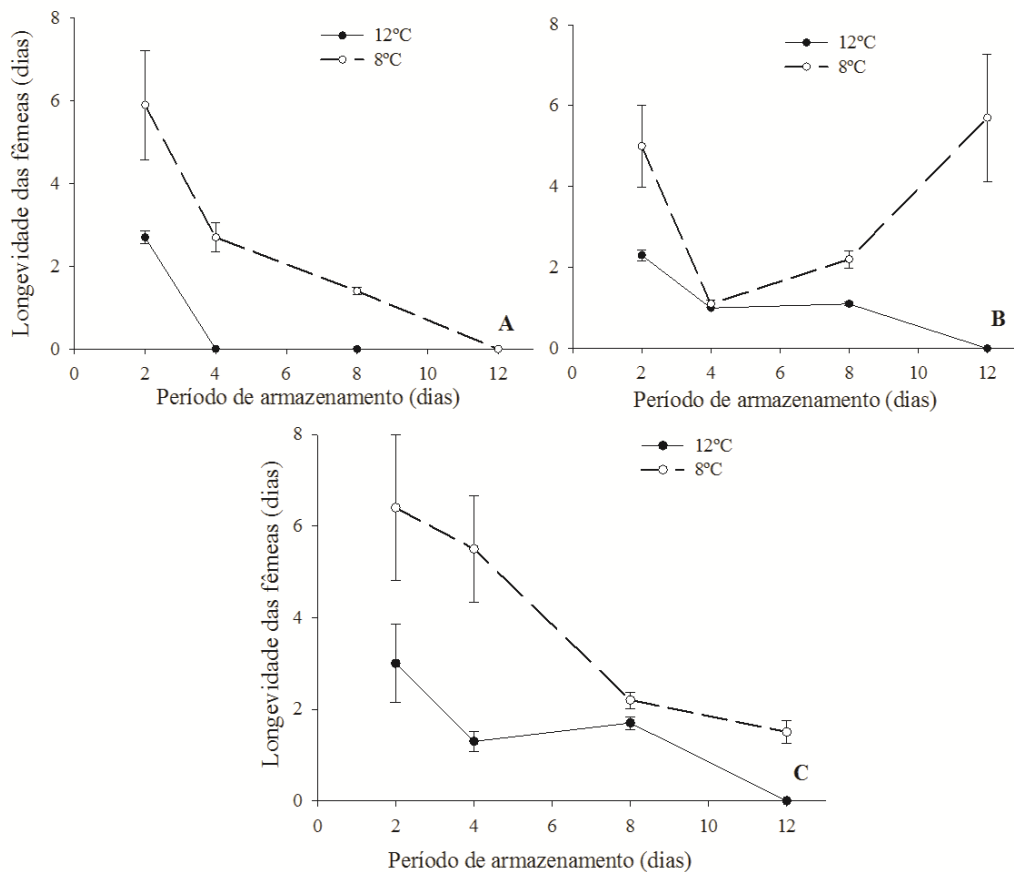
3.8 Influência das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na longevidade de *E. varians*

Houve interação significativa Three-way ANOVA entre a temperatura de armazenamento, período de armazenamento e umidade relativa ($F_{6,750} = 3.426$ $P = 0.002$.) na longevidade das fêmeas de *E. varians*.

3.8.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na longevidade de *E. varians*

Houve efeito entre a temperatura e o período de armazenamento na longevidade das fêmeas de *E. varians* a 10% ($F_{3,240} = 5,069$, $P = 0,002$) (FIGURA 17 A), 20% ($F_{3,240} = 6.507$, $P < 0.001$) (Figura 17 B) e 40% ($F_{3,240} = 2,360$, $P = 0,072$) de umidade relativa (FIGURA 17 C).

Figura 17 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na longevidade de fêmeas de *Engytatus varians*



Com 10% de umidade relativa e a 8°C, a longevidade ($5,9\pm 1,32$, $2,7\pm 0,36$ e $1,4\pm 0,09$) decresceu progressivamente com o aumento do período de armazenamento. Nesta mesma umidade relativa e a 12°C fêmeas não sobreviveram por mais de dois dias de armazenamento, e longevidade não foi avaliada (FIGURA 17 A).

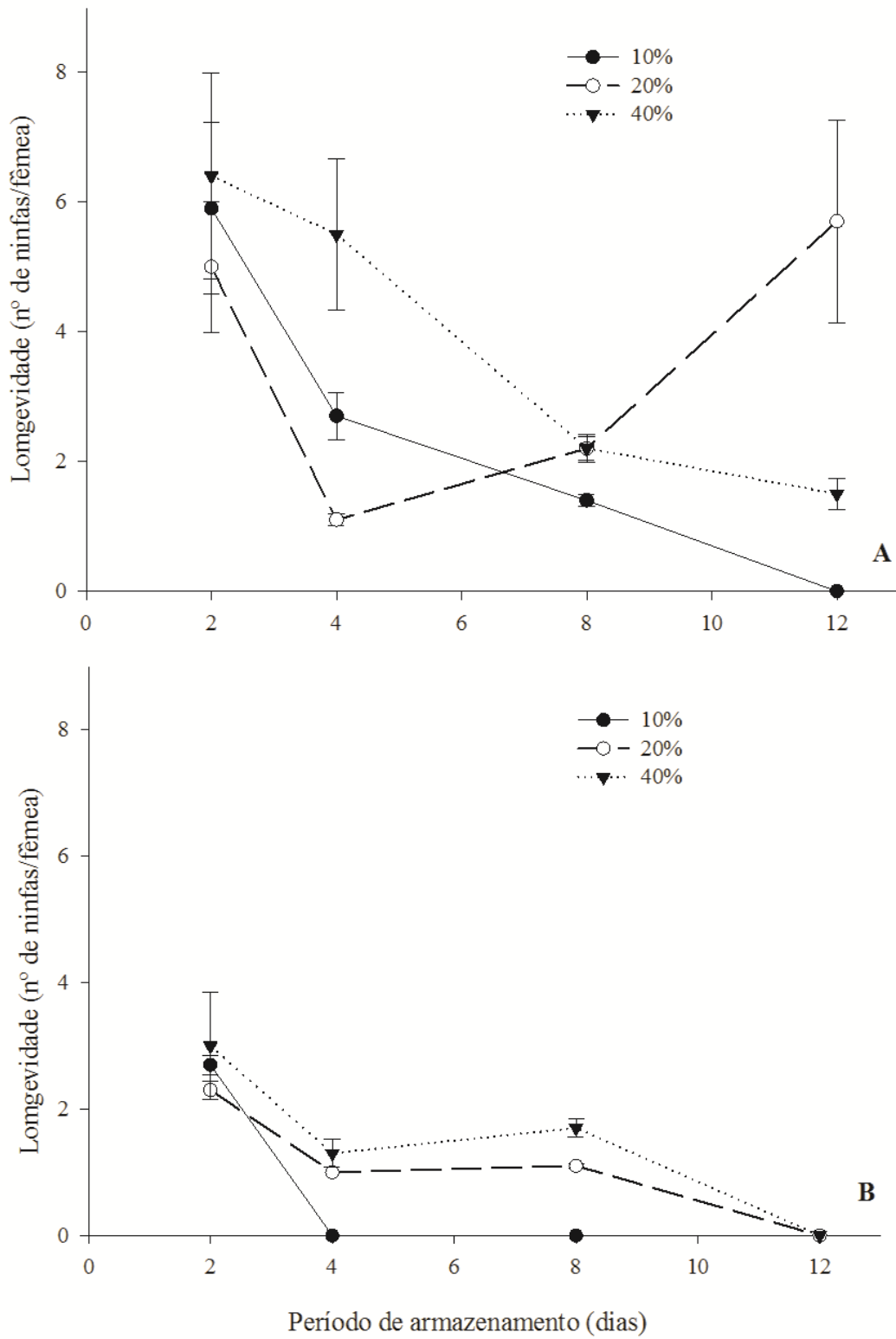
Quando a umidade relativa foi 20% e temperatura de 12°C a longevidade diminuiu com o período de armazenamento. Ao contrário, quando as fêmeas foram armazenadas a 8°C foi observado uma curva em forma de U (FIGURA 17 B). A 40%, a temperatura ($F_{1, 240} = 16,959$, $P < 0,001$) e o período de armazenamento ($F_{1, 240} = 8,959$, $P < 0,001$) afetou significativamente a longevidade das fêmeas de *E. varians*. Fêmeas armazenadas por dois e quatro dias apresentaram longevidades maiores ($5,9\pm 1,32$ e $5,5\pm 11,17$ dias, respectivamente) comparadas a aquelas oriundas de períodos mais longos (8 e 12 dias) (FIGURA 17 C). As longevidades foram menores quando as fêmeas foram armazenadas a 12°C em comparação as fêmeas armazenadas a 8°C.

Os resultados demonstram de que a umidade relativa pareceu suavizar os efeitos da temperatura mais baixa e período de armazenamento mais longo para *E. varians*. Nenhuma fêmea sobreviveu ao período de armazenamento de 12 dias a 12°C.

3.8.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na longevidade de *E. varians*

Houve interação entre o período de armazenamento e umidade relativa na longevidade das fêmeas quando foram submetidas a 8°C ($F_{6, 360} = 5,129$, $P < 0,001$) (FIGURA 18 A). Entretanto, a 12°C não houve interação ($F_{6, 360} = 2,271$, $P = 0,037$) (FIGURA 5 B). A 8°C, com umidade relativa de 10% e 40% a longevidade diminuiu progressivamente com o período de armazenamento (FIGURA 18 A). A 12°C, nenhuma fêmea sobreviveu ao período de armazenamento de 12 dias, independentemente da umidade relativa à que foi submetida. No entanto, com as umidades relativas de 20% e 40%, as fêmeas armazenadas por até oito dias apresentaram longevidades semelhantes. Nenhuma fêmea sobreviveu após dois dias de armazenamento, quando a umidade relativa foi mais baixa (10%). Assim, o aumento da umidade relativa pode amenizar os efeitos do período de armazenamento até oito dias (FIGURA 18 B). No geral a temperatura mais baixa (8°C) levou a uma, maior longevidade.

Figura 18 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na longevidade de fêmeas de *Engytatus varians*

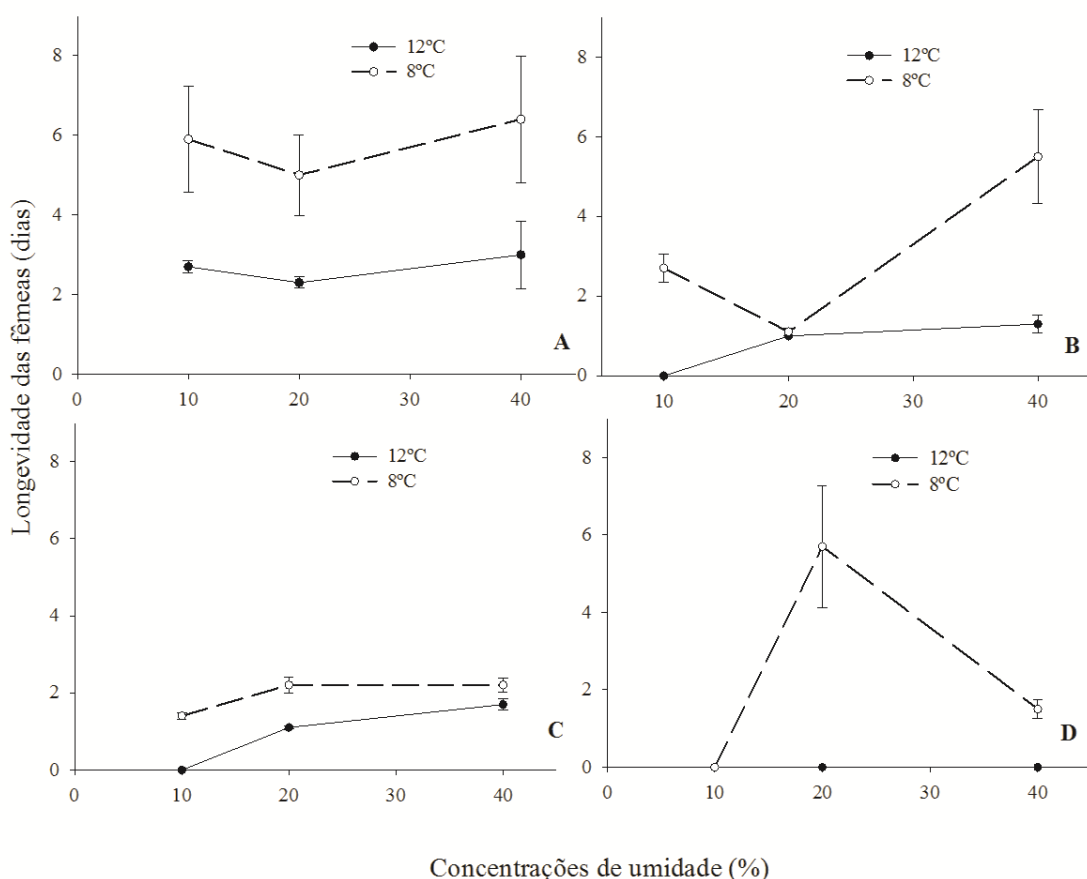


Fonte: Do autor (2017)

3.8.3 Influência das temperaturas e umidades relativas nos diferentes períodos de armazenamento na longevidade de *E. varians*

A temperatura e umidade relativa nos períodos de 2 ($F_{2, 180} = 0,122$, $P = 0,885$) (FIGURA 19 A), 4 ($F_{2, 180} = 8,215$, $P < 0,001$) (FIGURA 19 B), 8 ($F_{2, 180} = 5,455$, $P < 0,001$) (FIGURA 19 C) e 12 dias ($F_{2, 180} = 10,152$, $P < 0,001$) (figura 19 D) apresentaram efeitos significativos na longevidade das fêmeas de *E. varians*. Quando o período de armazenamento foi de dois dias, as fêmeas armazenadas a 8°C sempre apresentaram maior longevidade independentemente da umidade relativa.

Figura 19 — Interação das temperaturas e umidades relativas nos períodos de 2 (A), 4 (B), 8 (C) e 12 dias (D) de armazenamento na longevidade de fêmeas de *Engytatus varians*



Fonte: Do autor (2017)

Quando o período de armazenamento foi de quatro dias, a longevidade foi maior quando a umidade relativa também foi maior (40%) a 8°C (FIGURA 19 B). Quando o período

foi oito dias, a longevidade em média aumentou de acordo com o aumento da umidade relativa, independentemente da temperatura (FIGURA 19 C). A longevidade foi em média maior para fêmeas armazenadas a 8°C.

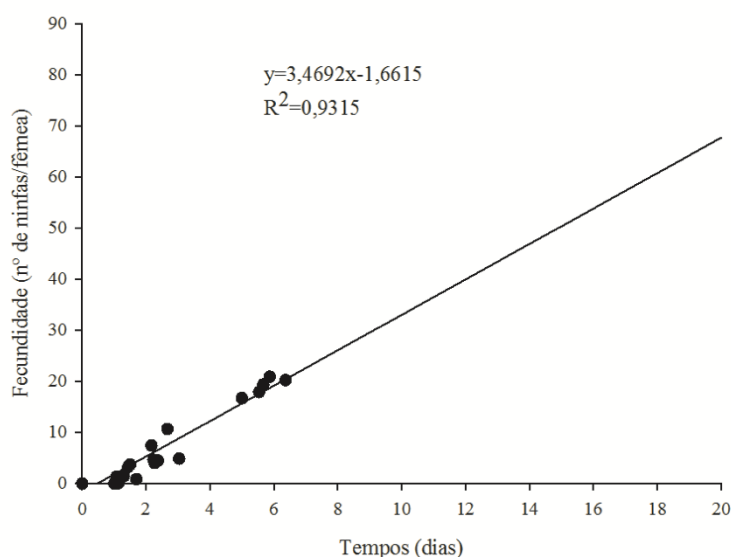
Quando período de armazenamento foi de 12 dias, a maior longevidade ($5,7 \pm 1,57$ dias) foi para as fêmeas submetidas 8°C e com umidade relativa de 20%. Em geral, as maiores longevidades foram encontradas na temperatura mais baixa (8°C). A umidade relativa intermediária (20%) parece ser a melhor, pois em muitos casos fêmeas de *E. varians* apresentaram maiores longevidades.

Foi observado para *E. varians* que as fêmeas podem ser armazenadas por um período de até oito dias na umidade relativa intermediária (20%), sem afetar sua sobrevivência ($81 \pm 2,92$), mantendo-as acima de 80% a 8°C. Porém, a fecundidade e longevidade foram gravemente afetadas comparadas a fecundidade ($57,9 \pm 9,64$ ninfas/fêmeas) e longevidade ($14 \pm 2,35$ dias) das fêmeas que não foram armazenadas (TABELA 2). O armazenamento desta espécie é inviável.

3.9 Relação linear entre a fecundidade e a longevidade de fêmeas de *E. varians*

Houve uma clara relação linear entre a fecundidade e a longevidade das fêmeas de *E. varians* ($R^2 = 0.8846$; $F_{1,23} = 299.150$; $P < 0.001$) (FIGURA 20).

Figura 20 — Relação linear entre a fecundidade e a longevidade de fêmeas de *Engytatus varians* após armazenamento.



Fonte: Do autor (2017)

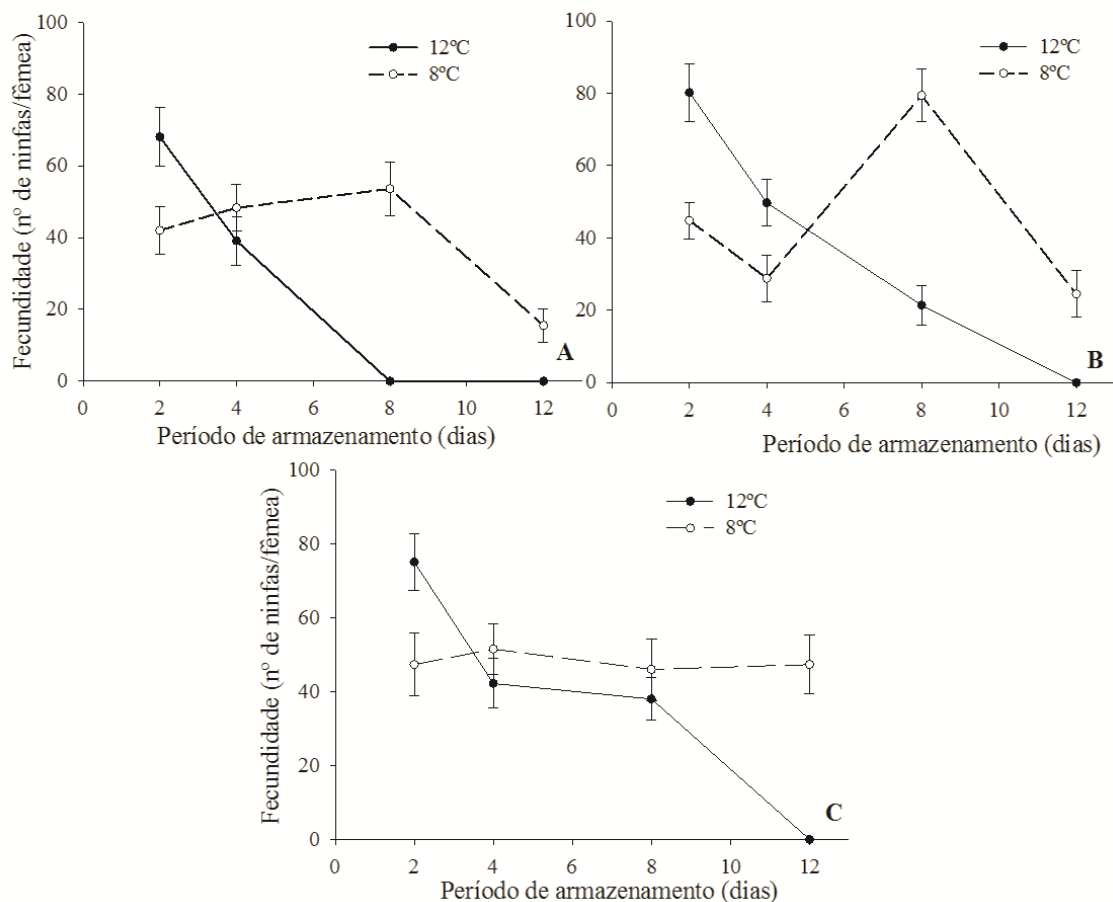
3.10 Efeito da temperatura, período de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de *M. basicornis*

Houve efeito significativo Three-way ANOVA entre a temperatura, período de armazenamento e umidade relativa ($F_{6,750} = 5.555$, $P < 0.001$) na fecundidade de *M. basicornis*.

3.10.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na fecundidade de *M. basicornis*

A temperatura e o período de armazenamento apresentaram efeitos significativos sobre a fecundidade das fêmeas submetidas a 10% ($F_{3,240} = 15.077$, $P < 0.001$) (FIGURA 21 A), 20% ($F_{3,240} = 24.692$, $P < 0.001$) (FIGURA 21 B) e 40% ($F_{3,240} = 9.717$, $P < 0.001$) de umidade relativa (FIGURA 21 C).

Figura 21 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na fecundidade de fêmeas de *Macrolophus basicornis*.



Fonte: Do autor (2017)

Geralmente a fecundidade das fêmeas submetidas a 8°C, nas diferentes umidades relativas, permaneceu constante independentemente do período de armazenamento; exceto para fêmeas que foram armazenadas por oito dias na umidade relativa de 20%, as quais apresentaram maior fecundidade ($79,4 \pm 7,26$ ninfas/fêmea) (FIGURA 21 A, B e C).

A fecundidade das fêmeas originárias de 12°C foi diminuindo ao longo dos períodos em foram armazenadas, independente da umidade relativa à que foram submetidas (FIGURA 21 A, B e C). Não foi avaliada a fecundidade de fêmeas submetidas aos períodos de armazenamento de 8 e 12 dias nas umidades relativas de 10%, e também no período de 12 dias de armazenamento com umidades relativas de 20 e 40%, uma vez que a sobrevivência nestas condições foi zero.

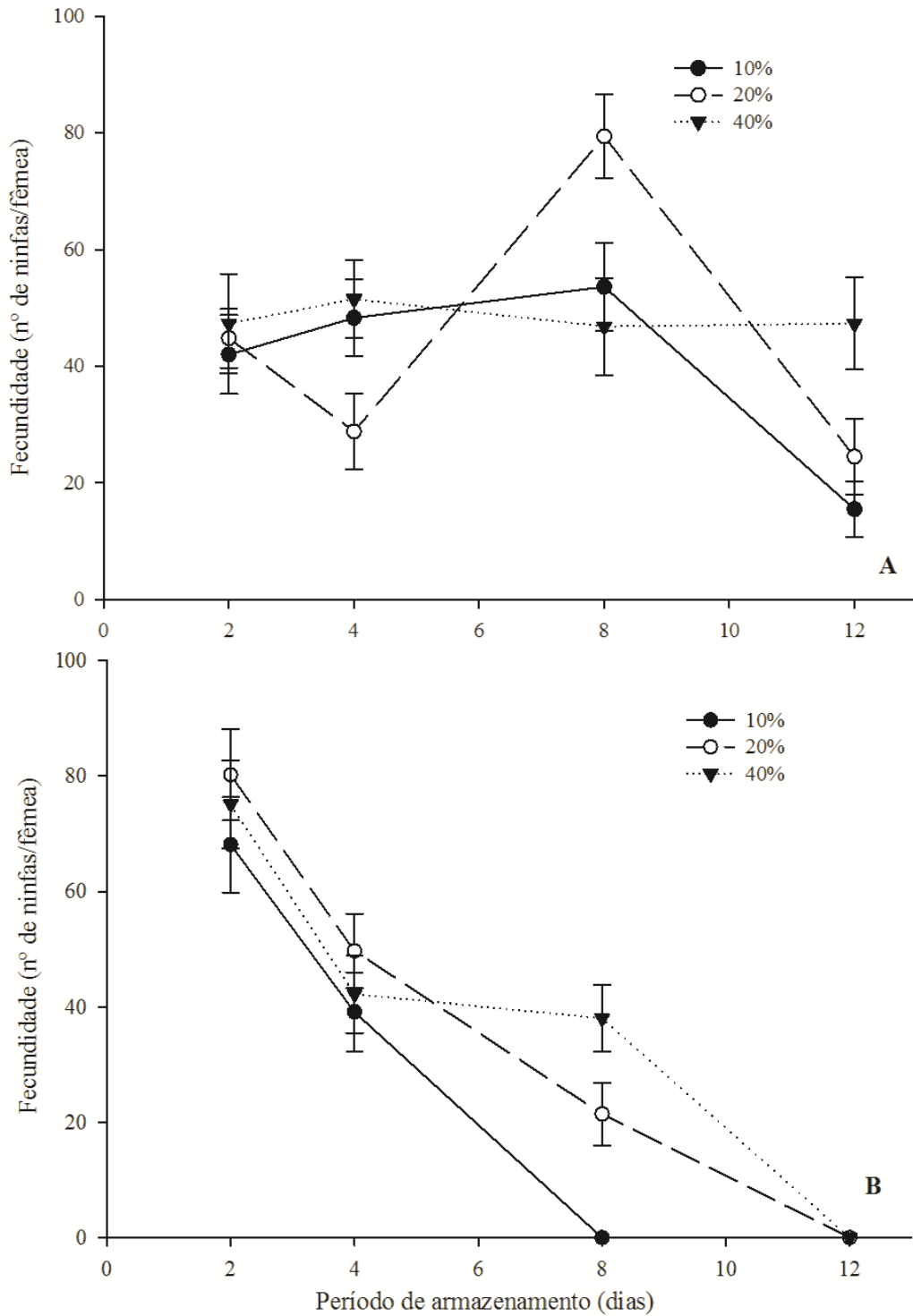
Os resultados demonstram de que a umidade relativa constante, o período armazenado teve maiores efeitos sobre fêmeas de *M. basicornis* armazenadas a 12°C. A fecundidade de fêmeas mantidas até o período de 12 dias a 8°C e umidade relativa (40%) permaneceu constante para esta espécie de mirídeo.

3.10.2 Influência da interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na fecundidade de *M. basicornis*

Houve interação entre o período de armazenamento e umidade relativa na fecundidade das fêmeas de *M. basicornis* oriundas da temperatura de 8°C ($F_{6, 360} = 4.657$, $P < 0.001$) (FIGURA 22 A). No entanto, a 12°C, não houve interação ($F_{6, 360} = 2.602$, $P = 0.018$) (FIGURA 22 B). Em média, a fecundidade das fêmeas oriundas da temperatura de 12°C diminuiu ao longo do período de armazenamento, independentemente da umidade relativa à que foram submetidas (Figuras 22 B).

A 8°C, a umidade relativa de 40% pareceu suavizar os efeitos do período armazenado, uma vez que fêmeas armazenadas por um período de 12 dias apresentaram fecundidade semelhante as que foram armazenadas pelo período mais curto (2 dias) (FIGURA 22 A). Assim, 8°C demonstrou ser uma melhor temperatura de armazenamento para *M. basicornis*, devido ao fato de que a fecundidade das fêmeas permaneceu constante por longo período de tempo. Essa temperatura demonstrou reduzir o efeito do período de armazenamento nas diferentes umidades relativas, ainda que 40% demonstrou ser a mais adequada.

Figura 22 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na fecundidade de fêmeas de *Macrolophus basicornis*

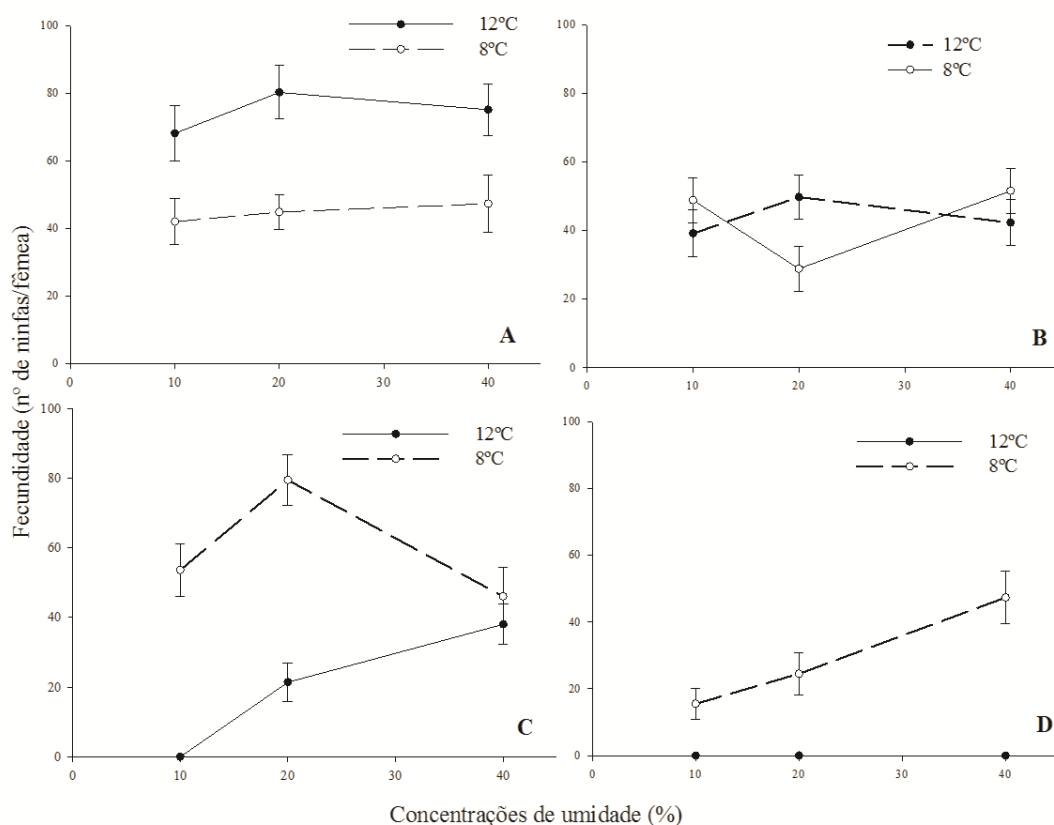


Fonte: Do autor (2017)

3.10.3 Influência das temperaturas e umidades relativas em diferentes períodos de armazenamento na fecundidade de *M. basicornis*

Não houve interação entre temperatura e umidade relativa na fecundidade das fêmeas armazenadas por dois dias ($F_{2, 180} = 0.223$, $P = 0.800$). Não houve efeito da umidade relativa ($F_{2, 180} = 0.508$, $P = 0.603$), mas efeito da temperatura de armazenamento ($F_{1, 180} = 24.249$, $P < 0.001$) para *M. basicornis*. A fecundidade foi sempre maior quando as fêmeas foram armazenadas a 12°C; e a fecundidade permaneceu constante entre as diferentes umidades relativas à que foram submetidas (FIGURA 23 A).

Figura 23 — Interação das temperaturas e umidades relativas nos períodos de 2 (A), 4 (B), 8 (C) e 12 dias (D) de armazenamento na fecundidade de fêmeas de *Macrolophus basicornis*



Fonte: Do autor (2017)

Houve interação entre temperatura e umidade relativa na fecundidade de fêmeas armazenadas pelo período de quatro dias ($F_{2, 180} = 24.249$, $P < 0.001$). A 12°C a umidade relativa de 20% proporcionou maior fecundidade ($49,7 \pm 6,46$ ninfas/fêmea), enquanto que a

8°C as maiores fecundidades ($48,3 \pm 6,54$ e $51,5 \pm 6,71$ ninfas/fêmeas) foram com umidades relativas de 10 e 40%, respectivamente (FIGURA 23 B).

Os períodos de oito ($F_{2, 180} = 9.454$, $P < 0.001$) e 12 dias ($F_{2, 180} = 6.422$, $P < 0.001$), mostraram diferenças significativas (Figura 23 C e D). Fêmeas oriundas do período de oito dias a 8°C e umidade relativa de 20% apresentaram maior fecundidade ($79,4 \pm 7,26$ ninfas/fêmea) quando comparadas a fêmeas oriundas de 12°C quando foram submetidas com a mesma umidade relativa. No entanto quando a umidade relativa foi de 40%, as duas temperaturas levaram as fêmeas a apresentarem fecundidades semelhantes (FIGURA 23 C e D). Fêmeas submetidas por 12 dias a 12°C, não sobreviveram. Já a fecundidade das fêmeas submetidas a 8°C e 12 dias, foi maior conforme a umidade relativa foi aumentando (FIGURA 23 C e D).

A temperatura de 8°C e umidade relativa de 40% demonstram ser a melhor combinação para o armazenamento das fêmeas de *M. basicornis*, com intuito de obter maior fecundidade após armazenamento. No entanto, considerando o efeito nas diferentes umidades relativas, temperaturas e períodos de armazenamento, foi constatado que o período de oito dias a 8°C fecundidade e com umidade relativa de 20% a fecundidade ($79,4 \pm 7,26$ ninfas/fêmea) foi semelhante àquelas encontradas no período de dois dias de armazenamento na temperatura mais alta 12°C. Deste modo, fêmeas de *M. basicornis*, podem ser armazenadas nas combinações de umidade relativa 20% e a temperatura de 8°C por até oito dias.

3.11 Influência da temperatura, período de armazenamento e diferentes umidades relativas na longevidade de *M. basicornis*

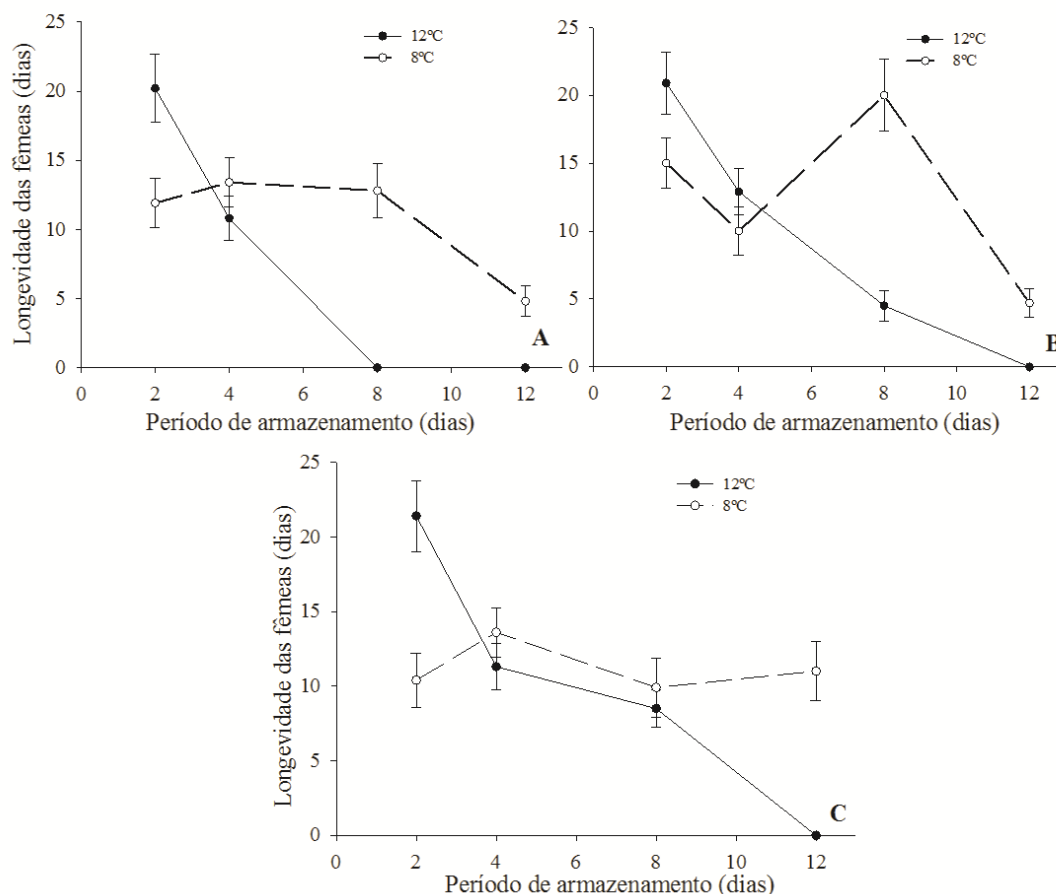
A Three-way ANOVA revelou interação significativa entre a temperatura, período de armazenamento e umidade relativa ($F_{6,750} = 4.691$; $P < 0.001$) na longevidade das fêmeas de *M. basicornis*.

3.11.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na longevidade de *M. basicornis*

Houve interação entre a temperatura e o período de armazenamento na longevidade das fêmeas de *M. basicornis* a 10% ($F_{3, 240} = 14.710$, $P < 0.001$) (FIGURA 24 A), 20% ($F_{3, 240} = 14.962$, $P < 0.001$) (FIGURA 24 B) e 40% ($F_{3, 240} = 13.832$, $P < 0.001$) de umidade relativa (Figura 24 C). Quando as fêmeas foram submetidas a 8°C com umidade relativa (10%), a

longevidade permaneceu constante até o período de oito dias de armazenamento, e diminuindo após esse período.

Figura 24 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na longevidade de fêmeas de *Macrolophus basicornis*



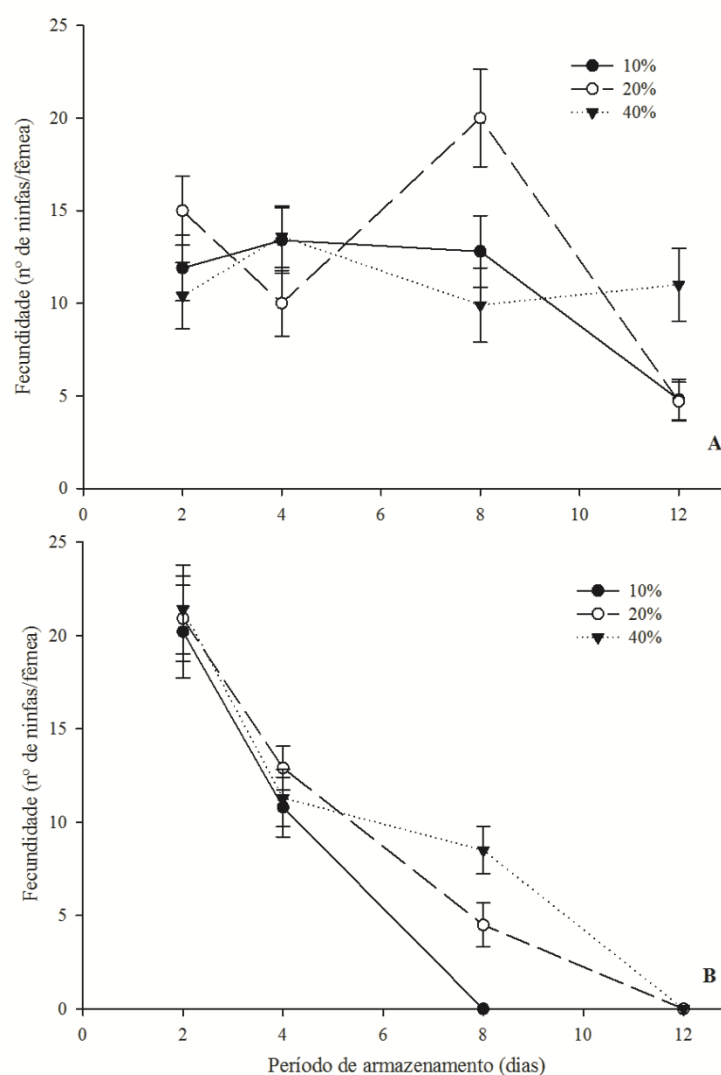
Fonte: Do autor (2017)

Quando a umidade relativa foi 20% a maior longevidade ($20 \pm 2,64$ dias) encontrada foi no período de oito dias, enquanto na umidade relativa de 40%, a longevidade foi constante até aos 12 dias de armazenamento (FIGURA 24 A, B e C). Quando a temperatura foi 12°C, a longevidade diminuiu progressivamente com o período de armazenamento, independente da umidade relativa. Contudo, a umidade relativa de 40% demonstra ser a melhor opção, pois evita o decréscimo da longevidade (FIGURA 24 A, B e C) de *M. basicornis*.

3.11.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas em duas temperaturas na longevidade de *M. basicornis*

Houve interação entre o período de armazenamento e umidade relativa na longevidade das fêmeas quando foram submetidas a 8°C ($F_{6, 360} = 4.623$, $P < 0.001$) (FIGURA 25 A) já, a 12°C não houve interação ($F_{6, 360} = 1.806$, $P = 0.097$) (FIGURA 25 B). A longevidade das fêmeas submetidas a 12°C diminuiu gradualmente com o período de armazenamento independentemente de umidade relativa (FIGURA 25 B).

Figura 25 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na longevidade de fêmeas de *Macrolophus basicornis*



Fonte: Do autor (2017)

No entanto, quando a temperatura de armazenamento foi 8°C e com umidade relativa de 10% a longevidade permaneceu constante para as fêmeas que foram armazenadas por até oito dias, diminuindo após esse período (FIGURA 25 A). A umidade relativa de 20% apresentou maior longevidade quando as fêmeas foram oriundas do período de armazenamento de oito dias. A longevidade permaneceu constante para as fêmeas que foram armazenadas por 12 dias quando a umidade relativa foi de 40% (FIGURA 25 A e B).

Novamente, 8°C e umidade relativa de 40% demonstra suavizar a maioria dos efeitos do período armazenado nesta espécie de mirídeo. A 12°C, a longevidade diminuiu progressivamente com o tempo armazenado e a maior umidade relativa não tem efeitos sobre a longevidade de *M. basicornis*.

3.11.3 Influência das temperaturas e umidades relativas nos diferentes períodos de armazenamento na longevidade de *M. basicornis*

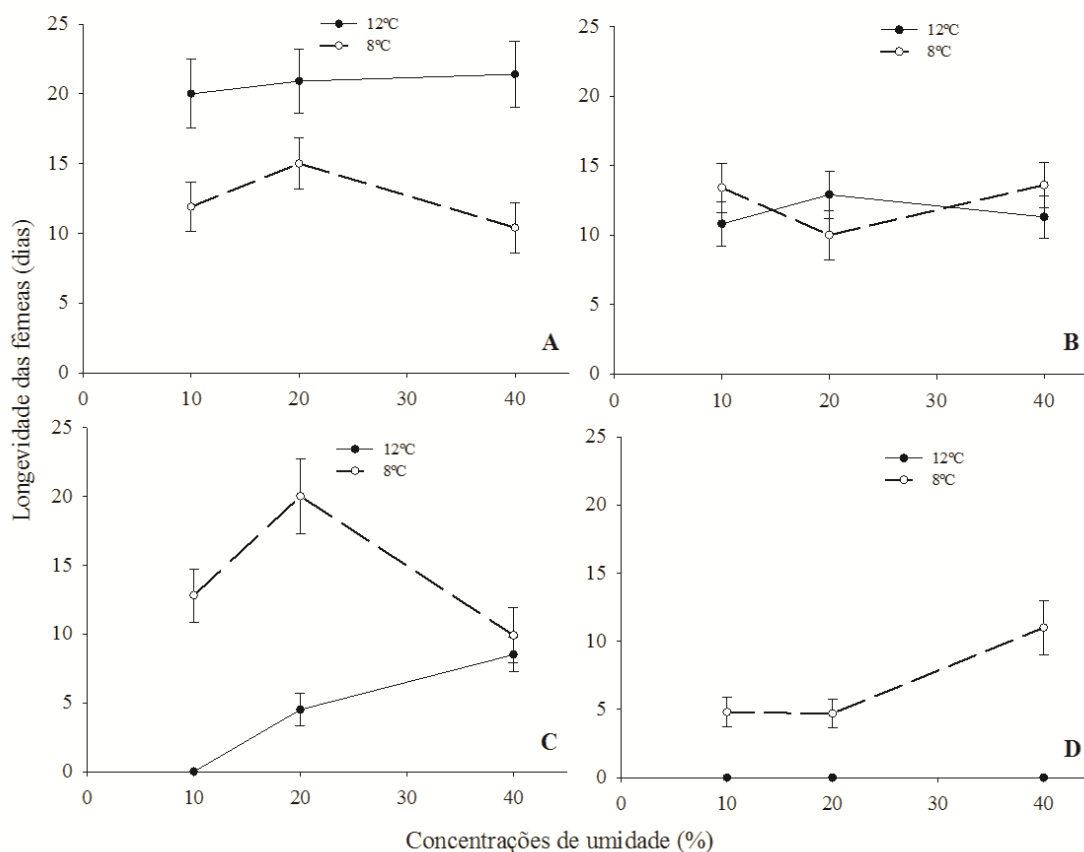
Não houve diferença entre temperatura e umidade relativa na longevidade das fêmeas submetidas a dois dias de armazenamento ($F_{2, 180} = 0.695$, $P = 0.501$) (FIGURA 26 A). Neste mesmo período, as diferentes umidades relativas não influenciaram significativamente ($F_{1, 180} = 0.544$, $P = 0.581$), pois as longevidades foram similares. Já as temperaturas de armazenamento tiveram efeito significativo ($F_{1, 180} = 23.303$, $P < 0.001$), sendo que as maiores longevidades ($22,3 \pm 2,28$, $20,9 \pm 2,28$ e $21,4 \pm 2,37$ dias) foram para aquelas armazenadas a 12°C. A longevidade de fêmeas submetidas por quatro dias também não apresentou diferenças ($F_{2, 180} = 1.715$, $P = 0.183$), os valores foram semelhantes, independentemente da umidade relativa e temperatura de armazenamento (FIGURA 26 B).

Houve efeito significativo entre temperatura e umidade relativa nos períodos de oito ($F_{2, 180} = 9.337$, $P < 0.001$) (FIGURA 26 C) e 12 dias ($F_{2, 180} = 6.218$, $P < 0.001$) (FIGURA 26 D). Fêmeas armazenadas a 8°C sobreviveram por mais tempo quando foram submetidas a oito dias com umidade relativa de 20%, comparadas com aquela submetidas a 12°C (Figura 26 C). Com 12 dias de armazenamento a 12°C, a longevidade das fêmeas não foi avaliada, pois não houve indivíduos sobreviventes pós-armazenamento; enquanto a 8°C a longevidade foi aumentando de acordo com o aumento da umidade relativa (FIGURA 26 D).

Em geral, 8°C e umidades relativas de 20 e 40% demonstraram ser as melhores condições de armazenamento para fêmeas de *M. basicornis*, permitindo maior longevidade pós-armazenamento. Também se pode considerar um armazenamento até um período de 12

dias. No entanto, a maior longevidade ($21,4 \pm 2,37$ dias) foi encontrada no período de dois dias a 12°C com umidade relativa de 40%.

Figura 26 — Interação das temperaturas e umidades relativas nos períodos de 2 (A), 4 (B), 8 (C) e 12 dias (D) de armazenamento na longevidade de fêmeas de *Macrolophus basicornis*



Fonte: Do autor (2017)

Foi observado para *M. basicornis* que as fêmeas podem ser armazenadas por um período de até oito dias com umidade relativa de 40% sem afetar sua sobrevivência ($80 \pm 1,80\%$) pós-armazenamento e assim mantendo uma sobrevivência acima de 80% a 8°C . Entretanto, no período de oito dias com 40% de umidade relativa, a fêmea apresentou baixa fecundidade ($46 \pm 8,37$ ninfas/fêmea) e longevidade ($9,9 \pm 2,00$ dias) comparada a aquelas submetidas ao período de dois dias. Esse valor também foi menor comparada à fecundidade ($88,0 \pm 4,96$ ninfas/fêmea) e longevidade ($22,3 \pm 1,52$ dias) das fêmeas que não foram armazenadas no presente estudo (TABELA 4). Assim, levando-se em consideração a sobrevivência e a fecundidade e longevidade das fêmeas de *M. basicornis*, pós-

armazenamento é sugerido de que a combinação mais adequada para o armazenamento de fêmeas de *M. basicornis* é o período de dois dias nas umidades relativas mais altas (20 e 40%) 12°C.

Tabela 4 — Média (\pm EP) do percentual de sobrevivência pós-armazenamento; fecundidade e longevidade pós-armazenamento de fêmeas de *Macrolophus basicornis*, combinados em três umidades relativas, duas temperaturas e quatro períodos de armazenamento. O armazenamento foi mantido em escotofase contínua, UR $70 \pm 10\%$. n =250 fêmeas para cada combinação. Fecundidade e longevidades foram avaliadas a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, n = 30 fêmeas para cada combinação.

T ($^\circ\text{C}$)	Período de armazenamento (Dias)	Umidade relativa (%)	Sobrevivência (%)	Fecundidade (ninfas/fêmea)	Longevidade (Dias)
Controle	-	-	-	88,0 \pm 4,96	22,3 \pm 1,52
		10	96 \pm 1,02	42 \pm 6,75	11,9 \pm 1,77
		20	94 \pm 1,46	44,8 \pm 5,08	15 \pm 1,85
8	2	40	97 \pm 1,04	47,3 \pm 8,51	10,4 \pm 1,80
		10	64 \pm 2,01	48,3 \pm 6,54	13,4 \pm 1,77
		20	72 \pm 2,20	28,8 \pm 6,54	10 \pm 1,77
	4	40	81 \pm 2,46	51,5 \pm 6,71	13,6 \pm 1,66
		10	59 \pm 2,05	53,6 \pm 7,54	12,8 \pm 1,93
		20	71 \pm 1,81	79,4 \pm 7,26	20 \pm 2,64
12	8	40	80 \pm 1,80	46 \pm 8,37	9,9 \pm 2,00
		10	45 \pm 5,85	15,5 \pm 4,69	4,8 \pm 1,10
		20	64 \pm 2,79	24,5 \pm 6,41	4,7 \pm 1,05
	12	40	63 \pm 1,34	47,3 \pm 7,91	11 \pm 1,97
		10	93 \pm 1,82	68,1 \pm 8,25	20 \pm 2,48
		20	90 \pm 0,58	80,2 \pm 7,90	20,9 \pm 2,28
12	2	40	97 \pm 0,80	75,1 \pm 7,67	21,4 \pm 2,37
		10	95 \pm 0,81	39,1 \pm 6,85	10,8 \pm 1,60
		20	91 \pm 2,12	49,7 \pm 6,46	12,9 \pm 1,72
	4	40	92 \pm 1,15	42,2 \pm 6,72	11,3 \pm 1,53
		10	0	0	0
		20	16 \pm 1,58	21,4 \pm 5,50	4,5 \pm 1,18
8	40	46 \pm 8,34	38 \pm 5,75	8,5 \pm 1,27	
	10	0	0	0	
	20	0	0	0	
12	12	20	0	0	0
		40	0	0	0

Cores: Amarelo = Controle (fêmeas não armazenadas)

Verde= 80-100% do valor do controle

Rosa= 50-79% do valor do controle

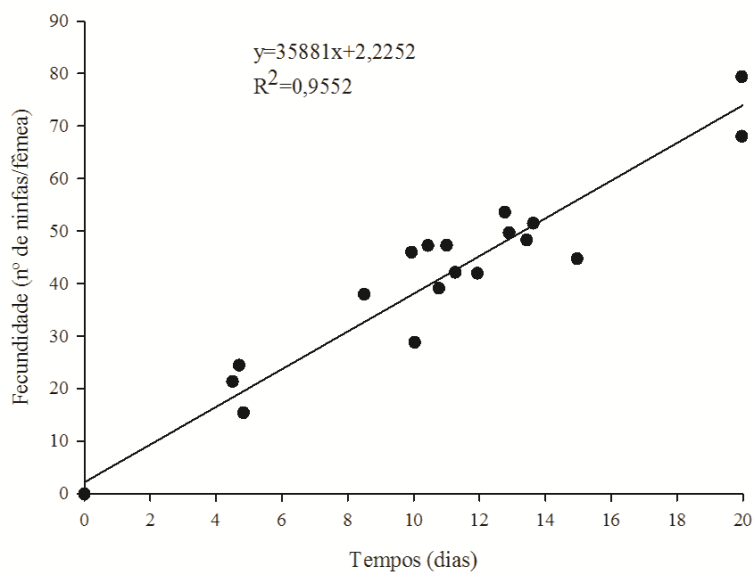
Vermelho= 0-49% do valor do controle

Fonte: Do autor (2017)

3.12 Relação linear entre a fecundidade e a longevidade de fêmeas de *M. basicornis*

Houve uma relação linear entre a fecundidade e a longevidade das fêmeas de *M. basicornis* ($R^2 = 0.955$; $F_{1,23} = 468.807$; $P < 0.001$) (FIGURA 27).

Figura 27 — Relação linear entre a fecundidade e a longevidade de fêmeas de *Macrolophus basicornis* após armazenamento



Fonte: Do autor (2017)

4 DISCUSSÃO

A possibilidade de armazenar insetos entomófagos sem causar danos à sua qualidade é um fator importante no sucesso do uso do controle biológico aumentativo, pois proporciona maior flexibilidade na criação massal e transporte (BOLCKMANS; BELDA, 2008; COUDRON et al. 2009; LENTEREN, 2003). Armazenamento em baixas temperaturas é valioso na produção massal de insetos; pode ajudar a acumular um número suficiente de insetos para liberações inundativas, e assim diminuindo os custos de manutenção de uma colônia entre liberações fora da estação de demandas (COUDRON; ELLERSIECK; SHELBY, 2007). No entanto, a intensidade dos efeitos prejudiciais provocados pelas baixas temperaturas durante o armazenamento é proporcional aos tempos de exposição a que os insetos são submetidos (LEOPOLD, 1998). Isto foi verificado no presente estudo, onde houve redução na sobrevivência das fêmeas dos predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, na medida em que se aumentou o período de armazenamento. Observou-se também que a umidade relativa dentro dos recipientes utilizados para o armazenamento teve influência na sobrevivência das fêmeas dessas espécies. Na temperatura mais baixa (8°C) o aumento da umidade relativa suavizou o efeito dos períodos de armazenamento, evitando um ressecamento no interior dos frascos e como consequência favorecendo a sobrevivência das fêmeas dos mirídeos armazenados.

Na menor umidade relativa à sobrevivência foi mais afetada, ou seja, as fêmeas viveram por menos tempo, principalmente quando exposta a maior temperatura (12°C). Uma possível explicação a essa menor sobrevivência na menor umidade relativa se deve ao fato de que, a exposição e dormência de insetos em ambientes muito secos podem ser particularmente muito estressante aos mesmos, devido a sua elevada relação superfície/volume e sua incapacidade de substituir a água perdida, a menos que esses insetos possuam mecanismos de conservação de água (DELINGER, 1986).

Neste estudo também foram encontradas diferenças na sobrevivência entre as diferentes umidades relativas nos períodos de armazenamento mais longo. Níveis altos de umidade relativa durante o período de armazenamento aumentou o tempo de sobrevivência do ácaro predador *N. californicus* (GHAZY et al. 2012a). Para predadores heterópteros, Meiraker (1999) relata que alguma fonte de umidade relativa é provavelmente essencial para a sobrevivência das ninfas, mas o autor relata também de que nenhum estudo foi realizado para comparar o efeito da ausência e presença de uma fonte de umidade relativa. Neste estudo vale ressaltar que a umidade relativa não teve efeito significativo sobre a sobrevivência dos

predadores quando o período de armazenamento foi mais curto (2 dias), demonstrando que a umidade relativa apresenta efeito significativo somente nos períodos mais longos de armazenamento.

Também a temperatura de armazenamento foi importante nos efeitos verificados nos parâmetros biológicos. Neste estudo a temperatura teve efeito significativo na sobrevivência das fêmeas dos predadores. Este efeito foi mais visível e relevante para a espécie *E. varians*, pois nenhuma fêmea sobreviveu além do período de dois dias de armazenamento quando a temperatura foi 12°C e na umidade relativa mais baixa (10%). Já para as espécies *C. infumatus* e *M. basicornis*, esse efeito foi mais visível quando foram mantidas a 12°C no período de armazenamento de 12 dias, quando nenhuma fêmea sobreviveu independentemente da umidade relativa. Também nenhuma fêmea de *E. varians* sobreviveu ao período de 12 dias, independentemente da umidade relativa a que foi submetido. No entanto, nesse mesmo período (12 dias), mas quando a temperatura foi mais baixa (8°C), fêmeas das três espécies de mirídeos sobreviveram, principalmente quando a umidade relativa foi maior (20 e 40%).

Diferenças entre 8°C e 12°C de armazenamento sugerem que a 12°C há uma maior atividade metabólica por parte dos insetos e/ou o material usado para suporte (vermiculita) perde água mais rapidamente, o que de alguma forma pode ter afetado a sobrevivência das fêmeas dessas três espécies de predadores. Segundo Sinclair et al. (2003), insetos adultos mantidos em temperaturas mais baixas (8°C), têm sua atividade metabólica desacelerada em resposta as condições adversas do ambiente, fazendo com que entrem em estado de dormência, ou seja, em quiescência (LEOPOLD, 1998).

No presente estudo foram consideradas altas sobrevivências das fêmeas pós-armazenamento, as combinações que proporcionaram sobrevivência acima de 80% para as três espécies de predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*. De acordo com Bolckmans (2003) dependendo do agente de controle biológico e duração do transporte e entrega, os inimigos naturais são enviados com quantidade de 5 a 20% mais indivíduos do que o indicado no rótulo do recipiente justamente para compensar a mortalidade que pode ocorrer durante envio.

Para as espécies *E. varians* e *M. basicornis* combinações de umidades relativas mais alta e temperatura baixa proporcionaram sobrevivência acima de 80% das fêmeas quando mantidas por um período de até oito dias de armazenamento, em comparação a baixa umidade relativa e a temperatura mais alta (12°C). No entanto, essa resistência ao frio é um dos principais mecanismos que possibilitam a sobrevivência de insetos, quando expostos às baixas

temperaturas (LANGER; HANCE, 2000). A utilização das fontes de reserva energéticas (gorduras) pelos insetos em estágio dormente é de fundamental importância neste processo, uma vez que está diretamente relacionada com a manutenção do metabolismo (DENLINGER; LEE, 1998; SINCLAIR et al., 2003). Fêmeas de *E. varians* e *M. basicornis* apresentaram alta sobrevivência quando submetidas por até oito dias de armazenamento, e como consequência, foi constatado uma redução na fecundidade e longevidade dessas fêmeas. Uma explicação a isso se deve ao fato de que as fêmeas dos predadores expostas ao ambiente mais frio e por período longo aumentam o consumo de suas reservas, ou seja, a utilização de sua massa gordurosa, e conseqüentemente afetando a sua fecundidade e longevidade pós-armazenamento (COLINET; BOIVIN, 2011). Segundo Hahn e Denlinger (2007), o consumo de reservas gordurosas contribui para a redução na fitness dos insetos depois de passarem por um estágio dormente, seja em diapausa ou quiescência. Colinet; Hance e Vernon (2006) e Colinet; Vernon e Hance (2007) também relataram aumento na perda de massa por insetos em função do aumento no período de armazenamento em baixas temperaturas.

Examinar a fecundidade e longevidade após o armazenamento dos insetos é uma forma de avaliar a fitness dos mesmos (LEOPOLD, 1998), além de ser o método mais comumente utilizado nos testes de controle de qualidade para agentes entomófagos produzidos massalmente (LENTEREN, 2009). Nesse estudo, as combinações entre o período de armazenamento, temperatura e umidades relativas no geral afetaram significativamente a fecundidade e a longevidades das fêmeas dos predadores. A maioria das fêmeas de *E. varians* morreram algumas horas após a sua retirada do armazenamento e de sua transferência para a temperatura de 24°C. Já aquelas fêmeas que sobreviveram apresentaram baixas fecundidade e longevidade em relação às fêmeas que não foram armazenadas. *Engytatus varians* não apresentou fitness após armazenamento em nenhuma das combinações a que foram submetidas. Já as espécies *C. infumatus* e *M. basicornis*, demonstraram serem mais tolerantes ao armazenamento, embora para período curtos, e neste caso, apresentando fecundidades e longevidades semelhantes às fêmeas que não foram armazenadas.

No entanto, para as três espécies de mirídeos, apesar da temperatura mais baixa proporcionar de forma geral maior fecundidade as fêmeas pós-armazenamento comparada a aquelas expostas a temperatura mais alta, foi observado após o quarto dia de armazenamento, de que a fecundidade das fêmeas de todas as espécies foi diminuindo à medida que o período de armazenamento foi aumentando independentemente da temperatura. Esse fato foi observado por Bueno et al. (2014), para o antocorídeo *Orius insidiosus* (Say). Denlinger e Lee (1998) relataram que o sistema reprodutivo dos insetos pode sofrer danos em baixa

temperatura, o que poderia levar a uma menor fecundidade e assim reduzindo a longevidade das fêmeas. Leopold (1998) sugeriu que a exposição prolongada a baixas temperaturas induz estresse oxidativo nas células.

Considerando o protocolo de controle de qualidade da (IOBC), a espécie de mirídeo predador *M. pygmaeus* deve produzir no mínimo 2,3 ovos/fêmea/dias, ou seja, (7 ovos/fêmea/72h) (LENTEREN, 2009; LENTEREN et al., 2003). No presente estudo foi encontrada fecundidade total de $66,6 \pm 9,77$, $20,9 \pm 5,83$ e $80,2 \pm 7,90$ ninfas/fêmea para *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* por um período de 20 dias, o que corresponde a uma média de 2,6; 1 e 4 ninfas/fêmea/dia, respectivamente. Assim, a fecundidade pós-armazenamento encontrada para as espécies *C. infumatus* e *M. basicornis* estão de acordo com o padrão de qualidade estabelecido pela IOBC. Já *E. varians* apresentou fecundidade abaixo desse padrão mencionado para a espécie *M. pygmaeus*. Os valores de longevidade encontrada nesse estudo para *C. infumatus* ($15,6 \pm 2,85$ dias), *E. varians* ($14 \pm 2,35$ dias) e *M. basicornis* ($22,3 \pm 1,52$ dias), foram menores que aqueles mencionados por Silva et al. (2016) para as mesmas espécies de predadores mantidos a 24°C, e sem serem armazenadas. Também importante salientar de que houve neste estudo, uma clara relação linear entre a fecundidade e a longevidade das fêmeas das três espécies de mirídeos. Uma sugestão é de que para estas três espécies, a fecundidade pode ser estimada através da determinação da longevidade, o que pode ser um processo mais prático e fácil de avaliação.

Os resultados mostram de que considerando a sobrevivência pós-armazenamento, fecundidade e longevidade, a espécie *E. varians* não pode ser armazenada, uma vez que a fitness dessa espécie pós-armazenamento foi prejudicada e sofreu efeitos bastante negativos nos parâmetros biológicos avaliados. Para a espécie *C. infumatus*, foi verificado que a combinação ótima para seu armazenamento é o período de dois dias na umidade relativa de 40% e a 12°C. Já para a espécie *M. basicornis*, a combinação mais favorável para seu o armazenamento é o período de dois dias nas umidades relativas mais altas (20 e 40%) a 12°C, proporcionando altas fecundidade e longevidade. Dessa forma, curtos períodos de armazenamento das espécies *C. infumatus* e *M. basicornis* podem ser utilizados para facilitar tanto a sua criação massal quanto a utilização em programas de controle biológico aumentativo.

5 CONCLUSÕES

As combinações de umidades relativas, períodos de armazenamento e temperaturas usadas nos testes influenciam a sobrevivência, fecundidade e longevidade pós-armazenamento dos mirídeos predadores.

A espécie *C. infumatus* permite armazenamento até o período de quatro dias nas umidades relativas mais altas e a 12°C; e até dois dias independentemente da umidade relativa e a 8°C, sem afetar sua sobrevivência.

Fêmeas de *M. basicornis* permitem ser armazenadas até oito dias na umidade relativa mais alta a 8°C, sem afetar sua sobrevivência pós-armazenamento.

E. varians não sobreviveu além de dois dias de armazenamento quando a temperatura foi 12°C com umidade relativa mais baixa (10%).

Independentemente da umidade relativa, nenhuma das três espécies sobrevive ao período de armazenamento de 12 dias a 12°C.

Fêmeas de *C. infumatus* apresentam maior fecundidade e longevidade quando submetidas ao período de armazenamento de dois dias a 12°C com umidade relativa de 40%.

A espécie *E. varians* apresenta baixa fecundidade e longevidade pós-armazenamento.

M. basicornis apresenta maior longevidade e fecundidade quando o período de armazenamento é dois dias a 12°C com as umidades relativas mais altas (20 e 40%).

A espécie *M. basicornis* apresenta maior fecundidade e longevidade pós-armazenamento em comparação a *C. infumatus* e *E. varians*.

REFERÊNCIAS

- AGUSTÍ, N.; GABARRA, R. Development of a mass rearing protocol of the polyphagous predator *Dicyphus tamaninii* Wagner (Hemiptera: Miridae). **Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas**, Madrid, v. 35, n. 2, p. 205-218, 2009.
- BIONDI, A. et al. Can alternative host plant and prey affect phytophagy and biological control by the zoophytophagous mirid *Nesidiocoris tenuis*? **Bio Control**, Dordrecht, v. 61, n. 1, p. 79-90, Feb. 2016.
- BOLCKMANS K. J. F. State of affair and future directions of product quality assurance in Europe In: LENTEREN, J. C. van. (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CABI Publishing. 2003. p. 215-224. 327p.
- BOLCKMANS K. J. F., BELDA J. E. Producción de enemigos naturales, pp. 477-484. In: JACAS J. A.; URBANEJA A., (Ed.). **Control biológico de plagas agrícolas**. Phytoma, Valencia, Spain. 2008.
- BONTE, J. et al. Moisture source and diet affect development and reproduction of *Orius thripoborus* and *Orius naivashae*, two predatory anthocorids from southern Africa. **Journal of Insect Science**, Oxford, v.12, n. 1, p. 1-16, Jan. 2012.
- BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; VAN LENTEREN, J. C. Performance of *Orius insidiosus* after storage, exposure to dispersal material, handling and shipment processes. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 67, n. 2, p. 175-183, Dec. 2014.
- BUENO, V. H. P. et al. New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian Hemipteran predatory bugs. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 137, n. 1/2, p. 29-34, Feb. 2013.
- CALIXTO, A. M. P. **Population growth, prey preference and pest control potential of three predatory bugs species (Hem.: Miridae), natural enemies of *T. absoluta* (Lep.: Gelechiidae)**. 2015. 144 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- CALLEBAUT, B. et al. A fecundity test for assessing the quality of *Macrolophus caliginosus* reared on artificial diets. **Parasitica**, Bruxelles, v. 60, n. 1/2, p. 9-14, Dec. 2004.
- CALVO, J. F. et al. Preplant release of *Nesidiocoris tenuis* and supplementary tactics for control of *Tuta absoluta* and *Bemisa tabaci* in greenhouse tomato. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.143, n. 2, p.111-119, May. 2012.
- CHEN, W.; LEOPOLD, R. A.; BOETEL, M. Cold storage of adult *Gonatocerus ashmeadi* (Hymenoptera: Mymaridae) and effects on maternal and progeny fitness. **Journal of Economic Entomology**, Coolege Park, v. 101, n. 6, p. 1760- 1770, 2008.
- COLINET, H.; BOIVIN, G. Insect parasitoids cold storage: A comprehensive review of factors of variability and consequences. **Biological Control**, Orlando, v. 58, n. 2, p. 83-95, Aug. 2011.

COLINET, H.; HANCE, T.; VERNON, P. Water relations, fat reserves, survival, and longevity of a cold-exposed parasitic wasp *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiinae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 35, n. 2, p. 228-236, 2006.

COLINET, H.; VERNON, P.; HANCE, T. Does thermal-related plasticity in size and fat reserves influence supercooling abilities and cold-tolerance in *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiinae) mummies? **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v. 32, n. 7/8, p. 374-382, Oct./Dec. 2007.

COUDRON, T. A. et al. Influence of diet on cold storage of the predator *Perillus bioculatus* (F.). **Bio Control**, Dordrecht, v. 54, n. 6, p. 773-783, Dec. 2009.

COUDRON, T. A.; ELLERSIECK, M. R.; SHELBY, K. S. Influence of diet on long-term cold storage of the predator *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). **Biological Control**, Orlando, v. 42, n. 2, p.186-195, Aug. 2007.

DENLINGER, D. L. Dormancy in tropical insects. **Annual Review of Entomology**. Stanford, v. 31, p. 239- 234, Jan. 1986.

DENLINGUER, D. L.; LEE JUNIOR, R. E. Physiology of cold sensitivity. In: HALLMAN, G. L.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. p. 55-96.

GHAZY, N. A. et al. Cold storage of the predatory mite *Neoseiulus californicus* is improved by pre-storage feeding on the diapausing spider mite *Tetranychus urticae*. **Bio Control**, Dordrecht, v. 59, n. 2, p. 185-194, Dec. 2014.

_____. Effect of long-term cold storage of the predatory mite *Neoseiulus californicus* at high relative humidity on post-storage biological traits. **Bio Control**, Dordrecht, v. 57, n. 5, p. 635-641, Oct. 2012a.

_____. Using high relative humidity and low air temperature as a long-term storage strategy for the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Gamasida: Phytoseiidae). **Biological Control**, Orlando, v. 60, n. 3, p. 241-246, Mar. 2012b.

HAHN, D. A.; DENLINGER, D. L. Meeting the energetic demands of insect diapause: nutrient storage and utilization. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 53, n. 8, p. 760-773, Aug. 2007.

KIM, J. H. et al. Cold storage effect on the biological characteristics of *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) and *Phytoseiulus persimilis* Athais-Henriot (Acari: Phytoseiidae). **Korean Journal of Applied Entomology**, Korea, v. 48, n. 3, p. 361-368, Sept. 2009.

LANGER, A.; HANCE, T. Overwintering strategies and cold hardiness of two aphid parasitoid species (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 46, n. 5, p. 671-676, May. 2000.

LARENTZAKI, E.; POWELL, G.; COPLAND, M. J. W. Effect of cold storage on survival, reproduction and development of adults and eggs of *Franklinothrips vespiformis* (Crawford). **Biological Control**, Orlando, v. 43, n. 3, p. 265-270, Dec. 2007.

LENTEREN, J. C. van. Critérios de Seleção de Inimigos Naturais. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle Biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 2. ed. Lavras: UFLA. v. 1, 2009. p11-31, 429 p.

_____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CABI Publishing. 2003. 327 p.

_____. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, Dordrecht, v. 57, n. 1, p. 1-20, Feb. 2012.

LENTEREN, J. C. van. et al. Functional responses of three Neotropical mirid predators to eggs of *Tuta absoluta* on tomato. **Insects**, Basel, v. 7, n. 3, p. 1-10, Set. 2016.

LENTEREN, J. C. van.; TOMMASINI, M. G. Mass production, storage, shipment and release of natural enemies. In: LENTEREN, J. C. van. (Ed.). **Quality Control and the Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures**. CAB International; 2003. p. 181-189.

LEOPOLD, R. A. Cold storage of insects for integrated pest management. In: HALLMAN, G. L.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview. 1998. p. 235-267.

LEPPLA, N. C.; KING, E. G. The role of parasitoid and predator production in technology transfer of field crop biological control. **Bio Control**, Dordrecht, v. 41, n. 3, p. 343-360, Sept. 1996.

MEIRACKER, R. A. F. van den. **Biocontrol of western flower thrips by heteropteran bugs**. 1999. 147 f. Thesis (Doctorate in Entomology) – University of Amsterdam, Amsterdam.

MONTES, F. C. **Características biológicas dos estágios imaturos de três predadores (Hem.: Miridae) alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep.:Pyralidae) em cinco temperaturas**. 2013. 56 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

ORR D. Biological control and integrated pest management. In: PESHIN, R.; DHAWAN, A.K. (Ed.). **Integrated Pest Management: Innovation-Development**. Springer, Dordrecht, 2009. p. 207-239.

PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole, São Paulo. 2002. 609p.

RIDDICK, E. W; WU, Z. Potential long-term storage of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. **Bio Control**, Dordrecht, v. 55, n. 5, p. 639-644, Oct. 2010.

SANCHEZ, J. A. et al. Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Het., Miridae) under different temperature regimes. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 133, n. 2, p. 125-132, Mar. 2009.

SANCHEZ, J. A.; LA-SPINA, M.; LACASA, A. Numerical response of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) preying on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato crops. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 111, n. 3, p. 387-395, July. 2014.

SILVA, D. B. et al. Population growth of three mirid predatory bugs feeding on eggs and larvae of *Tuta absoluta* on tomato. **Bio Control**, Dordrecht, v. 61, n. 5, p. 545-553, Apr. 2016.

SINCLAIR, B. J. et al. Insects at low temperatures: an ecological perspective. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 18, n.5, p. 257-262, May 2003.

TEZZE, A. A.; BOTTO, E. N. Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**. Orlando, v. 30, n. 1, p. 11-16, May. 2004.

ÜNAL BAHŞI, Ş.; TUNÇ, I. Optimization of *Orius majusculus* release: photoperiodic sensitivity at different temperatures and storage of diapausing adults. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Braunschweig, v. 38, n. 6, p. 935-941, Jan. 2014.

VACARI, A. M. et al. Effect of Egg Rearing Temperature and Storage Time on the Biological Characteristics of the Predatory Stink Bug *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 107, n. 1, p. 178-183. 2014.

ANEXOS

ANEXO A – TABELAS (continuação da sequência numérica do texto)

Tabela 5 — Média (\pm EP) do percentual de sobrevivência pós-armazenamento e longevidade pós-armazenamento de machos de *Campyloneuropsis infumatus*, combinados em três umidades relativas, duas temperaturas baixas e quatro períodos de armazenamento. O armazenamento foi mantido em escotofase contínua, UR $70 \pm 10\%$. n = 250 machos para cada combinação. Longevidades foram avaliadas a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, n = 30 machos para cada combinação.

T ($^\circ\text{C}$)	Período de armazenamento (Dias)	Umidade relativa (%)	Sobrevivência (%)	Longevidade (Dias)	
Controle	-	-	-	11 \pm 2,25	
		10	84 \pm 1,78	12 \pm 1,81	
	2	20	92,4 \pm 1,2	11,6 \pm 2,08	
		40	90 \pm 1,14	9,8 \pm 1,97	
		10	78 \pm 2,12	16,3 \pm 3,1	
	4	20	73,2 \pm 1,6	7,3 \pm 1,12	
		40	60,4 \pm 3,49	8,2 \pm 1,09	
		10	47,2 \pm 0,6	3,9 \pm 1,44	
	8	8	20	66,8 \pm 2,94	2,9 \pm 0,54
			40	24,8 \pm 1,43	10,2 \pm 1,50
		12	10	0	0
			20	42 \pm 2,91	7,7 \pm 1,31
12		2	10	94,8 \pm 1,20	9,9 \pm 2,68
			20	91,2 \pm 0,92	6,6 \pm 1,83
	40		92,8 \pm 0,67	15,1 \pm 2,73	
	4	10	69,6 \pm 2,67	10,7 \pm 1,58	
		20	81,6 \pm 1,46	4,5 \pm 1,35	
		40	87,6 \pm 1,24	9,5 \pm 1,51	
	8	10	10,4 \pm 1,59	2,9 \pm 0,62	
		20	41,2 \pm 3,5	6,3 \pm 1,20	
		40	67,2 \pm 2,90	3,2 \pm 0,95	
	12	10	0	0	
		20	0	0	
		40	0	0	

Cores:

Amarelo = Controle (fêmeas não armazenadas)

Verde= 80-100% do valor do controle

Rosa= 50-79% do valor do controle

Vermelho= 0-49% do valor do controle

Fonte: Do autor (2017)

Tabela 6 — Média (\pm EP) do percentual de sobrevivência pós-armazenamento e longevidade pós-armazenamento de machos de *Engytatus varians*, combinados em três umidades relativas, duas temperaturas e quatro períodos de armazenamento. O armazenamento foi mantido em escotofase contínua, UR $70 \pm 10\%$. n = 250 machos para cada combinação. Longevidades foram avaliadas a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, n = 30 machos para cada combinação.

T ($^\circ\text{C}$)	Período de armazenamento (Dias)	Umidade relativa (%)	Sobrevivência (%)	Longevidade (Dias)	
Controle	-	-	-	13,6 \pm 2,24	
		2	10	89 \pm 0,58	3,3 \pm 0,04
			20	94,4 \pm 0,73	2,4 \pm 0,20
	40		97,6 \pm 0,73	3,8 \pm 0,70	
	4	10	95,6 \pm 0,48	3 \pm 0,19	
		20	60 \pm 1,09	1 \pm 0	
		40	70,4 \pm 1,49	5,1 \pm 1,22	
	8	8	10	68,4 \pm 3,00	1,96 \pm 0,53
			20	81,2 \pm 1,72	1,73 \pm 0,12
			40	40 \pm 5,23	1,76 \pm 0,15
		12	10	0	0
			20	19,2 \pm 1,93	4,4 \pm 1,18
40			36,4 \pm 1,56	1,4 \pm 0,18	
12	2	10	83,2 \pm 1,86	2 \pm 0,15	
		20	93,2 \pm 0,50	2,6 \pm 0,13	
		40	90 \pm 0,83	2,36 \pm 0,16	
	4	10	0	0	
		20	63,2 \pm 1,43	1 \pm 0	
		40	67,6 \pm 3,2	1 \pm 1,0	
	8	10	0	0	
		20	16,8 \pm 1,66	1,03 \pm 0,03	
		40	49,2 \pm 1,80	1,23 \pm 0,07	
	12	10	0	0	
		20	0	0	
		40	0	0	

Cores: Amarelo = Controle (fêmeas não armazenadas)

Verde= 80-100% do valor do controle

Rosa= 50-79% do valor do controle

Vermelho= 0-49% do valor do controle

Fonte: Do autor (2017)

Tabela 7 — Média (\pm EP) do percentual de sobrevivência pós-armazenamento e longevidade pós-armazenamento de machos de *Macrolophus basicornis*, combinados em três umidades relativas, duas temperaturas e quatro períodos de armazenamento. O armazenamento foi mantido em escotofase contínua, UR $70 \pm 10\%$. $n = 250$ machos para cada combinação. Longevidades foram avaliadas a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, $n = 30$ machos para cada combinação.

T ($^\circ\text{C}$)	Período de armazenamento (Dias)	Umidade relativa (%)	Sobrevivência (%)	Longevidade (Dias)	
Controle	-	-	-	30,1 \pm 1,81	
		2	10	95,2 \pm 0,50	12 \pm 1,73
			20	95,2 \pm 0,97	12 \pm 1,46
	40		96,4 \pm 0,66	13,2 \pm 1,98	
	4	10	58,8 \pm 3,23	15,9 \pm 1,93	
		20	67,6 \pm 1,39	10,5 \pm 1,80	
		40	73,2 \pm 2,06	15,1 \pm 2,24	
	8	8	10	55,2 \pm 3,01	7,36 \pm 1,52
			20	66,4 \pm 1,85	16,1 \pm 2,59
			40	76,4 \pm 1,46	14,6 \pm 2,46
	12	12	10	30 \pm 3,72	7,1 \pm 1,72
			20	55,6 \pm 1,46	9,7 \pm 1,76
40			50,4 \pm 3,10	11,9 \pm 2,45	
8	2	10	91,2 \pm 1,29	21,7 \pm 2,5	
		20	88,4 \pm 0,86	22,1 \pm 2,26	
		40	96,4 \pm 0,66	21,9 \pm 2,54	
	4	10	92 \pm 0,83	9 \pm 1,24	
		20	88,4 \pm 1,74	8,63 \pm 1,30	
		40	90,8 \pm 0,92	12,6 \pm 1,59	
	8	8	10	0	0
			20	18,8 \pm 1,28	2,73 \pm 0,81
			40	43,3 \pm 4,07	22 \pm 8,02
	12	12	10	0	0
			20	0	0
			40	0	0

Cores: Amarelo = Controle (fêmeas não armazenadas)

Verde= 80-100% do valor do controle

Rosa= 50-79% do valor do controle

Vermelho= 0-49% do valor do controle

Fonte: Do autor (2017)

CAPÍTULO 4

Efeitos do armazenamento em diferentes umidades relativas, períodos e temperaturas na atividade de voo em adultos de três espécies de mirídeos predadores

RESUMO

A avaliação da atividade de voo dos predadores submetidos a condições de armazenamento é fundamental, uma vez que esta atividade está diretamente relacionada ao forrageamento e a dispersão pelos insetos. Acrescenta-se no caso dos predadores o seu desempenho pós-liberação. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de quatro períodos de armazenamento, em três umidades relativas e duas temperaturas na atividade de voo de adultos dos predadores *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) e *Macrolophus basicornis* (Stål) utilizando teste de voo a curta distância em laboratório. Adultos recém-emergidos foram submetidos a duas temperaturas (8°C e 12°C) e quatro períodos de armazenamento (2, 4, 8 e 12 dias) combinados com três umidades relativas de 10%, 20% e 40%. Um tratamento controle foi realizado com adultos com idade de três dias que não foram armazenados. Os efeitos combinados de temperaturas, períodos de tempo e umidades relativas afetaram a atividade de voo pós-armazenamento dos adultos dos mirídeos predadores. A espécie *E. varians* pode ser armazenado com umidade relativa de 20% a 8°C por até oito dias sem que isto afete a atividade de voo, que foi de 96% de indivíduos voadores. As espécies *C. infumatus* e *M. basicornis* permitem serem armazenadas por até um período de quatro dias, apresentando 91% e 96% de adultos voadores, respectivamente. Estes resultados são de grande relevância e mencionados pela primeira vez para essas três espécies de mirídeos predadores, e aliados a outros parâmetros biológicos, poderão ser úteis na avaliação do potencial com agentes de controle biológico e também no desempenho pós-liberação em programas de controle biológico aumentativo.

Palavras-chave: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Capacidade de busca. Controle biológico.

ABSTRACT

The evaluation of the flight activity of predators previously subjected to storage conditions is critical, since this activity is directly related to foraging and dispersal by insects, and also to the post-release performance in case of predator insects. This study aimed to evaluate the effect of four storage periods at three relative humidity levels and two temperatures in flight activity of three mirid predators: *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) and *Macrolophus basicornis* (Stål). Flight test within walking distance were carried out in laboratory conditions. Newly emerged adults were submitted to two temperatures (8 and 12 °C) and four storage periods (2, 4, 8 and 12 days) combined with three relative humidity expressed as percentages of 10, 20 and 40%. A control treatment was performed with adults with three days age which were not stored. The combined effect of temperature, humidity and time periods affected the adult post-storage fly activity. *Engytatus varians* can be stored up to eight days at 20% humidity at 8 °C without affecting its flight activity, which was 96% of flying individuals. The species *C. infumatus* and *M. basicornis* could be stored for up to four days, where 91% and 96% of adults presented fly activity, respectively. These results are pointed at the first time for these three mirid species. These data are of great relevance, since together with other biological parameters, it may be useful in assessing the potential as biological control agents, and also the post-release performance in augmentative biological control.

Key words: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Fly capacity. Biological control.

1 INTRODUÇÃO

O armazenamento de inimigos naturais produzidos massalmente em baixas temperaturas traz grandes vantagens aos sistemas de criação em laboratório favorecendo a utilização desses agentes de controle em programas de controle biológico de pragas (LEENTEREN; TOMMASINI, 2003). É um fator fundamental para enfrentar problemas relacionados com a produção, planejamento e a imprevisibilidade da demanda (COUDRON et al., 2009). Segundo Leopol, (1998), o armazenamento possibilita maior flexibilidade e sincronização na produção de insetos em laboratório com os picos de uso e de liberação em casa de vegetação e/ou campo, ampliando a disponibilidade dos agentes entomófagos para os agricultores.

Estudos têm revelado que a temperatura e umidade relativa são fatores que podem influenciar o inseto durante as condições de armazenamento, e que a temperatura ótima para armazenamento de predadores situa-se entre 10 e 12°C (COUDRON; ELLERSIECK; SHELBY, 2007; LARENTZAKI; POWELL; COPLAND, 2007). Entretanto, ainda que o armazenamento em baixas temperaturas aparente ser uma alternativa eficaz, os resultados são muitas vezes desanimadores (LEENTEREN; TOMMASINI, 2003). O armazenamento em baixa temperatura pode influenciar diretamente parâmetros biológicos dos insetos (DENLINGER; LEE, 1998), e conseqüentemente o desempenho dos adultos (LARENTZAKI; POWELL; COPLAND, 2007) particularmente quanto a sua capacidade de voo. O desempenho pós-armazenamento envolvendo a sua capacidade de voo é tão importante quanto à manutenção da qualidade dos parâmetros biológicos dos agentes de controle.

A avaliação da atividade de voo dos inimigos naturais submetidos a condições de armazenamento (LEENTEREN; TOMMASINI, 2003) é essencial, devido ao fato do voo estar diretamente relacionado ao forrageamento e a dispersão (GARDNER; LEENTEREN, 1986) pelos insetos. Segundo Begon, Townsend e Harper (2006), dispersão é o movimento de indivíduos para colonizar um novo local. Esse comportamento é um movimento ativo pelo qual os insetos procuram recursos como alimento, acasalamento, locais para oviposição e refúgio, garantindo assim o sucesso das futuras gerações (BELL, 1990). O desempenho após liberação de inimigos naturais criados em laboratório e ou mantidos em condições de armazenamento relacionados à dispersão e estabelecimento é importante para o controle da praga e indicar assim a efetividade do agente de controle.

Testes em laboratório relacionados à atividade de voo já foram realizado para o predador *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera: Miridae) (BACKER et al., 2015) e para espécies de parasitoides como *Trichogramma brassicae* Bezdenko *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Scelionidae) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (DUTTON; BIGLER, 1995; POMARI-FERNANDES; BUENO; BORTOLI, 2016). Estes testes envolveram tanto voos à longa distância por meio de um túnel de vento (GUERRIERI, 1997), como também a curta distância realizada em recipientes menores como cilindros (BELLON; OLIVEIRA; PEREIRA, 2014; LANGE; BOIVIN; HANCE, 2004; PREZOTTI et al., 2002; RODRIGUES; SAMPAIO; MIRANDA, 2009). Foi comprovado, entretanto, de que os resultados foram semelhantes em ambos os testes. Isto promove indicações de que o uso de condições mais fáceis e simples de serem feitas em laboratório como o uso de um cilindro para o teste de voo também pode estar relacionada à situação real do que pode acontecer pós-liberação do inimigo natural em casa de vegetação e/ou campo (ENKEGAARD; REITZEL, 1991; DUTTON; BIGLER, 1995, RODRIGUES; SAMPAIO; MIRANDA, 2009).

Segundo diretrizes da International Organization for Biological Control of Noxious Animal and Plants (IOBC) (LENTEREN; TOMMASINI, 2003), se o inimigo natural consegue voar de 4-50 cm, ele terá qualidade suficiente para voar nas condições onde for liberado (GUERRIERI, 1997; LENTEREN, 2009; LENTEREN; TOMMASINI, 2003). Testes de voo a curta distância em cilindros, foram utilizados como indicadores de qualidade de muitos parasitoides por ser um método simples, ágil e de baixo custo. Mas o uso do cilindro com algumas modificações também é recomendado para insetos predadores (BIGLER, 1992).

Predadores como *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) e *Macrolophus basicornis* (Stål) (Hemiptera: Miridae), tem demonstrado grande potencial como candidatos ao controle biológico aumentativo da traça do tomateiro *Tuta absoluta* em cultivo de tomate, pois predam altas taxas de ovos e lagartas (LENTEREN et al., 2016; SILVA et al., 2016), sobrevivem e se reproduzem em plantas de tomate e caminham com facilidade sobre a mesma (BUENO et al., 2013), o que são características importantes na avaliação de agentes de controle biológico (BUENO et al., 2012). Informações quanto à capacidade de voo destas espécies são inexistentes.

O bom êxito do controle biológico depende não somente do tempo e da quantidade de predadores e parasitoides liberados, mas também de sua qualidade pós-criação em laboratório e ou pós-armazenamento (LEPPLA; KING, 1996), seja quanto aos diferentes parâmetros biológicos (BONTE et al., 2012; CALLEBAUT et al., 2004; COUDRON et al., 2009), ou

quanto a capacidade de voo (DUTTON; BIGLER, 1995; POMARI-FERNANDES; BUENO; BORTOLI, 2016).

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de quatro períodos de armazenamento, em três umidades relativas e duas temperaturas na atividade de voo de adultos dos predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, utilizando teste de voo a curta distância em laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Criação dos mirídeos predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*

Criações estoque das três espécies de mirídeos predadores foram mantidas no laboratório em sala climática $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas desde maio de 2011. O método de criação foi baseado em um previamente descrito por Bueno et al. (2006) para *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae), e posteriormente adaptado. Foi utilizado como substrato de oviposição aos predadores plantas de fumo *Nicotiana tabacum* (L.) com até 25 cm de altura, envasadas e dispostas em gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm). Como alimento às ninfas e adultos foram oferecidos ovos de *A. kuehniella ad libitum* espalhados pelas folhas das plantas três vezes por semana. Adultos dos predadores e plantas permaneceram nas gaiolas por um período de sete dias. Após esse período, as plantas com ovos dos predadores foram transferidas para novas gaiolas de acrílico, dando continuidade a criação no laboratório (BUENO et al., 2013). Mensalmente indivíduos selvagens coletados em plantas de fumo no campo foram introduzidos nas criações de laboratório no sentido de evitar a deterioração genética (BUENO et al., 2013).

2.2 Armazenamentos de adultos dos mirídeos predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* e avaliação da atividade de voo pós-armazenamento

2.2.1 Armazenamento

Adultos machos e fêmeas dos três mirídeos predadores foram avaliados em diferentes combinações envolvendo quatro períodos de armazenamento (2, 4, 8 e 12 dias), três umidades relativas (3, 6 e 12 mL/30g de vermiculita) e duas temperaturas (8 e 12°C) com escotofase constante em câmaras climáticas.

No sentido de uniformização dos indivíduos coletados e submetidos ao processo de armazenamento, para cada uma das diferentes combinações, três plantas de fumo *N. tabacum* foram colocadas individualmente em gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm) juntamente com cerca de 500 adultos com idade entre cinco a sete dias de cada espécie de predador provenientes das respectivas criações por um período de 48h para que ocorresse a oviposição. Ovos de *A. kuehniella ad libitum* foram oferecidos como alimento. Após esse período os adultos foram removidos das plantas, e estas foram vistoriadas diariamente quanto à presença de ninfas. As ninfas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella ad libitum* três vezes por

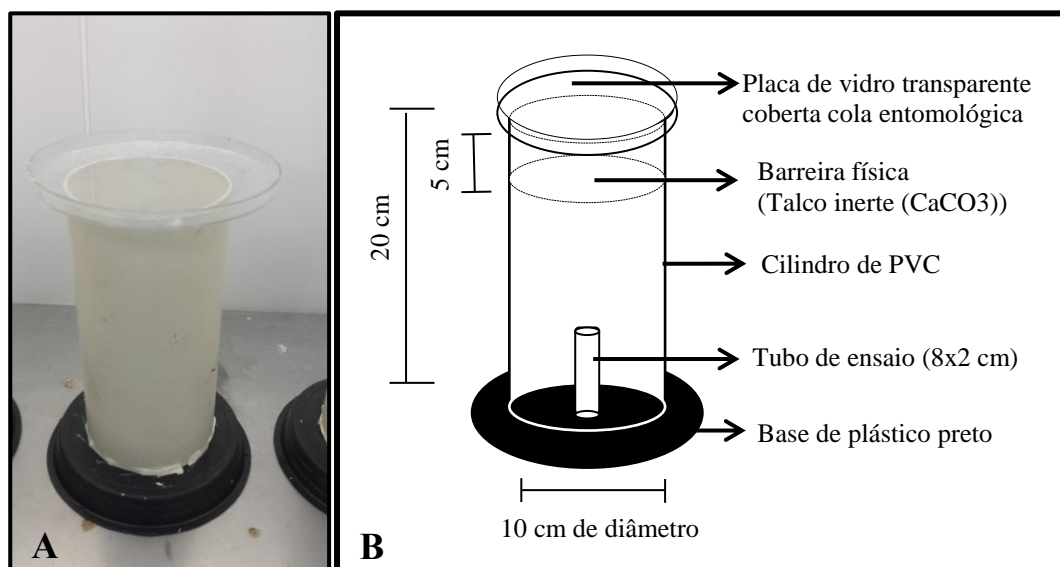
semana. No dia seguinte a constatação de indivíduos adultos, 250 machos e 250 fêmeas foram coletados individualmente com auxílio de tubos de vidro (8 cm x 2,5 cm), os quais foram vedados com filme PVC para evitar a fuga dos insetos. Logo após a coleta dos 500 insetos (250 machos e 250 fêmeas), esses foram divididos em cinco grupos compostos de 50 machos e 50 fêmeas. Cada grupo (50 machos e 50 fêmeas) totalizando 100 adultos foi colocado em frascos de plásticos incolores e inodoros de 250 mL (similares a frascos comerciais usados como embalagem para insetos predadores) totalizando cinco repetições para cada combinação. Cada frasco continha 30g de vermiculita (como material de suporte e dispersão) e 0,18g de ovos de *A. kuehniella* (como alimento). Foi acrescentado também água nas diferentes concentrações de 3, 6 e 12 mL/30g de vermiculita no interior dos frascos, correspondente a 10, 20 e 40% de umidade relativa, respectivamente. Os frascos apresentavam uma abertura na tampa vedada com tecido “voile”, a qual permitiu trocas gasosas e evitou condensação no seu interior (BUENO et al., 2014, ÜNAL BAHŞI; TUNÇ, 2014), e mantidos em posição horizontal em câmaras climáticas a 8°C e 12°C.

Indivíduos sobreviventes, machos e fêmeas, provenientes das diferentes combinações de armazenamento a que foram submetidos foram utilizados nos testes quanto a sua capacidade de voo pós-armazenamento.

2.2.2 Atividade de voo

O teste de atividade de voo foi determinado segundo metodologia adaptada de Lenteren (2003); Lins Jr. et al. (2013) e Prezotti et al. (2002) (FIGURA 1). Um cilindro adaptado utilizado na atividade de voo consistiu de um cilindro de PVC com 10 cm de largura por 20 cm de altura, apoiado com massa de modelar (Acrilex®) (permitindo perfeita vedação) em um prato redondo de plástico preto (14 cm). Ao centro do cilindro se encontrava um tubo de vidro (8 x 2,5 cm de diâmetro) onde foram colocado os insetos. Para tampar o cilindro e assim evitar a fuga dos insetos, foi utilizada uma placa de vidro transparente (15 cm de diâmetro), contendo na sua parte interna cola entomológica (Bio Stick®), livre de odores, o que permitiu que os insetos que voassem se prendessem na parte superior do cilindro (FIGURA 1). O cilindro foi colocado sobre uma bancada logo abaixo de uma fonte de luz fluorescente de 40 watts.

Figura 1 — (A) Cilindro e (B) desenho esquemático do cilindro utilizado na avaliação de voo de curta distância dos mirídeos *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*. Adaptada de Lenteren (2003); Lins Jr. et al. (2013) e Prezotti et al. (2002).



Dez machos e 10 fêmeas das três espécies de mirídeos predadores sobreviventes e provenientes das combinações de armazenamento a que foram submetidos foram colocados no interior do tubo de vidro (8 x 2,5 cm de diâmetro) mantido na parte inferior do cilindro de PVC. Para evitar que os insetos caminhassem até a parte superior do cilindro onde se encontrava o material adesivo, foi colocado uma barreira física composta de Talco inerte (CaCO₃) em uma faixa de 5 cm até o topo do cilindro (FIGURA 1). A cada 30 minutos e por um período de 4 horas foram observados e marcados na tampa de vidro com caneta de retroprojctor com diferentes cores o número de insetos aderidos à cola entomológica. O número de repetições de cada combinação de armazenamento está especificado na Tabela 1.

Um tratamento controle foi realizado com 200 indivíduos (100 machos e 100 fêmeas) das três espécies de predadores. Machos e fêmeas com idade de três dias foram coletados das respectivas gaiolas de criação com auxílio de tubo de vidro (8 x 2,5 cm) vedados posteriormente com filme PVC. Em seguida foram formados grupos de 20 indivíduos (10 machos e 10 fêmeas), os quais foram transferidos para o cilindro utilizado para avaliar a atividade de voo. Foram realizados 10 repetições no tratamento controle, conforme Tabela 1.

Tabela 1 — Número de repetições (n) para avaliar a atividade de voo de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*, nas diferentes combinações de temperaturas (°C), períodos de armazenamento (dias) e umidades relativas (%) utilizadas no armazenamento.

Tratamentos			Espécies (Repetições)		
Temperatura (°C)	Tempo (dias)	Umidade relativa (%)	<i>C. infumatus</i> n	<i>E. varians</i> n	<i>M. basicornis</i> n
Controle	-	-	10	10	10
12	2	3	10	10	10
		6	10	10	10
		12	10	10	10
	4	3	10	0	10
		6	10	10	10
		12	10	09	10
	8	3	0	0	0
		6	07	01	08
		12	10	09	10
	12	3	0	0	0
		6	0	0	0
		12	0	0	0
8	2	3	10	10	10
		6	10	10	10
		12	10	10	10
	4	3	10	10	10
		6	10	10	10
		12	10	10	10
	8	3	08	10	10
		6	10	10	10
		12	03	04	10
	12	3	0	0	04
		6	07	01	10
		12	09	06	10

Fonte: Do autor (2017)

2.2.3 Análise de dados

Uma análise de variância Three-way ANOVA foi utilizada para verificar interações entre a temperatura, período de armazenamento e umidades relativas para os dados de atividade de voo pós-armazenamento. Uma análise de variância Two-way ANOVA foi utilizada para verificar interação em cada combinação de “temperatura e período de armazenamento”, “período de armazenamento e umidade relativa” na atividade de voo dos adultos de cada espécie. Dados de atividade de voo pós-armazenamento foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk ($P \geq 0.05$). Dados que apresentaram distribuição normal foram comparados por análise de variância two-way ANOVA usando o teste Tukey ($P \leq 0.05$). Dados que não apresentaram distribuição normal e foram comparados pelo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis ($P \leq 0.05$).

3 RESULTADOS

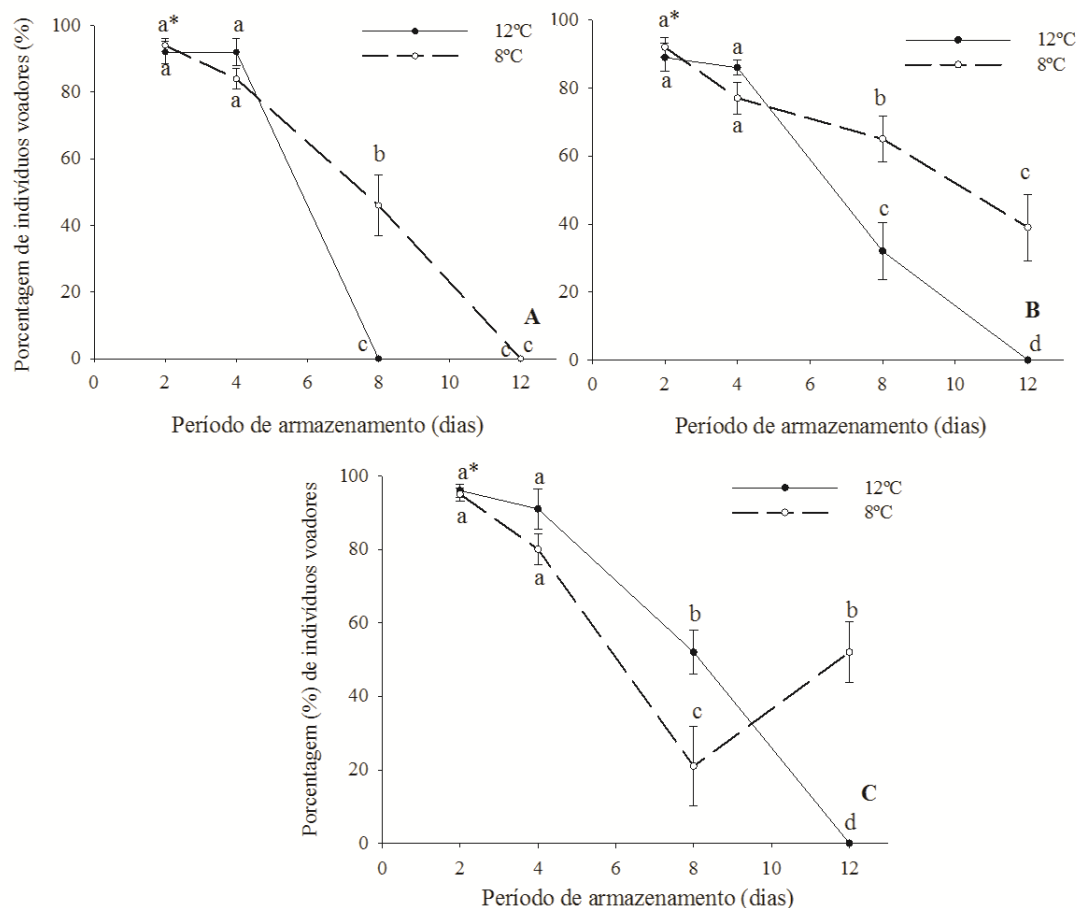
3.1 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento, diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *C. infumatus*

Houve uma interação significativa Three-way ANOVA entre as temperaturas, períodos de armazenamento e umidades relativas ($F_{6,216} = 13.415$, $p < 0.001$) na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *C. infumatus*

3.1.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *C. infumatus*

Houve efeito significativo entre a temperatura e o tempo de armazenamento na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *C. infumatus* submetidas a 10% ($F_{3,72} = 18.591$, $p < 0.001$) (FIGURA 1 A), 20% ($F_{3,72} = 8.201$, $p < 0.001$) (FIGURA 1 B) e 40% ($F_{3,72} = 18.341$, $p < 0.001$) (FIGURA 1 C) de umidade relativa. Adultos de *C. infumatus* submetidos a 10%, 20% e 40% de umidades relativas apresentaram maiores números de indivíduos voadores nos períodos de dois e quatro dias de armazenamento (FIGURA 1 A, B e C). A partir do período de quatro dias de armazenamento, independentemente da umidade relativa e temperatura, o número de indivíduos voadores diminuiu com o aumento do tempo de armazenamento (FIGURA 1 A, B e C).

Figura 1 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *Campyloneuropsis infumatus*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes temperaturas e comparando os diferentes períodos de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

Fonte: Do autor (2017)

Considerando as diferentes combinações foi observado que os adultos de *C. infumatus*, podem ser armazenados por até um período de quatro dias nas temperaturas de 8 e 12°C, mantendo atividade de voo similar a aquela apresentada por indivíduos que não foram armazenados (TABELA 2).

Tabela 2 — Média (\pm EP) do percentual de atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *Campyloneuropsis infumatus* combinados com três umidades relativas, duas temperaturas e quatro períodos de armazenamento. O armazenamento foi mantido em escotofase contínua, UR $70 \pm 10\%$. Número de repetições para cada combinação está especificado na tabela 1.

T (°C)	Período de armazenamento (Dias)	Umidade relativa (%)	Atividade de voo (%)	
Controle	-	-	100	
		10	94 \pm 1,97	
		20	92 \pm 2,80	
	2	40	95 \pm 1,74	
			10	84 \pm 3,16
			20	77 \pm 4,77
		4	40	80 \pm 4,11
			10	46 \pm 9,02
			20	65 \pm 6,66
	8	8	40	21 \pm 10,7
			10	0
			20	39 \pm 9,76
12		40	52 \pm 8,30	
			10	92 \pm 3,41
			20	89 \pm 4,13
		2	40	96 \pm 1,79
			10	92 \pm 4,13
			20	86 \pm 2,20
12		4	40	91 \pm 5,44
			10	0
			20	32 \pm 8,46
	8	40	52 \pm 5,97	
			10	0
			20	0
		12	40	0
			20	0
			40	0

Cores: Amarelo = Controle (fêmeas não armazenadas)

Verde= 80-100% do valor do controle

Rosa= 50-79% do valor do controle

Vermelho= 0-49% do valor do controle

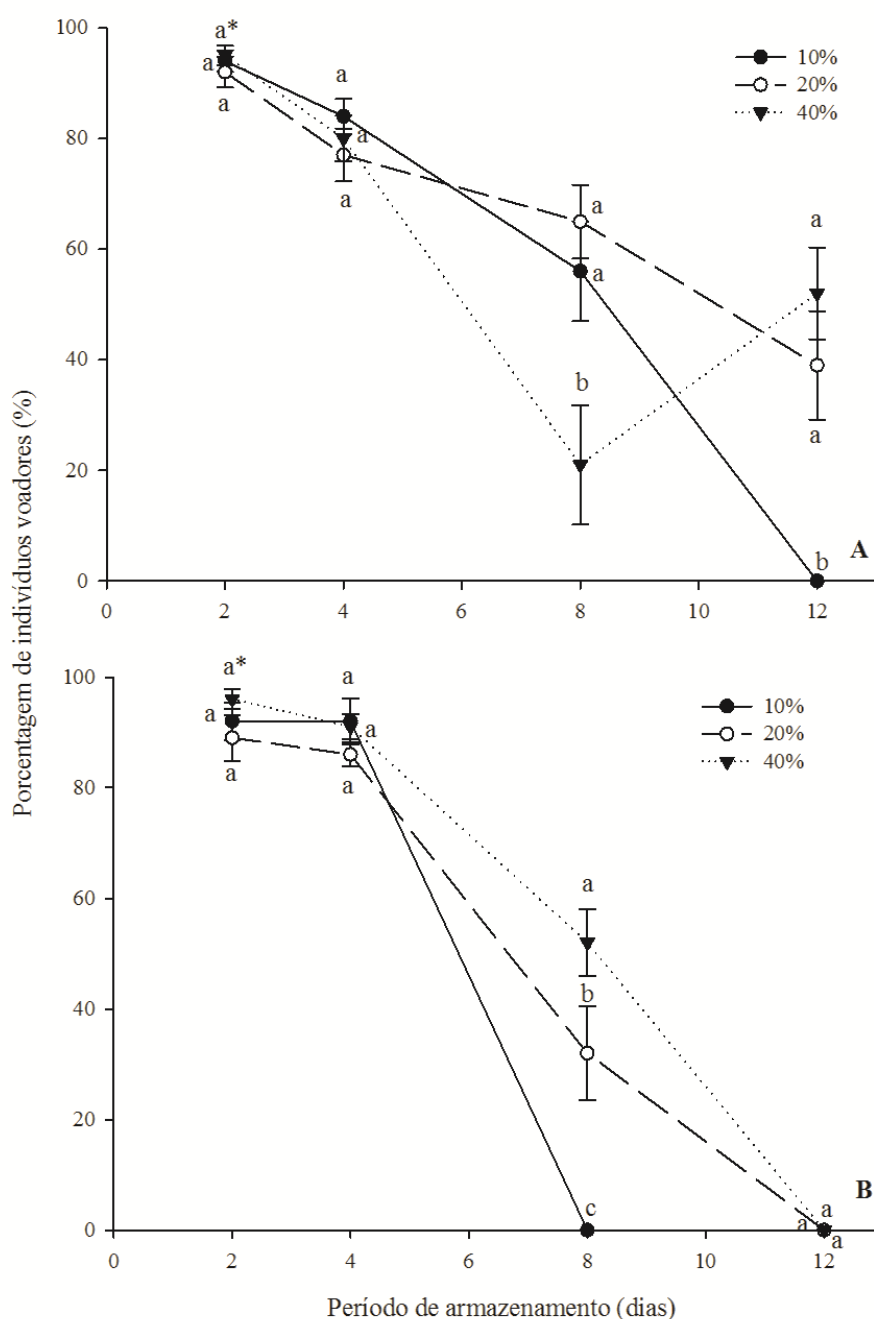
Fonte: Do autor (2017)

3.1.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *C. infumatus*

Houve diferença significativa entre a umidade relativa e período de armazenamento na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *C. infumatus* quando foram mantidos a

8°C ($F_{6,108} = 9.131$, $p < 0.001$) (FIGURA 2 A) e 12°C ($F_{6,108} = 10.661$, $p < 0.001$) (FIGURA 2 B).

Figura 2 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *Campyloneuropsis infumatus*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes umidades relativas em cada período de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

Fonte: Do autor (2017)

Em ambas as temperaturas (8 e 12°C) a umidade relativa não influenciou na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *C. infumatus* quando submetidos aos períodos de dois e quatro dias de armazenamento. Entretanto, a partir do quarto dia de armazenamento houve influência das umidades relativas no número de indivíduos voadores (FIGURA 2 A e B). Quando os adultos foram submetidos à 12°C e no período de oito dias de armazenamento, a umidade relativa mais alta (40%) proporcionou maior número de adultos voadores ($52 \pm 5,97\%$) comparados aos submetidos à umidade relativa intermediária (20%) que foi de $32 \pm 8,46\%$ de adultos voadores. Já no período de oito dias, com 10% de umidade relativa, nenhum adulto sobreviveu o que não permitiu a avaliação de indivíduos quanto a sua atividade de voo pós-armazenamento (FIGURA 2 B).

3.2 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *E. varians*

A Three-way ANOVA mostrou efeito significativo entre a temperatura, período de armazenamento e umidade relativa ($F_{6,216} = 43.119$, $p < 0.001$) na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *E. varians*.

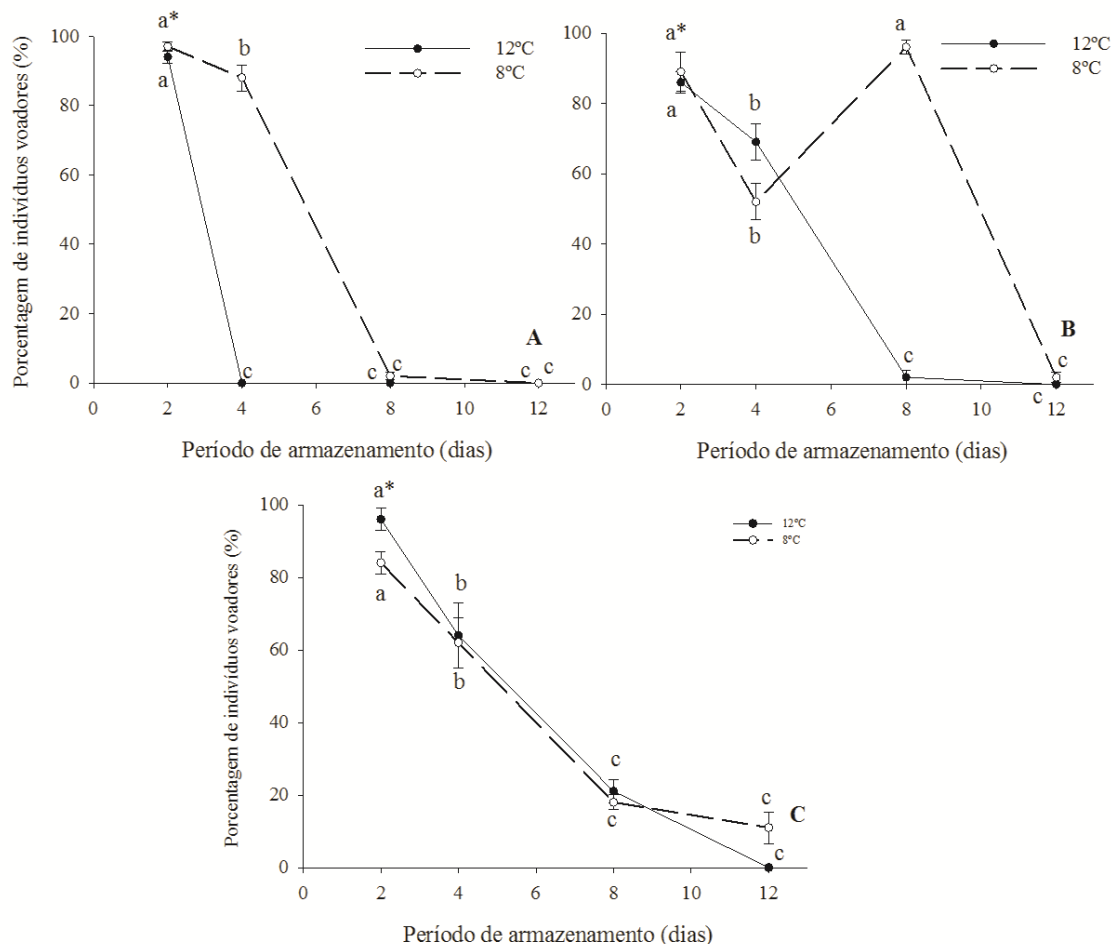
3.2.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *E. varians*

Houve efeito entre a temperatura e período de armazenamento na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *E. varians* submetidos a 10% ($F_{3,72} = 369.905$, $p < 0.001$) (FIGURA 3 A), 20% ($F_{3,72} = 8.201$, $p < 0.001$) (FIGURA 3 B) e 40% ($F_{3,72} = 12.002$, $p < 0.001$) (FIGURA 3 C) de umidade relativa. Adultos de *E. varians* submetidos a menor umidade relativa (10%) nas temperaturas de 8 e 12°C apresentaram atividade de voo ($97 \pm 1,30$ e $97 \pm 1,79\%$) semelhantes, respectivamente, quando o período de armazenamento foi de dois dias (FIGURA 3 A). No entanto, quando o período de armazenamento foi de quatro dias, $88 \pm 3,74\%$ de adultos de *E. varians* voaram quando a temperatura foi 8°C, enquanto que a 12°C nenhum adulto sobreviveu após o armazenamento.

Adultos de *E. varians* submetidos a 8°C por um período de oito dias e umidade relativa de 20% apresentaram maior porcentagem de indivíduos voadores ($96 \pm 2,08\%$) comparado aos adultos que foram submetidos a 12°C ($2 \pm 2\%$ de indivíduos voadores) (FIGURA 3 B). Quando a umidade relativa foi de 40% o número de adultos voadores de *E.*

varians foi diminuindo gradativamente com aumento do período de armazenamento (FIGURA 3 C).

Figura 3 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *Engytatus varians*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes temperaturas e comparando as diferentes umidades relativas para cada período de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

Fonte: Do autor (2017)

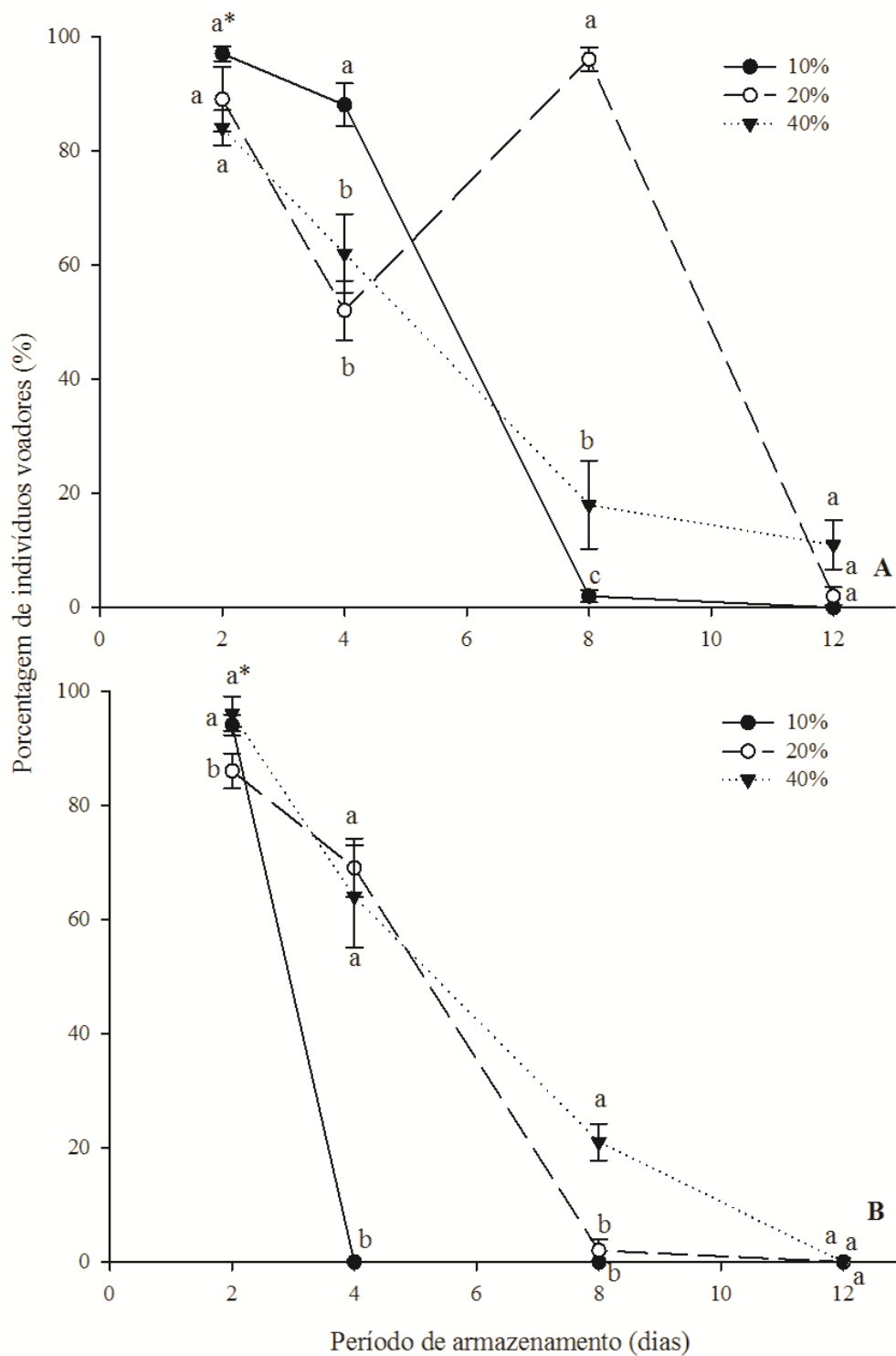
3.2.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos adultos de *E. varians*

Houve diferença significativa entre a umidade relativa e período de armazenamento na atividade de voo pós-armazenamento, quando os adultos foram mantidos a 8°C ($F_{6,108} 49.298$, $p < 0.001$) (FIGURA 4 A) e 12°C ($F_{6,108} = 10.871$, $p < 0.001$) (FIGURA 4 B). Quando os

adultos de *E. varians* foram mantidos por dois dias de armazenamento, em ambas as temperaturas, a umidade relativa não teve efeito significativo na atividade de voo dos adultos (FIGURA 4 A e B). Entretanto, a partir de dois dias de armazenamento, houve um efeito significativo na umidade relativa a que foram submetidos. A 8°C, quando a umidade relativa foi de 20%, foi observado que $96\pm 2,08\%$ dos adultos armazenados voaram quando o período de armazenamento foi de oito dias (FIGURA 4 A). Nessa mesma temperatura quando as umidades relativas foram de 10% e 40% o número de adultos de *E. varians* que voaram diminuiu com o aumento do tempo de armazenamento. A 12°C, o número de adultos voadores foi diminuindo com o aumento do período de armazenamento independente da umidade relativa que foram submetidos (FIGURA 4 B).

Houve influência dos efeitos combinados dos períodos de armazenamento, temperaturas e umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento dos indivíduos de *E. varians*. Adultos de *E. varians* podem ser armazenadas por um período de até 8 dias com umidade relativa intermediária (20%), sem afetar sua atividade de voo e apresentando $96\pm 2,08\%$ de indivíduos voadores a 8°C. Esses valores foram próximos aos valores encontrados para as os adultos que não foram armazenados, ou seja, 100% dos adultos que não foram armazenados voaram (TABELA 3).

Figura 4 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *Engytatus varians*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes umidades relativas em cada período de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

Fonte: Do autor (2017)

Tabela 3 — Média (\pm EP) do percentual de atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *Engytatus varians* combinados com três umidades relativas, duas temperaturas e quatro períodos de armazenamento. O armazenamento foi mantido em escotofase contínua, UR $70 \pm 10\%$. Número de repetições para cada combinação está especificado na tabela 1.

T (°C)	Período de armazenamento (Dias)	Umidade relativa (%)	Atividade de voo (%)	
Controle	-	-	100	
		10	97 \pm 1,30	
		20	89 \pm 5,62	
8	2	40	84 \pm 3,07	
		10	88 \pm 3,74	
		20	52 \pm 5,22	
	4	40	61 \pm 6,90	
		10	2 \pm 1,06	
		20	96 \pm 2,08	
12	8	40	18 \pm 7,75	
		10	0	
		20	0	
	12	20	2 \pm 1,5	
		40	11 \pm 4,33	
		10	94 \pm 1,79	
	2	2	20	86 \pm 3,07
			40	96 \pm 3,02
			10	0
4		20	69 \pm 5,15	
		40	64 \pm 8,97	
		10	0	
8	8	20	2 \pm 2	
		40	21 \pm 3,20	
		10	0	
	12	20	0	
		40	0	
		10	0	

Cores: Amarelo = Controle (fêmeas não armazenadas)

Verde= 80-100% do valor do controle

Rosa= 50-79% do valor do controle

Vermelho= 0-49% do valor do controle

Fonte: Do autor (2017)

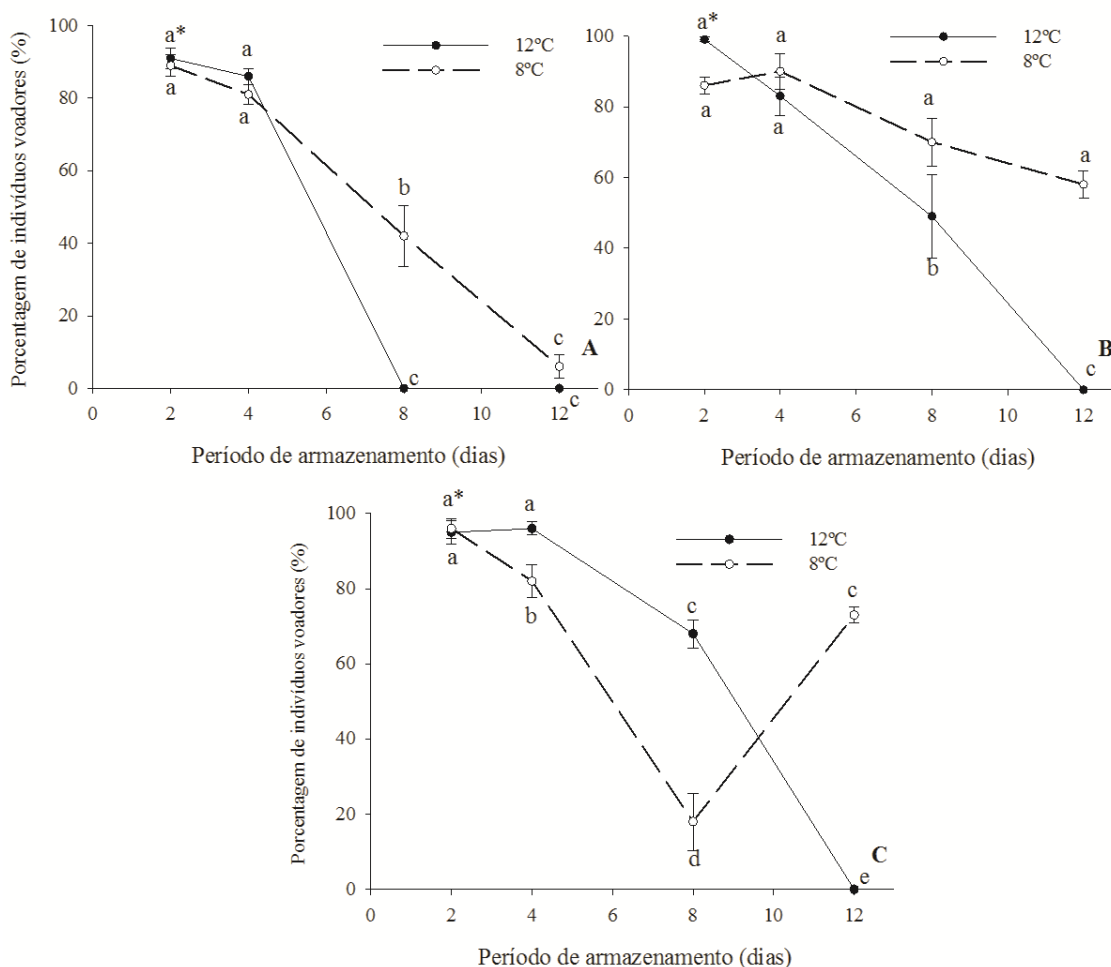
3.3 Efeito das temperaturas, períodos de armazenamento e diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *M. basicornis*

A Three-way ANOVA revelou interação entre a temperatura, período de armazenamento e umidade relativa ($F_{6,216} = 19.356$, $p < 0.001$) na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *M. basicornis*.

3.3.1 Influência das temperaturas e períodos de armazenamento em diferentes umidades relativas na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *M. basicornis*

A interação entre a temperatura e o período de armazenamento mostraram efeitos significativos na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *M. basicornis* submetidas a 10% ($F_{3,72} = 16.833$, $p < 0.001$) (FIGURA 5 A), 20% ($F_{3,72} = 13.843$, $p < 0.001$) (FIGURA 5 B) e 40% ($F_{3,72} = 64.667$, $p < 0.001$, $F_{3,32} = 53.881$, $p < 0.001$) (FIGURA 5 C) de umidade relativa.

Figura 5 — Interação das temperaturas e períodos de armazenamento a 10% (A), 20% (B) e 40% (C) de umidade relativa na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *Macrolophus basicornis*.



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes temperaturas e comparando os diferentes períodos de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$)

Fonte: Do autor (2017)

A 8°C, no período de armazenamento de dois e quatro dias houve maior atividade de voo de indivíduos de *M. basicornis* comparada aos períodos mais longos nas diferentes umidades relativas (10, 20 e 40%) (FIGURA 5 A, B e C). Nessa mesma temperatura quando a umidade relativa foi de 20% a atividade de voo dos adultos permaneceu constante ao longo do período de armazenamento (FIGURA 5 B). Independentemente da umidade relativa quando a temperatura foi 12°C, a atividade de voo dos adultos diminuiu após o quarto dia de armazenamento (FIGURA 5 A, B e C).

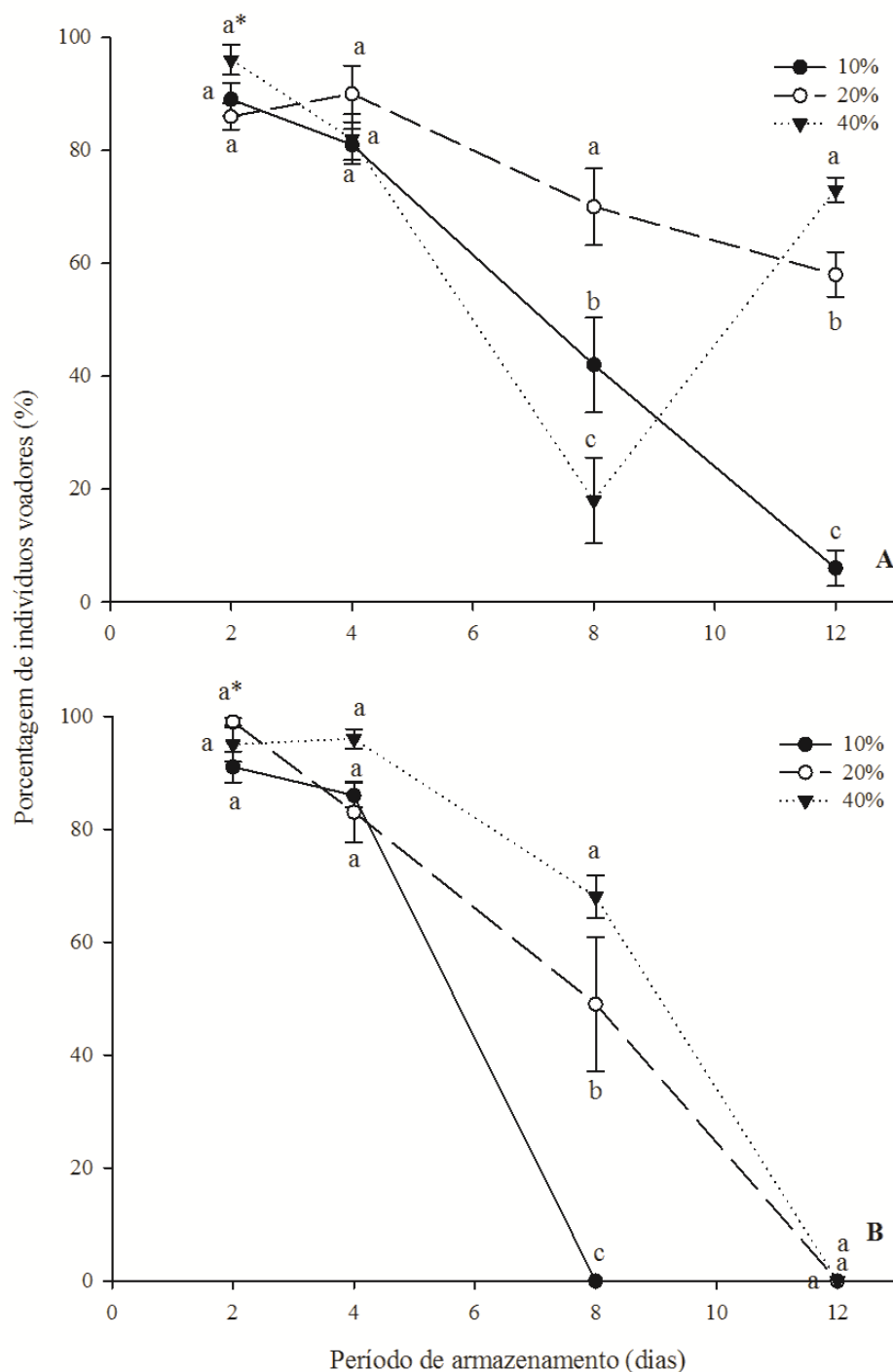
3.3.2 Influência dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas diferentes temperaturas na atividade de voo pós-armazenamento de adultos de *M. basicornis*

A umidade relativa e o período de armazenamento apresentaram efeitos significativos na atividade de voo pós-armazenamento dos indivíduos de *M. basicornis* quando foram mantidos a 8°C ($F_{6,108} = 13.536$, $p < 0.001$) (FIGURA 6 A) e 12°C ($F_{6,108} = 16.573$, $p < 0.001$) (FIGURA 6 B). Nas temperaturas de 8 e 12°C a umidade relativa não teve efeito significativo quando os adultos de *M. basicornis* foram armazenados pelos períodos de dois e quatro dias. Entretanto, a partir do quarto dia de armazenamento, a umidade relativa afetou significativamente a atividade de voo, sendo que as maiores números de indivíduos voadores foram encontrados quando as umidades relativas foram de 20 e 40% (FIGURA 6 A).

A 12°C, a umidade relativa influenciou a atividade de voo de adultos de *M. basicornis* (FIGURA 6 B). Adultos mantidos armazenados por oito dias na umidade relativa de 40% apresentaram maior porcentagem de indivíduos voadores ($68 \pm 3,74\%$) comparados aos mantidos a 20% de umidade relativa. Quando a umidade relativa foi 10%, a partir do quarto dia de armazenamento, nenhum adulto sobreviveu.

Considerando as diferentes combinações a que foram submetidos, foi observado que os adultos de *M. basicornis*, podem ser armazenados por até um período de quatro dias nas temperaturas de 8 e 12°C. Nestas condições de armazenamento, os adultos armazenados apresentaram atividade de voo semelhante aos indivíduos que não foram armazenados (TABELA 4).

Figura 6 — Interação dos períodos de armazenamento e umidades relativas nas temperaturas de 8°C (A) e 12°C (B) na atividade de voo pós-armazenamento de indivíduos de *Macrolophus basicornis*



*Médias seguidas de mesma letra, comparando as diferentes umidades relativas em cada período de armazenamento, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$).

Fonte: Do autor (2017)

Tabela 4 — Média (\pm EP) do percentual de atividade de voo de adultos de *Macrolophus basicornis* combinados com três umidades relativas, duas temperaturas e quatro períodos de armazenamento. O armazenamento foi mantido em escotofase contínua, UR $70 \pm 10\%$. Número de repetições para cada combinação está especificado na tabela 1.

T (°C)	Período de armazenamento (Dias)	Umidade relativa (%)	Atividade de voo (%)	
Controle	-	-	100	
		10	89 \pm 2,96	
8	2	20	86 \pm 2,29	
		40	96 \pm 2,66	
		10	81 \pm 2,73	
	4	20	90 \pm 5,02	
		40	82 \pm 4,41	
		10	42 \pm 8,40	
	8	8	20	70 \pm 6,79
			40	18 \pm 7,59
			10	6 \pm 3,14
		12	20	58 \pm 3,95
			40	73 \pm 2,14
			10	91 \pm 2,79
12	2	20	99 \pm 0,66	
		40	95 \pm 3,02	
		10	86 \pm 2,16	
	4	20	83 \pm 5,38	
		40	96 \pm 1,74	
		10	0	
	8	20	49 \pm 11,8	
		40	68 \pm 3,74	
		10	0	
	12	12	20	0
			40	0
			10	0

Cores: Amarelo = Controle (fêmeas não armazenadas)

Verde= 80-100% do valor do controle

Rosa= 50-79% do valor do controle

Vermelho= 0-49% do valor do controle

Fonte: Do autor (2017)

4 DISCUSSÃO

Armazenamento em baixas temperaturas se torna útil e de grande importância na criação em laboratório e produção massal de insetos; pode auxiliar a acumular um número considerável de insetos para liberações inundativas, e dessa maneira, reduzindo os custos de manutenção de uma colônia entre liberações fora da estação de demandas (COUDRON; ELLERSIECK; SHELBY, 2007). No entanto, a magnitude dos efeitos prejudiciais provocados pelas baixas temperaturas durante o armazenamento é proporcional aos tempos de exposição a que os insetos são submetidos (LEOPOLD, 1998). Segundo Lenteren e Tomasini (2003) períodos prolongados de exposição às baixas temperaturas geralmente resultam em redução na capacidade de voo dos insetos após o armazenamento.

Neste estudo as espécies *C. infumatus* e *M. basicornis*, mostraram que sua atividade de voo pós-armazenamento não é prejudicada se o período de armazenamento não exceder os quatro dias, nas temperaturas de 8 e 12°C. Já a espécie *E. varians* pode ser armazenada por oito dias com umidade relativa de 20% a 8°C, e mantendo capacidade de voo acima de 80%.

De acordo com Hahn e Denlinger (2007), em muitos insetos, o estado prolongado de dormência pode trazer um custo metabólico muito grande aos músculos do voo, resultando, geralmente, em redução na capacidade de voo após o armazenamento. Isto foi constatado no presente estudo, havendo redução na atividade de voo dos adultos das três espécies *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, na medida em que se aumentou o período de armazenamento. Esse fato foi mais relevante após o quarto dia de armazenamento, para todas as três espécies, exceto para *E. varians* quando foi submetido a umidade relativa de 20% a 8°C.

Também a umidade relativa dentro dos recipientes utilizados para o armazenamento mostrou ter influência na atividade de voo pós-armazenamento dos indivíduos adultos de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*. Na menor umidade relativa (10%) a atividade de voo foi mais afetada, ou seja, os adultos tiveram menor atividade de voo pós-armazenamento, principalmente quando expostos a maior temperatura (12°C). Uma possível explicação a essa menor atividade de voo em baixa umidade relativa deve-se ao fato de que, alguns insetos quando expostos em ambientes muito secos podem perder água, e neste caso, se o inseto não conseguir substituir a água perdida, conseqüentemente ocorrerá à sua morte (DELINGER, 1986). Neste estudo vale salientar que a umidade relativa não teve efeito significativo sobre a atividade de voo dos predadores quando os períodos de armazenamento foram mais curtos (2

e 4 dias), demonstrando que a umidade relativa apresenta efeito significativo somente nos períodos mais longos de armazenamento.

Assim, considerando as combinações de períodos de armazenamento, umidades relativas e temperaturas, foi constatado que as espécies *C. infumatus* e *M. basicornis* podem ser armazenadas por até um período de quatro dias independentemente da umidade relativa e temperatura. Já espécie *E. varians* pode ser armazenada por até um período de 8 dias com umidade relativa de 20% a 8°C sem causar danos a sua atividade de voo.

Esses resultados são inéditos para as três espécies de mirídeos predadores, sendo de grande relevância uma vez que aliados a outros parâmetros biológicos poderão ser úteis na avaliação de seu potencial com agentes de controle biológico, e também demonstrando o seu desempenho pós-liberação em programas de controle biológico aumentativo.

5 CONCLUSÕES

As combinações de temperaturas, umidades relativas e períodos de armazenamento utilizadas nos testes influenciam a atividade de voo pós-armazenamento dos mirídeos predadores.

As espécies *C. infumatus* e *M. basicornis* permitem serem armazenadas por até quatro dias nas três umidades relativas e duas temperaturas sem afetar sua atividade de voo.

A espécie *E. varians* permite um armazenamento por de até oito dias com umidade relativa de 20% a 8°C, sem causar efeitos na atividade de voo dos indivíduos.

E. varians permite um período de armazenamento mais longo que as espécies *C. infumatus* e *M. basicornis*, sem efeito na atividade de voo.

REFERÊNCIAS

- BACKER, L. de. et al. *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) as an efficient predator of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Europe. A review. **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, Gembloux, v. 18, n. 4, p. 536-543, May. 2014.
- BELL, W. J. Searching behavior patterns in insects. **Annual Review of Entomology**. Palo Alto, v. 35, p. 447-67, Jan. 1990.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 738 p.
- BELLON, P. P.; OLIVEIRA, H. N. de; PEREIRA, F. F. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de *Trichospilus Diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 30, n.1, p. 582-584, 2014.
- BONTE, J. et al. Moisture source and diet affect development and reproduction of *Orius thripoborus* and *Orius naivashae*, two predatory anthocorids from southern Africa. **Journal of Insect Science**, Oxford, v.12, n. 1, p. 1-16, Jan. 2012.
- BUENO, V. H. P. et al. Can recently found Brazilian hemipteran predatory bugs control *Tuta absoluta*? **IOBC-WPRS Bulletin**, Zurich, v. 80, p. 63-67, Oct. 2012.
- _____. New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian Hemipteran predatory bugs. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 137, n. 1/2, p. 29-34, Feb. 2013.
- BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; VAN LENTEREN, J. C. Performance of *Orius insidiosus* after storage, exposure to dispersal material, handling and shipment processes. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 67, n. 2, p. 175-183, Dec. 2014.
- BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M.; CARVALHO, L. M. Evaluation of a rearing-method for the predator *Orius insidiosus*. **Bulletin Insectology**, Bologna, v. 59, p. 1-6, 2006.
- CALLEBAUT, B. et al. A fecundity test for assessing the quality of *Macrolophus caliginosus* reared on artificial diets. **Parasitica**, Bruxelles, v. 60, n. 1/2, p. 9-14, Dec. 2004.
- COUDRON, T. A. et al. Influence of diet on cold storage of the predator *Perillus bioculatus* (F.). **Bio Control**, Dordrecht, v. 54, n. 6, p. 773-783, Dec. 2009.
- COUDRON, T. A.; ELLERSIECK, M. R.; SHELBY, K. S. Influence of diet on long-term cold storage of the predator *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). **Biological Control**, Orlando, v. 42, n. 2, p.186-195, Aug. 2007.
- DENLINGER, D. L. Dormancy in tropical insects. **Annual Review of Entomology**. Stanford, v. 31, p. 239- 234, Jan. 1986.
- DENLINGUER, D. L.; LEE JUNIOR, R. E. Physiology of cold sensitivity. In: HALLMAN, G. L.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. p. 55-96.

DUTTON, A.; F. BIGLER. Flight activity assessment of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) in laboratory and field conditions. **Biological Control**, Orlando, v. 40, n. 2 p. 223-233, June. 1995.

ENKEGAARD, A.; J. REITZEL. A simple method for quality control of *Aphidoletes aphidimiza*, *Aphidius matricariae* and *Encarsia formosa*, p. 102-110. In: BIGLER, F. (Ed.), Workshop of the IOBC global working group "Quality control of mass reared arthropods", 5th, **Proceedings...** Wageningen, OILB/IOBC. 1991. 205p.

GARDNER, S. M.; LENTEREN, J. C. van. Characterization of the arrestment responses of *Trichogramma evanescens*. **Oecologia**, v. 68, n. 2, p. 265-270, Jan. 1986.

GUERRIERI, E. Flight behaviour of *Encarsia formosa* in response to plant and host stimuli. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 82, n. 2, 129-133, Oct. 1997.

HAHN, D. A.; DENLINGER, D. L. Meeting the energetic demands of insect diapause: nutrient storage and utilization. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 53, n. 8, p. 760-773, Aug. 2007.

LANGER, A.; BOIVIN, G.; HANCE, T. Oviposition, flight and walking capacity at low temperatures of four aphid parasitoid species (Hymenoptera: Aphidiinae). **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 101, n. 3, p. 473-479, 2004.

LARENTZAKI, E.; POWELL, G.; COPLAND, M. J. W. Effect of cold storage on survival, reproduction and development of adults and eggs of *Franklinothrips vespiformis* (Crawford). **Biological Control**, Orlando, v. 43, n. 3, p. 265-270, Dec. 2007.

LENTEREN, J. C. van. et al. Functional responses of three Neotropical mirid predators to eggs of *Tuta absoluta* on tomato. **Insects**, Basel, v. 7, n. 3, p. 1-10, Set. 2016.

LENTEREN, J. C. van. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CABI Publishing. 2003. 327 p.

LENTEREN, J. C. van.; TOMMASINI, M. G. Mass production, storage, shipment and release of natural enemies. In: LENTEREN, J. C. van. (Ed.). **Quality Control and the Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures**. CAB International; 2003. p. 181-189.

LEOPOLD, R. A. Cold storage of insects for integrated pest management. In: HALLMAN, G. L.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. p. 235-267.

LEPPLA, N. C.; KING, E. G. The role of parasitoid and predator production in technology transfer of field crop biological control. **Biological Control**, Orlando, v. 41, n. 3 343-360, Sept. 1996.

LINS, JR, J. C. et al. Cold storage affects mortality, body mass, lifespan, reproduction and flight capacity of *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae). **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 110, n. 2, p. 263-270, 2013.

POMARI-FERNANDES, A.; BUENO, A. de F.; BORTOLI, S. A. de. Size and flight ability of *Telenomus remus* parasitoids reared on eggs of the factitious host *Corcyra cephalonica*. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 60, n. 2, p. 177-181, 2016.

PREZOTTI, L. et al. Teste de vôo como critério de avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Adaptação de Metodologia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 411-417, 2002.

RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V.; MIRANDA, J. E. Avaliação da capacidade de voo, parasitismo e emergência de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p.749-753, out./dez. 2009.

SILVA, D. B. et al. Population growth of three mirid predatory bugs feeding on eggs and larvae of *Tuta absoluta* on tomato. **BioControl**, Dordrecht, v. 61, n. 5, p. 545-553, Apr. 2016.

ÜNAL BAHŞI, Ş.; TUNÇ, I. Optimization of *Orius majusculus* release: photoperiodic sensitivity at different temperatures and storage of diapausing adults. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Braunschweig, v. 38, n. 6, p. 935-941, Jan. 2014.

CAPÍTULO 5

Parâmetros de controle de qualidade para três espécies de mirídeos predadores

RESUMO

Criação massal de inimigos naturais em laboratório destinados à comercialização e posterior liberação em campo e/ou em casa de vegetação requer que os mesmos apresentem uma qualidade adequada para desempenhar seu papel como controlador de pragas. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma proposta para testes de controle de qualidade envolvendo os parâmetros biológicos (fecundidade, longevidade, razão sexual, predação e atividade de voo) de três espécies de mirídeos predadores (*Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*) criados em laboratório. Os testes foram conduzidos a $24\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12h. A fecundidade potencial de *C. infumatus* (9,5), *E. varians* (9,4) e *M. basicornis* (9,5 oócitos por fêmea) foi semelhante à fecundidade diária (10,4, 10,3 e 11,7 ninfas/fêmeas, respectivamente). A longevidade das fêmeas não diferiu entre as espécies, sendo de 31,4; 33,7 e 34,6 dias para *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, respectivamente. A espécie *C. infumatus* apresentou maior proporção de fêmeas (0,86) comparadas às outras duas espécies de predadores, a qual foi de 0,5. O consumo diário de ovos de *T. absoluta* por *E. varians* (49 ovos) foi maior que o consumo de *C. infumatus* (38 ovos) e *M. basicornis* (35 ovos). Após 4h da liberação não houve diferença na atividade de voo entre as espécies de mirídeos, a qual foi de 100% de insetos voadores. Os critérios de controle de qualidade propostos para os cinco parâmetros biológicos são apresentados neste estudo para cada espécie de mirídeo e comparado com parâmetros de outros predadores heterópteros determinados pela IOBC. Os parâmetros biológicos avaliados mostraram resultados satisfatórios e adequados referentes à qualidade das três espécies criadas em laboratório. Esses testes fornecem uma referência a testes de controle de qualidade e são viáveis de serem realizados em sistema de produção massal de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*.

Palavras-chave: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Fecundidade. Longevidade. Predação. Razão sexual. Atividade de voo.

ABSTRACT

Mass rearing of natural enemy in laboratory for commercial purposes and subsequent release in the field and/or in the greenhouse requires that the individuals present a suitable quality to play their role as biological control agent. The objective of this study was to develop one proposal for the mirid quality control. The biological parameters evaluated of three mirid predators (*Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* and *Macrolophus basicornis*) were fecundity, longevity, sex ratio, predation and fly activity. The mirids were reared in laboratory, where the experiments were carried out, T. $24 \pm 1^\circ\text{C}$, RH $70 \pm 10\%$ and photophase 12h. The potential fecundity of *C. infumatus* (9.5), *E. varians* (9.4) and *M. basicornis* (9.5 oocytes per female) was similar to the daily fecundity (10.4, 10.3 and 11.7 nymphs per female respectively). The female longevity was also similar for the three species, where *C. infumatus*, *E. varians* and *M. basicornis* survived for 31.4, 33.7 and 34.6 days respectively. *C. infumatus* presented higher proportion of females (0.86) when compared to the other two species, which was 0.5 each. The daily consumption of *T. absoluta* by *E. varians* (49 eggs) was higher than *C. infumatus* (38 eggs) and *M. basicornis* (35 eggs). There was no difference in the fly activity between the three mirid species after 4 h of release, which was of 100% of flying insects. The proposed quality control criteria for the five biological parameters included in this study for each species of mirid are compared to other heteropteran predators performed by IOBC. The biological parameters evaluated revealed adequate and satisfied results related to the quality of the three mirid species reared in laboratory. These tests provide a reference to quality control tests and are feasible to be performed in a mass rearing system of *C. infumatus*, *E. varians* and *M. basicornis*.

Keywords: *Campyloneuropsis infumatus*. *Engytatus varians*. *Macrolophus basicornis*. Fecundity. Longevity. Predation. Sex ratio. Fly activity.

1 INTRODUÇÃO

O controle biológico aumentativo envolve a liberação de agentes entomófagos como os predadores e parasitoides, os quais são criados em larga escala em biofábricas localizadas em vários países ao redor do mundo (ORR, 2009). Essas unidades são responsáveis pela produção de diferentes espécies de inimigos naturais, visando à comercialização, liberação e redução da população de insetos pragas em vários cultivos (LEPPLA; KING, 1996). Segundo Lenteren (2012) atualmente é estimado ao redor de 250 espécies de inimigos naturais produzidos massalmente para comercialização.

A quantidade de insetos estudados e produzidos para esses fins vem aumentando a cada ano em razão das exigências de redução do uso de produtos químicos (BALE; LENTEREN; BIGLER, 2008), da seleção de populações resistentes a esses produtos por muitas pragas (ESASHIKA et al., 2016; SANTOS et al., 2011, SILVA et al., 2011; SIQUEIRA et al., 2001; SIQUEIRA; GUEDES; PICANÇO, 2000a, 2000b), além de ser um método ligado à sustentabilidade, ser limpo e saudável ao meio ambiente, às plantas e ao homem (LENEREN, 2012).

No entanto, a criação de insetos em larga escala em laboratório pode afetar o seu desempenho posterior via adaptação no laboratório, depressão por endogamia, seleção por endocruzamento, ou através de efeitos diretos da forma de criação como a aglomeração e as dietas artificiais (SORENSEN; ADDISONB; TERBLANCHE, 2012). De acordo com Lenteren, (2003), quando a criação de agentes entomófagos, destinados à liberação, tem por objetivo refletir o desempenho dos mesmos, há uma necessidade de se estabelecer um rigoroso controle da qualidade dos indivíduos produzidos em laboratório.

Os procedimentos de controle de qualidade devem ser efetuados para assegurar a capacidade e eficiência dos inimigos naturais em reduzir a população do inseto praga no campo ou em casa de vegetação (GRENIER; CLERCQ, 2003). Durante muitos anos diversos inimigos naturais foram criados e comercializados sem uma comprovação de sua verdadeira eficiência, o que ocasionou a supressão insatisfatória de pragas e contribuiu para a imprevisibilidade e ou não sucesso do controle biológico aumentativo (HOY et al., 1991). Estes procedimentos são fundamentais em programas de criação massal a fim de atestar que o produto biológico apresente qualidade necessária para sua utilização em campo ou casa de vegetação (LEPPLA; ASHLEY, 1989). De acordo com Lenteren, (2009) essa qualidade não precisa representar os melhores parâmetros da espécie, no entanto aqueles aceitáveis para proporcionar um controle em níveis satisfatórios. O controle de qualidade é essencial em

programas de criação, pois pode indicar problemas na produção como, por exemplo, a deterioração genética ao longo das gerações e, sobretudo garantir a qualidade do produto biológico produzido (COHEN; NORDLUND; SMITH, 1999; LEPPLA, 2003; PARRA et al., 2002).

Atualmente, com a grande comercialização de inimigos naturais, é fundamental que se estabeleçam critérios para avaliação da qualidade para as espécies utilizadas em programas de controle biológico, e também para aquelas em fase de estudo e que demonstram serem potenciais agentes de controle como é o caso destes mirídeos predadores. O interesse por essas espécies têm crescido muito nas últimas décadas, e vários reportes tem mencionado que os mesmos apresentam grande potencial como agentes de controle biológico (BUENO et al., 2013a; BUENO; LENTEREN, 2012, CALVO et al., 2016). As espécies *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) e *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) são comercializadas na Europa para controle principalmente de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) em cultivos de tomate em casa de vegetação (BACKER et al., 2014; JAWORSKI et al., 2013; MOLLÁ et al., 2014; PAZYUK; MUSOLIN; REZNIK, 2014;). No Brasil ainda existe pouco conhecimento quanto às espécies de mirídeos predadores e seu potencial como agentes de controle biológico. Bueno et al. (2013a) reportaram que *Campyloneuropsis infumatus* (Carvalho), *Engytatus varians* (Distant) e *Macrolophus basicornis* (Stål) (Hemiptera: Miridae) podem ser potenciais agentes de controle biológico. Estudos biológicos e comportamentais das três espécies vêm sendo realizados, visando à otimização da produção massal de indivíduos com qualidade e a sua efetividade em programas de manejo de pragas, principalmente de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) por meio do controle biológico aumentativo (BUENO et al., 2013b; LENTEREN et al., 2016; SILVA et al., 2016).

Crítérios para a determinação do controle de qualidade já foram estabelecidos para algumas espécies de heterópteros, como para o mirídeo *M. pygmaeus*, por meio da intermediação da Internacional Organization for Biological Control of Noxious Animal and Plants (IOBC) (LENTEREN et al., 2003). Entre os parâmetros biológicos avaliados são mencionados como importantes, a fecundidade, longevidade, razão sexual, predação e o comportamento da atividade de voo, pois estão diretamente ligados aos processos de estabelecimento e conseqüentemente na manutenção de populações nos cultivos aonde sejam liberados (DUTTON; BIGLER, 1995; LEPPLA; KING, 1996; COHEN; NORDLUND; SMITH, 1999; CALLEBAUT et al., 2004; BONTE et al., 2012; POMARI-FERNANDES; BUENO; BORTOLI, 2016).

A fecundidade diária de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, foi de 4, 4,3 e 5 ovos, respectivamente, com período de oviposição de 22-25 dias quando alimentados com ovos e lagartas de primeiro instar de *T. absoluta* (SILVA et al., 2016). Já com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) essa fecundidade foi de 6,7, 6,4 e 8,3 ovos/dia. Essas espécies apresentaram longevidade superior a 30 dias quando expostos a $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ (CALIXTO, 2015). A taxa de predação é também um parâmetro importante na avaliação da qualidade de um inimigo natural, pois está relacionado à capacidade deste em localizar, destruir e/ou consumir um número de presa durante certo período (COHEN; NORDLUND, SMITH, 1999). Lenteren et al. (2016) mencionaram que *C. infumatus* consumiu uma média de 51,0 ovos, *E. varians* 91,1 ovos e *M. basicornis* 100,8 ovos de *T. absoluta* durante um período de 24h. Além da qualidade em relação à fecundidade e taxa de predação também é relevante considerar a atividade de voo após emergência no laboratório (BIGLER, 1992; PREZOTTI et al., 2002), visto que está diretamente relacionada à dispersão, à busca de alimento/presa e também ao alcance de abrigo (GARDNER; LENTEREN, 1986). A atividade de voo é determinante no seu desempenho após a liberação em condições de campo ou de casa de vegetação.

Assim, baseando-se nos critérios e parâmetros biológicos já estabelecidos pela IOBC para predadores heterópteros (LENTEREN, 2003), o objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros biológicos (fecundidade, longevidade, razão sexual, taxa de predação e a atividade de voo) no intuito de apresentar uma proposta para testes de controle de qualidade envolvendo os mirídeos predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* produzidos no laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coletas de mirídeos predadores no campo

Adultos de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* foram coletados em plantas de fumo *Nicotiana tabacum* (L) no campo localizado no distrito de Santos Dias, no município de Ribeirão Vermelho, estado de Minas Gerais, com as coordenadas de 21°08.596' S e 045°03.466' W, 808 m de altitude. Os indivíduos adultos coletados com auxílio de tubos de vidro (2,5 x 8,0 cm) foram encaminhados para o Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). No laboratório foi realizada a triagem e separação das espécies, por meio do uso de chave de identificação proposta por Ferreira e Henry (2011), determinando-se as espécies *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*. Uma criação desses mirídeos com cerca de 100 indivíduos adultos foi iniciada e mantida no laboratório.

2.2 Criação dos mirídeos predadores *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*

Criações estoque das três espécies de mirídeos predadores foram mantidas no laboratório em sala climática $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas desde maio de 2011. O método de criação foi baseado previamente naquele descrito por Bueno et al. (2006) para *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae), e posteriormente adaptado conforme descrito por Bueno et al. (2013). Como substrato de oviposição foram utilizadas plantas de fumo *N. tabacum*, cultivar TNN cultivada em casa de vegetação. Sementes de fumo foram semeadas em bandejas de plásticos (50 x 30 x 15 cm) contendo substrato orgânico (casca de Pinus, turfa, carvão e vermiculita). Após a germinação, plantas com aproximadamente dois pares de folhas, foram transferidas para vasos de plásticos com capacidade para 2L, até que atingisse 25 cm de altura. Estas plantas foram então utilizadas na criação dos três predadores, servindo como substrato de oviposição.

Aproximadamente 200 casais foram liberados em gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm) contendo uma planta envasada de fumo e mantidos em sala climática a $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. Ovos de *A. kuehniella ad libitum* foram oferecidos como alimento. Adultos dos percevejos e plantas permaneceram nas gaiolas por um período de sete dias. Após esse período, os insetos adultos foram retirados das plantas e essas contendo ovos foram transferidas para novas gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm), no qual foram acrescentados

ovos de *A. kuehniella ad libitum* para o desenvolvimento das ninfas até a formação dos adultos. Em torno de 200 casais recém-emergidos foram transferidos para novas gaiolas para oviposição e conseqüente continuação da criação em laboratório. Mensalmente cerca de 25 machos e 25 fêmeas selvagens de cada espécie coletados em plantas de fumo no campo foram introduzidos na criação de laboratório no sentido de evitar a deterioração genética (BUENO et al. 2013a).

Indivíduos provenientes destas criações, após a décima quinta geração no laboratório, foram utilizados nos testes quanto ao controle de qualidade.

2.3 Criação de *T. absoluta*

A criação de *T. absoluta* foi mantida de acordo com a metodologia proposta por Pratisoli e Parra (2012). Ovos de *T. absoluta* foram usados nos testes de predação. Machos e fêmeas de *T. absoluta* foram mantidos em gaiolas de criação de tecido “voile” (70 x 50 x 50 cm) contendo plantas de tomate *Solanum lycopersicom* (L.) cv. IPA-6 por um período de três dias para oviposição em sala climática a 25°C, UR 70% e fotoperíodo de 14: 10 (L:E). Após este período os adultos foram retirados das plantas, para o desenvolvimento das lagartas e conseqüente formação das pupas. Os adultos obtidos foram transferidos para outras gaiolas para a oviposição, e alimentados com gotículas de mel puro colocadas nas paredes da gaiola. Os ovos utilizados no teste da predação foram coletados num único folíolo de tomate *S. lycopersicom* cv. IPA-6, mantido num recipiente com água, preso na parte superior da gaiola com auxílio de um suporte de arame por um período de 24h. Este folíolo foi trocado por outro diariamente.

2.4 Controle de qualidade dos indivíduos dos predadores mirídeos produzidos em sistema de criação no laboratório

O controle de qualidade de indivíduos das três espécies de mirídeos foi avaliado baseando-se em parâmetros de controle de qualidade estabelecidos para a espécie *M. pygmaeus* (= *M. caliginosus*) (LENTEREN, 2003).

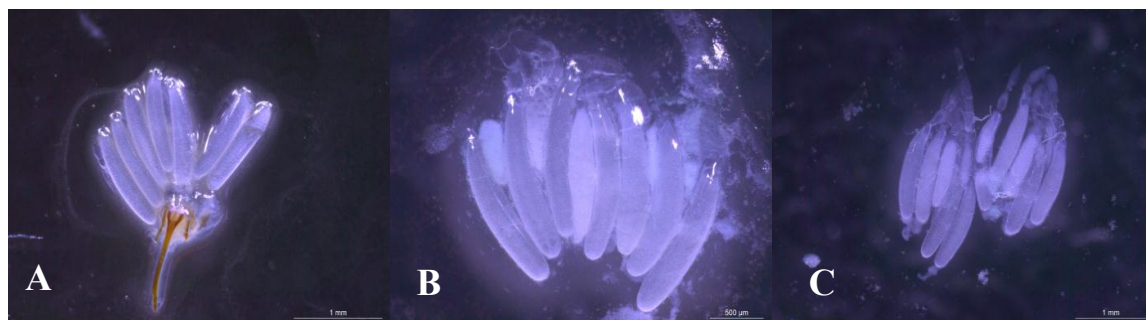
As condições experimentais usadas na condução dos testes foram temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12h de fotofase, e os parâmetros avaliados foram: fecundidade potencial, fecundidade diária, longevidade, taxa de predação, razão sexual e atividade de voo.

2.5 Fecundidade potencial diária

Para avaliar a fecundidade potencial diária de fêmeas dos mirídeos predadores produzidos no laboratório, plantas de fumo *N. tabacum* envasadas com 25 cm de altura foram colocadas nas respectivas gaiolas das criações contendo adultos das espécies *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*. Essas plantas permaneceram nas gaiolas por um período de 24h, para permitir a oviposição. Posteriormente, essas plantas contendo ovos foram transferidas para novas gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm), para o completo desenvolvimento das ninfas. Estas plantas foram vistoriadas diariamente até a formação dos adultos. Adultos recém-emergidos permaneceram nas gaiolas por um período de sete dias. Após este período 30 fêmeas, previamente acasaladas (LENTEREN et al., 2003), foram individualizadas em tubos de vidro (8 x 2,5cm) para a realização da dissecação do abdômen e consequente observação e exposição dos oócitos.

Para a visualização dos oócitos maduros, cada fêmea foi morta em álcool 70% dentro dos tubos de vidros (8 x 2,5 cm), e em seguida, transferida para placa de Petri (9 cm de diâmetro) contendo solução fisiológica (Cloreto de Sódio 0,9%). As fêmeas foram posicionadas com o abdômen na posição ventral. Foi feito então um corte com um estilete no lado esquerdo do abdômen para a remoção cuidadosa dos ovários direito e esquerdo com o auxílio de pinças e pincéis finos (número 000) sob um microscópio estereoscópico (aumento de 30x) (Leica EZ4). Na sequência foi realizada a contagem do número de oócitos maduros, presentes nos ovariólos de ambos os ovários de acordo com metodologia proposta por Vandekerkhove et al. (2006). A fecundidade potencial diária das fêmeas foi avaliada por meio da contagem de oócitos maduros, ou seja, aqueles oócitos que apresentavam a formação completa do córion (FIGURA 1), presentes em ovariólos dos ovários direito e esquerdo de acordo com metodologia proposta por Franco et al. (2011).

Figura 1 — Oócitos dos predadores *Campyloneuropsis infumatus* (A), *Engytatus varians* (B) e *Macrolophus basicornis* (C)



Fonte: Do autor

2.6 Fecundidade diária e longevidade

Plantas de fumo *N. tabacum*, com 25 cm de altura, foram mantidas em gaiolas de acrílico (60 x 30 x 30 cm) juntamente com adultos de cada espécie de predador por um período de 24h. Após esse período, as plantas contendo ovos foram transferidas para novas gaiolas, e observadas diariamente quanto à presença de ninfas. Cem ninfas recém-eclodidas de cada espécie de predador foram então individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro), contendo disco foliar de *N. tabacum* (4,5 cm de diâmetro) em solução ágar-água a 1% e ovos de *A. kuehniella*. As placas foram vedadas com papel toalha e elástico para evitar a fuga das ninfas. Os discos foliares foram trocados duas vezes por semana, ocasião na qual foram, também, fornecidos ovos de *A. kuehniella* como alimento. Diariamente, as placas contendo as ninfas foram observadas sob um microscópio estereoscópico quanto à mudança de ínstar, por meio da presença/ausência de exúvias, e a consequente emergência de adultos.

Machos e fêmeas emergidos no mesmo dia foram separados por sexo e formando casais, sendo 19, 39 e 38 casais para *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, respectivamente. A diferença no número de casais formados entre as espécies foi devido à mortalidade das ninfas de cada espécie ao longo do desenvolvimento. O baixo número de casais de *C. infumatus* foi devido à razão sexual dessa espécie, a qual apresenta maior número de fêmeas em relação às outras duas espécies (BUENO et al., 2013a, SILVA et al., 2016). Cada casal constituiu uma repetição, tanto na avaliação da fecundidade diária como a da longevidade das fêmeas. Cada casal dos predadores foi mantido em potes de vidro (1,7 L) contendo uma planta de fumo com até três folhas (substrato de oviposição) em um copo de plástico de 200mL + solo e ovos de *A. kuehniella ad libidum* (alimento). Diariamente ao longo da vida das fêmeas as plantas foram retiradas desses copos plásticos e com suas raízes envoltas em algodão umedecido, foram transferidas para placas de Petri (15 cm) vedadas com filme PVC e contendo ovos de *A. kuehniella ad libidum* como alimento.

Devido a dificuldades de observação dos ovos dos predadores, os quais são inseridos no interior do tecido vegetal (postura endofítica) (SILVA et al., 2016) a fecundidade diária foi determinada baseando-se na contagem de ninfas recém eclodidas, e não no número de ovos. A mortalidade das fêmeas foi registada diariamente, determinando-se a longevidade das mesmas. A longevidade dos machos não foi avaliada devido ao fato de que somente os parâmetros biológicos das fêmeas foram utilizados no presente estudo.

2.7 Taxa de predação

Setenta ninfas de 5º instar de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* provenientes das criações do laboratório foram individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo disco foliar de *N. tabacum* (4,5 cm de diâmetro) em solução ágar-água a 1% e ovos de *A. kuehniella ad libidum*. Estas placas foram mantidas em câmara climáticas a 24°C±1, UR 70 ± 10% e 12h de fotofase, e vedadas com filme PVC para evitar a fuga das ninfas.

Os adultos recém-emergidos foram separados em machos e fêmeas, e transferidos como casais para placas de Petri (9 cm de diâmetro) também mantidas em câmara climática a 24°C±1, UR 70 ± 10% e 12h de fotofase. Foram formados 20 casais para cada espécie de predador (cada casal constituiu uma repetição). Cada placa continha um tubo Eppendorf (1,5 ml) com água e vedado com massa de modelar acrílica, e um folíolo de tomate *S. lycopersicom* cv. IPA-6. O folíolo de tomate foi utilizado como suporte para a manutenção de ovos de *T. absoluta*, oferecidos como alimento aos adultos dos predadores. Posteriormente, estas placas foram vedadas com filme PVC. Os casais permaneceram juntos por um período de sete dias durante o qual foram ofertados diariamente 160 ovos de *T. absoluta*. A partir do oitavo dia os machos foram retirados e as fêmeas mantidas individualmente em placas de Petri (9 cm de diâmetro), de acordo com as condições anteriormente descritas. Foram oferecidos 100 ovos de *T. absoluta* por dia para as fêmeas.

Diariamente essas placas foram vistoriadas sob um microscópio estereoscópico (40x), para a determinação da quantidade de ovos predados pelas fêmeas dos predadores. Ovos murchos com córion vazio (sem vitelo) que apresentavam a cor translúcida brilhante e ovos danificados que continham um pouco de vitelo e com cor amarelada foram considerados predados (MOLLÁ et al., 2014).

Os folíolos de tomate contendo os ovos foram trocados a cada dois dias, tempo médio em que ocorre perda de sua turgescência. Diariamente com um auxílio de um pincel (número 000) os ovos de *T. absoluta* predados e também aqueles ovos próximos a eclosão da lagarta de *T. absoluta* (em torno de 3-4 dias a 25°C segundo Silva et al., 2015) que não foram predados, foram cuidadosamente substituídos por novos ovos, mantendo-se assim a quantidade do alimento ofertado para as fêmeas dos predadores até a ocorrência de sua morte.

2.8 Razão sexual

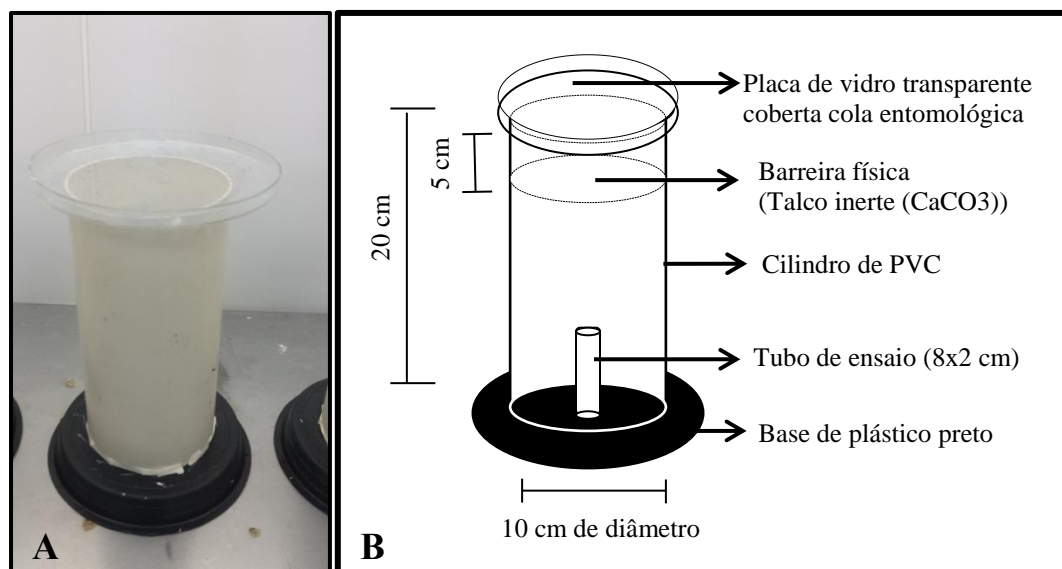
Para avaliar a razão sexual foi tomada uma amostra ao acaso de 500 indivíduos coletados ao acaso das contínuas e respectivas criações de laboratório de cada espécie de predador. Esses insetos foram individualizados em tubos de vidro (2,5 x 8,0 cm) e com auxílio de um microscópio estereoscópico (aumento de 30x) (Leica EZ4) foi determinado o sexo dos indivíduos de acordo com as características morfológicas externas mencionadas por Costa-Lima (1940), na qual o macho possui abdômen cilindroide e com os últimos segmentos curvados ligeiramente para baixo. A fêmea possui o abdômen mais grosso na altura do sexto segmento aonde se articula o ovipositor; também a fêmea é ligeiramente maior do que o macho. Segundo Calixto, (2015) fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* apresentam tamanho de 1,84; 2,29 e 1,98 mm, respectivamente, e os machos das mesmas espécies em torno de 1,82; 2,24 e 1,93 mm, respectivamente.

Após a individualização e separação de machos e fêmeas, a proporção sexual, ou seja, a razão sexual foi determinada para as três espécies de predadores.

2.9 Atividade de voo

O teste de atividade de voo foi desenvolvido segundo metodologia adaptada de Lenteren (2003); Lins Jr. et al. (2013) e Prezotti et al. (2002). O modelo adaptado utilizado na atividade de voo (FIGURA 2) consistiu de um cilindro de PVC com 10 cm de largura por 20 cm de altura, apoiado na base com auxílio de massa de modelar acrílica, o que permitiu perfeita vedação, em um prato redondo de plástico preto (14 cm). Ao centro do cilindro se encontrava um tubo de vidro (8 x 2,5 cm de diâmetro) onde foram colocados os insetos. Para tampar o cilindro e assim evitar a fuga dos insetos, foi utilizada uma placa de vidro transparente (15 cm de diâmetro), contendo na sua parte interna cola entomológica (Bio Stick®), livre de odores, o que permitiu que os insetos voadores se prendessem na parte superior do cilindro. O cilindro foi colocado sobre uma bancada logo abaixo de uma fonte de luz fluorescente de 40 wats. Para a avaliação da atividade de voo, uma amostra ao acaso de 200 indivíduos das três espécies de mirídeos predadores com idade de três dias após a emergência, provenientes das respectivas e contínuas criações de laboratório, foram coletados com auxílio de um tubo de vidro (8 x 2,5 cm de diâmetro).

Figura 2 — (A) Cilindro e (B) desenho esquemático do cilindro utilizado na avaliação de voo de curta distância dos mirídeos *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*. Adaptada de Lenteren (2003); Lins Jr. et al. (2013) e Prezotti et al. (2002).



Fonte: Do autor (2017)

Dez machos e dez fêmeas foram separados para cada repetição e mantidos juntos dentro de tubos de vidro (8 x 2,5 cm). Este tubo de vidro foi colocado imediatamente na parte inferior do cilindro de PVC. Para evitar que os insetos caminhassem até a parte superior do cilindro onde se encontrava o material adesivo, foi colocado como barreira física (Talco inerte (CaCO₃)) em uma faixa de 5 cm até o topo do cilindro (FIGURA 2). A cada 30 minutos e por um período de 4 horas foram observados e então marcados na tampa de vidro com caneta de retroprojeter com diferentes cores o número de insetos aderidos à cola entomológica. O teste de voo foi constituído de 10 repetições para cada espécie de mirídeo predador.

2.10 Análise dos dados

Dados de fecundidade potencial, fecundidade diária, longevidade e atividade de voo foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk ($P \geq 0.05$). Dados de fecundidade diária e longevidade apresentaram distribuição normal e foram comparados por análise de variância (One-way ANOVA) usando teste Tukey ($P \leq 0.05$). Dados de fecundidade potencial não apresentaram distribuição normal e foram comparados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($P \leq 0.05$). Para determinar os desvios a partir de uma proporção de 1♂:1♀, os dados foram analisados por um teste de homogeneidade do teste Qui-quadrado (χ^2). Para

todas as análises, $P = 0,05$ foi utilizado como nível de significância. Os dados de taxa de predação foram normais e verificados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo comparados por meio de análise de variância utilizando o procedimento GLM (Estatísticas IBM-SPSS 22). Dados da atividade de voo, após 30min e 1h30 da liberação dos insetos no cilindro foram normais pelo teste de Shapiro-Wilk ($P \geq 0.05$) e foram então comparados por análise de variância (One-way ANOVA) usando teste Tukey ($P \leq 0.05$). Em outros períodos avaliados da atividade de voo (1h, 2h, 2h30min, 3h, 3h30min e 4h) os dados não apresentaram distribuição normal e foram comparados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($P \leq 0.05$).

3 RESULTADOS

3.1 Fecundidade potencial e diária

A fecundidade potencial, ou seja, o número de oócitos presente nos ovários das três espécies de mirídeos não apresentaram diferenças entre as espécies, a qual foi de $9,5 \pm 0,33$, $9,4 \pm 0,36$ e $9,5 \pm 0,33$ ócitos/fêmea ($H = 0.0242$, $df = 2$, $p = 0.988$) respectivamente para *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* (TABELA 1).

Não houve diferença na fecundidade diária de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, ($F = 2.321$, $df = 2$, $p = 0.117$), sendo encontrados $10,4 \pm 0,22$, $10,3 \pm 0,16$ e $11,7 \pm 0,31$ ninfas/fêmea/dia, respectivamente (FIGURA 3 e TABELA 1).

Tabela1 — Média (\pm EP) dos parâmetros de controle de qualidade: fecundidade potencial (nº de oócitos), fecundidade diária e longevidade de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*. $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h

Espécie	n*	Fecundidade potencial	n*	Fecundidade diária	n*	Longevidade
<i>C. infumatus</i>	30	$9,5 \pm 0,33$ (6-15)**	19	$10,4 \pm 0,22$ (7-18)	19	$31,4 \pm 2,15$ (29-34)
<i>E. varians</i>	30	$9,4 \pm 0,36$ (6-13)	39	$10,3 \pm 0,16$ (5-19)	39	$33,7 \pm 1,44$ (29-37)
<i>M. basicornis</i>	30	$9,5 \pm 0,33$ (7-14)	38	$11,7 \pm 0,31$ (5-22)	38	$34,6 \pm 1,79$ (31-37)

* número de repetições. **valores entre parênteses na tabela são os valores mínimos e máximos encontrados.

Fonte: Do autor (2017)

3.2 Longevidade

Não houve diferença na longevidade das fêmeas das três espécies de mirídeos, *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, ($F = 4.356$, $df = 2$, $p = 0.201$) sendo de $31,4 \pm 2,15$, $33,7 \pm 1,44$ e $34,6 \pm 1,79$ dias, respectivamente (TABELA 1).

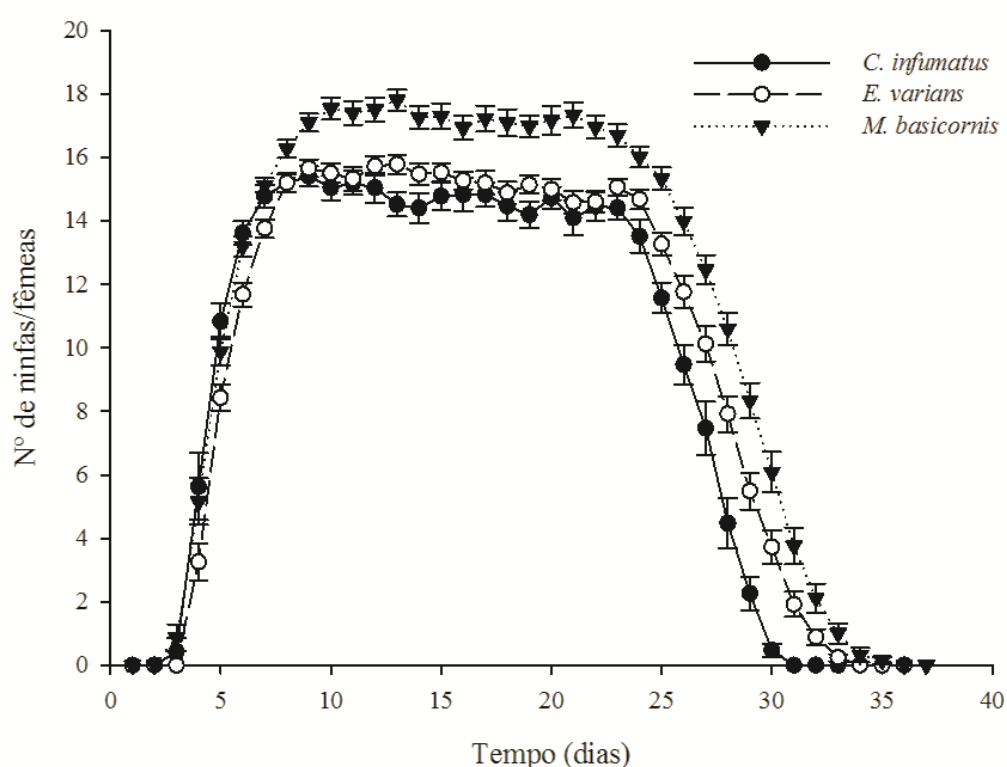
3.3 Taxa de predação por fêmeas

Engytatus varians consumiu uma média de $49,01 \pm 2,29$ ovos/*T. absoluta*/dia, e apresentou maior taxa de predação do que *C. infumatus* e *M. basicornis*. O consumo diário de ovos por *C. infumatus* e *M. basicornis*, foi de $38,99 \pm 2,24$ e $35,38 \pm 1,68$ ovos/*T. absoluta*/dia, respectivamente ($F = 21.74$, $p < 0.001$) (TABELA 2).

3.4 Razão Sexual

A espécie *C. infumatus* apresentou maior proporção de fêmeas (0,86), e diferenciando-se das espécies *E. varians* e de *M. basicornis*, as quais apresentaram razão sexual semelhantes na proporção de 1♂: 1♀ ($\chi^2 = 5.137$, $p < 0.001$) (TABELA 2).

Figura 3 — Média do número de ninfas/fêmea/dia (\pm EP) durante a vida de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*, $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase 12h.



Fonte: Do autor (2017)

3.5 Atividade de voo

Houve maior número de insetos voadores das espécies *E. varians* e *C. infumatus*, comparado a *M. basicornis* (TABELA 3) aos 30 min e 1h após a liberação dos insetos no cilindro usado para medir a atividade de voo. A partir de 1h30min, não houve diferença entre o número de insetos voadores para as três espécies de mirídeos. Os insetos que ainda não haviam voado até o topo ficaram caminhando pela parede do cilindro. Cem por cento dos insetos avaliados das espécies *C. infumatus* e *E. varians*, voaram entre 30 min e 2h30min após serem liberados. Ao final do período de 4h, 100% dos insetos avaliados da espécie *M.*

basicornis voaram até o topo do cilindro. Ao final das 4 horas após a liberação não houve diferença na atividade de voo para as três espécies de mirídeos (FIGURA 4 e TABELAS 2 e 3).

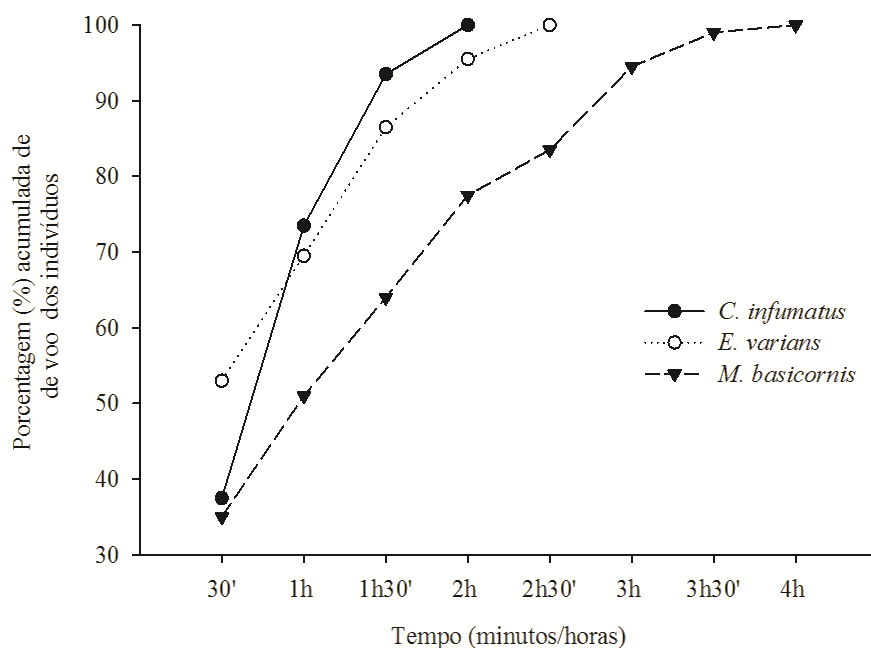
Tabela 2 — Média (\pm EP) dos parâmetros de controle de qualidade: taxa diária de predação, razão sexual e atividade de voo (%) de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis*. $24 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Espécie	n*	Taxa diária predação (ovos de <i>T. absoluta</i>)	n**	Razão sexual***	n*	Atividade de voo (%)
<i>C. infumatus</i>	20	$38,99 \pm 2,24$	500	0,86a (69♂:431♀)	10	100
<i>E. varians</i>	20	$49,01 \pm 2,29$	500	0,54b (248♂:252♀)	10	100
<i>M. basicornis</i>	20	$35,38 \pm 1,68$	500	0,54b (248♂:252♀)	10	100

* número de repetições ** número de indivíduos *** Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Qui-quadrado ao nível de 5% (χ^2 tabulado = $\chi^2 = 5.137$, $p < 0.001$) de significância.

Fonte: Do autor (2017)

Figura 4 — Porcentagem acumulada de indivíduos de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engytatus varians* e *Macrolophus basicornis* que voaram no período de 4 horas após a liberação.



Fonte: Do autor (2017)

Tabela 3 — Média (\pm EP) de indivíduos de *Campyloneuropsis infumatus*, *Engutatus varians* e *Macrolophus basicornis* que voaram a cada 30 min após a sua liberação.

Espécies	n**	Tempo (minutos/horas)							
		30'	1h	1h30'	2h	2h30'	3h	3h30'	4h
<i>C. infumatus</i>	20	7,5 \pm 0,96b*	7,2 \pm 0,82a	4 \pm 0,83a	1,3 \pm 0,65a	0,0 \pm 0,00a	0,0 \pm 0,00a	0,0 \pm 0,00a	0,0 \pm 0,00a
<i>E. varians</i>	20	10,6 \pm 0,77a	3,3 \pm 0,51b	3,4 \pm 0,52a	1,8 \pm 0,32a	0,9 \pm 0,37a	0,0 \pm 0,00a	0,0 \pm 0,00a	0,0 \pm 0,00a
<i>M. basicornis</i>	20	7 \pm 0,58b	3,2 \pm 0,29b	2,6 \pm 0,63a	2,7 \pm 0,44a	1,2 \pm 0,57a	2,0 \pm 0,44b	0,9 \pm 0,34a	0,2 \pm 0,13a
Valor P		0.006	0.003	0.352	0.061	0.057	<0.001	0.003	0.126
Valor F ou H		F= 6.153	H = 11.979	F= 1.085	H = 5.603	H = 6.097	H = 23.921	H = 11.490	H = 4.143

* Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) ou Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$),

** número de repetições.

Fonte: Do autor (2017)

4 DISCUSSÃO

Um dos fatores importantes que podem afetar os vários parâmetros biológicos de indivíduos de uma criação de laboratório é o tamanho da população fundadora. Segundo Nunney (2003) há pouca informação sobre o tamanho ideal dessa população. Neste estudo as criações das três espécies de mirídeos foram iniciadas com aproximadamente 100 indivíduos de cada espécie e oriundos do mesmo local. Nunney (2003) mencionou que população fundadora com grande número de indivíduos garante uma alta variabilidade genética. Roush (1990) constatou que cerca de 100 indivíduos de um determinado local poderiam conservar a diversidade genética em população de laboratório. No entanto, Lenteren e Woets (1988), relataram que menos de 20 indivíduos de várias espécies de inimigos naturais foram utilizados como populações fundadoras em criações massais comerciais por muitas biofábricas. Neste estudo, mensalmente indivíduos adultos das três espécies oriundos do campo foram introduzidos nas respectivas criações do laboratório, o que corrobora com alguns autores quanto a esta recomendação para aumentar a variabilidade genética (BUENO, 2009; MANSON; PASHLEY; JOHNSON, 1987; LENTEREN, 2003). Entretanto, criações em laboratórios requerem procedimentos específicos para garantir a qualidade das populações. Neste estudo às gaiolas de criação foram mantidas com densidades de aproximadamente 400 indivíduos adultos, de acordo com relatos para outros heterópteros predadores (BUENO et al., 2006; CASTAÑÉ et al., 2014).

Neste estudo foram então avaliados cinco parâmetros biológicos dos mirídeos predadores criados em laboratório e comparados com parâmetros já estabelecidos para outros predadores heterópteros determinados pela IOBC. A fecundidade potencial demonstrou que o número de oócitos encontrados em fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* foi semelhante entre as três espécies de mirídeos e também ao encontrado para os mirídeos *M. pygmaeus* (9,3) (CASTAÑÉ; ALOMAR, RIUDAVETS, 2007) e *N. tenuis* (9,6) (PUYSSELEYR et al., 2013). A idade das fêmeas das três espécies utilizadas neste estudo foi de sete dias (van Lenteren et al., 2003) e as mesmas foram mantidas com os machos desde a emergência para permitir o acasalamento. Entretanto, Castañé, Alomar e Riudavets (2007), não verificaram diferenças no número de oócitos maduros (aqueles que apresentam a formação completa do córion) quando comparadas as fêmeas acasaladas e não acasaladas de *M. pygmaeus*.

Constant (1994) constatou para a mesma espécie que o desenvolvimento dos oócitos ocorre independentemente do acasalamento e que fêmeas virgens colocam ovos estéreis durante toda a vida. Testes baseados no número de oócitos foram recomendados por Callebaut et al. (2004) para avaliar a fecundidade potencial de mirídeos predadores, o que simplificaria os testes a serem realizados. Wittmeyer, Coudron e Adams (2001) também usaram fêmeas virgens para avaliar a qualidade de fêmeas de *Podisus maculiventris* (Say). Segundo Jervis (2007), a fecundidade potencial é utilizada como uma medida de aptidão individual em insetos.

Fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* apresentaram oócitos com córion nos seus ovários, o que foi coerente com os dados reportados por Calixto (2015) e Silva et al. (2016) para o período de pré-oviposição de 3-5 dias para essas espécies. Também foi registrado por Vandekerkhove et al. (2006) um período de pré-oviposição de 4 dias para *M. pygmaeus* quando alimentados com ovos de *A. kuehniella* (presa alternativa). A fecundidade diária de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* foi semelhante a sua fecundidade potencial. Castañé, Alomar e Riudavets (2007) relataram que o número de oócitos encontrados em *M. pygmaeus* foi correlacionado com a sua fecundidade, demonstrando de que esta forte correlação pode indicar que o número de oócitos permanece bastante estável ao longo da vida. Portanto, a contagem do número de oócitos pode ser uma variável útil para prever a fecundidade das fêmeas em heterópteros predadores (CALLEBAUT et al., 2004, VANDEKERKHOVE et al., 2006), fato este comprovado neste estudo com as espécies avaliadas. De acordo com Bonte e Clercq (2008), a avaliação da fecundidade pela contagem de número de ovos depositados por heterópteros é um método tedioso e de alto consumo de tempo, sendo isto verdadeiro especialmente no caso de mirídeos predadores, onde os ovos são depositados nos tecidos das plantas e não são facilmente observados (BUENO et al., 2013a, CALIXTO, 2015). A contagem do número de oócitos poderá ser utilizada em substituição aos testes de contagem do número de ovos depositados nos tecidos das plantas (CALLEBAUT et al., 2004; CASTAÑÉ; ALOMAR; RIUDAVETS, 2007; VANDEKERKHOVE et al., 2006).

Os resultados quanto à fecundidade encontrados neste estudo para as três espécies de mirídeos estão de acordo com os padrões de qualidade recomendados pela IOBC, tomando por base a espécie *M. pygmaeus*, a qual deve apresentar fecundidade maior ou igual a 7 ovos/fêmea/72h (LENTEREN et al., 2003). As espécies *C.*

infumatus, *E. varians* e *M. basicornis* apresentaram uma fecundidade diária maior que a encontrada para *N. tenuis* (4,3 ovos/fêmea/dia) tendo como substrato de oviposição plantas de tomate e como alimento *A. kuehniella* (presa alternativa) à 25°C e (MOLLÁ et al., 2014). Dentre os fatores importantes para a obtenção de boa fecundidade e longevidade está à qualidade do alimento oferecido aos predadores. Segundo Bueno et al. (2013a) ovos de *A. kuehniella* (presa alternativa) são uma boa fonte nutricional para estas espécies, e uma nutrição adequada é essencial para o organismo atingir sua aptidão ótima. Ovos de *A. kuehniella* são geralmente utilizada em criações massais de mirídeos (MOLLÁ et al., 2014), por ser considerado um alimento de alto valor nutricional (BONTE; CLERCQ, 2008; CALLEBAUT et al., 2004; PUYSSSELEYR et al., 2013), e suprir as necessidades nutricionais de heterópteros predadores.

No entanto, o tipo de alimento pode influenciar na eficiência dos insetos predadores como agentes de controle (BUENO, 2009), pois pode interferir na formação dos indivíduos. Vandekerkhove et al. (2006) concluíram que o uso de dietas artificiais na criação de *M. pygmaeus* resultou em indivíduos com pesos inferiores e com maior tempo de desenvolvimento comparado a aqueles alimentos com ovos de *A. kuehniella*. Este fato também foi relatado por Castañé e Zapata, (2005) para *M. pygmaeus* e também para *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) (BONTE; CLERCQ, 2008). Além disso, ovos de *A. kuehniella* proporcionaram longevidade das fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* semelhantes a encontrada por Silva et al. (2016) para as mesmas três espécies, quando alimentadas com ovos e lagartas de primeiro instar de *T. absoluta*. Este fato pode ser favorável ao estabelecimento e manutenção desses predadores em cultivos onde a praga estiver presente.

Mirídeos predadores geralmente atacam as presas que estão próximas a eles (RASDI et al., 2009), o que justifica o fato de que neste estudo as três espécies de mirídeos predaram em média um número consideravelmente alto de ovos de *T. absoluta*, pois os ovos foram colocados aleatoriamente nos folíolos de tomate e ficaram muito próximos uns dos outros. Tal fato pode ser justificado que, em altas infestações, pela facilidade do encontro entre predador e presa e decorrente saciação, ocorre, mesmo que temporariamente, maior taxa de predação (HOLLING, 1961). Além disso, Clercq e Degheele (1994) afirmam que altas densidades de presas condicionam os predadores a abandonar uma determinada presa antes que esta seja totalmente consumida para atacar outra presa. Este fato corrobora com o observado neste estudo, uma vez que foram

encontrados ovos de *T. absoluta* que ainda continham vitelo no seu interior, ou seja, não foram totalmente consumidos pelos predadores.

A interpretação dos resultados de predação se torna limitada e muitas vezes difícil para estimar a capacidade de controle dos inimigos naturais. No entanto, as taxas de predação obtida para as três espécies de mirídeos neste estudo fornecem informações sobre a capacidade do predador em encontrar e consumir e assim reduzir o número de presas. Para o caso específico de *T. absoluta*, é sabido que as fêmeas colocam de 10-17 ovos por dia em plantas de tomate durante seu período de oviposição de 15 dias a 25°C (SILVA et al., 2015) e até 146 ovos por planta já foram encontrados em condições de campo (FARIA et al., 2008). Assim, tomando-se como base as taxas de predação encontradas para as três espécies de mirídeos e os dados de fecundidade de *T. absoluta*, podemos estimar que essas três espécies de mirídeos são capazes de diminuir o número de ovos de *T. absoluta* consideravelmente, e talvez o suficiente para o seu controle. Estudos de liberação devem ser conduzidos para obtenção de mais informações quanto ao potencial dessas espécies de mirídeos na redução da praga.

A predação dos adultos das três espécies de mirídeos não variou durante sua vida, diferenciando-se dos estudos conduzidos por Smit (2014), o qual observou que nos primeiros dias o número de ovos predados foi menor. Pode-se supor que para determinar a predação diária, é possível considerar a partir do quinto dia de vida da fêmea. Assim, propõem-se testar a predação por 48h no quinto dia de vida adulta dos mirídeos.

A razão sexual de 1♂:1♀ para *E. varians* e *M. basicornis* foi semelhante a aquela encontrada para *M. pygmaeus* (PERDIKIS; LYKOURESSIS, 2004), *N. tenuis* (SANCHEZ et al., 2009) e *Tupiocoris cucurbitaceus* (Spinola) (Hemiptera: Miridae) (LÓPEZ et al., 2012). Jervis e Copland (1996) reportaram que as espécies diplóides, como os hemípteros, mostram a relação de 1♂:1♀ na razão sexual e com poucas variações. Entretanto, a razão sexual de *C. infumatus* neste estudo foi significativamente maior para a proporção de fêmeas. Segundo Stouthamer, Breeuwer e Hurst (1999) e Cook (2002) o mecanismo de determinação do sexo em invertebrados é de origem genética e/ou ambiental, mas também pode envolver fatores citoplasmáticos (como endossimbiontes *Wolbachia* e *Spiroplasma*). No caso de *C. infumatus* ainda não se tem nenhuma informação e ou explicação para o ocorrido. Mackauer (1976) relatou que populações de inimigos naturais que apresentam diminuição na aptidão,

frequentemente, demonstram problemas na razão sexual aumentando a produção de machos em relação a fêmeas. A razão sexual das espécies *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* mostraram valores maiores que 0,45, demonstrando que as populações desses insetos mantidos em laboratório se encontram com boa qualidade conforme critérios estabelecidos pela IOBC, para a espécie *M. pygmaeus*, a qual segundo Lenteren et al. (2003) deve apresentar número de fêmeas maior ou igual a 45%.

A atividade de voo para as três espécies de mirídeos foi relatada pela primeira vez, e como voo de curta distância, seguindo denominação de Bigler (1992) e Pomari-Fernandes et al. (2016). Teste de voo à longa distância (túnel de voo) foi realizado com *M. pygmaeus* (BACKER et al. 2015). Entretanto, a literatura demonstra de que testes para avaliar a atividade de voo foram realizados tanto para voo à longa distância por meio de um túnel de vento (GUERRIERI, 1997), como também a curta distância realizada em modelos menores como cilindros (BELLON; OLIVEIRA; PEREIRA, 2014; LANGER; BOIVIN; HANCE, 2004; PREZOTTI et al., 2002; RODRIGUES; SAMPAIO; MIRANDA, 2009). Foi comprovado que os resultados foram semelhantes em ambos os testes, fortalecendo que o uso de cilindro é uma forma mais fácil e simples de ser repetido em laboratório quanto ao teste de voo. Também pode indicar proximidade à situação real do que poderá acontecer com o inimigo natural em casa de vegetação e/ou campo pós-liberação (DUTTON; BIGLER, 1995; ENKEGAARD; REITZEL, 1991; FELTRIN-CAMPOS et al., 2016; POMARI-FERNANDES; BUENO; BORTOLI, 2016;). Contudo, Lenteren, (2009), afirma que se o inimigo natural consegue voar de 4-50 cm, ele terá qualidade suficiente para voar nas condições onde for liberado.

Segundo Bush; Neck e Kitto (1976) característica de dispersão como atividade de voo, podem ser fortemente limitada em condições de laboratório, entretanto, esse fato não ocorreu com os insetos avaliados neste estudo. Na primeira hora de avaliação, nem todos os indivíduos de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* voaram, ou seja, alguns deles caminharam pelas paredes do cilindro. Este comportamento pode estar relacionado com o fato de esses insetos terem sido retirados das respectivas gaiolas de criação e em seguida serem colocados em outro ambiente totalmente diferente, o que pode ter levado que primeiramente eles necessitam fazer um reconhecimento do local aonde se encontravam para depois iniciarem a sua atividade de voo. Nesse estudo até o período de 4h após a liberação, 100% dos indivíduos voaram. Os parâmetros biológicos

avaliados mostraram resultados satisfatórios e adequados referentes à qualidade das três espécies criadas em laboratório. Esses testes forneceram uma referência a testes de controle de qualidade (Anexo A), a qual serão viáveis de serem realizados em sistema de produção massal de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*.

5 CONCLUSÕES

A fecundidade potencial é semelhante para todas as espécies.

A fecundidade diária não difere entre as espécies e é semelhante à fecundidade potencial.

A espécie *E. varians* preda maior número de ovos que *C. infumatus* e *M. basicornis*.

A espécie *C. infumatus* apresenta maior número de fêmeas em relação a *E. varians* e *M. basicornis*.

Engytatus varians e *C. infumatus* voam em maior número 1h após a liberação comparada a *M. basicornis*.

Após 4 horas da liberação todas as três espécies se dispersam por meio do voo.

Os testes demonstram de que esses mirídeos apresentam qualidade após a sua criação em massa no laboratório, nas condições testadas.

REFERÊNCIAS

- BACKER, L. de. et al. *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) as an efficient predator of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Europe. A review. **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, Gembloux, v. 18, n. 4, p. 536-543, May. 2014.
- BALE, J. S.; LENTEREN, J. C. van.; BIGLER, F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical transactions of the Royal Society**, London, v. 363, n. 1492, p. 761-776, Feb. 2008.
- BELLON, P. P.; OLIVEIRA, H. N. de; PEREIRA, F. F. Teste de voo como critério de avaliação da qualidade de *Trichospilus Diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 30, n.1, p. 582-584, 2014.
- BIGLER, F. Report of de sixth workshop of the IOBC global working group “Quality control of mass reared arthropods”. **Horsholm**, IOBC, 1992. 26p.
- BONTE, J. et al. Moisture source and diet affect development and reproduction of *Orius thripoborus* and *Orius naivashae*, two predatory anthocorids from southern Africa. **Journal of Insect Science**, Oxford, v.12, n. 1, p. 1-16, Jan. 2012.
- BONTE, M.; CLERCQ, P. de. Developmental and reproductive fitness of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on factitious and artificial diets. **Journal of Economic Entomology**, Berlin, v. 101, n. 4, p. 1127-1133. 2008.
- BUENO, V. H. P. et al. Biological control of *Tuta absoluta*: sampling and evaluation of new hemipteran predators found in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF ARTHROPODS,4.,2013, Pucon. **Proceedings...Pucon: ISBC**, 2013b. v. 1, p. 269-272.
- _____. New records of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) predation by Brazilian Hemipteran predatory bugs. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 137, n. 1/2, p. 29-34, Feb. 2013a.
- BUENO, V. H. P.; LENTEREN, J. C. van. Predatory bugs (Heteroptera). In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Boca Raton: CRC Press, 2012. Cap. 22, p. 539-569.
- BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M.; CARVALHO, L. M. Evaluation of a rearing-method for the predator *Orius insidiosus*. **Bulletin Insectology**, Bologna, v. 59, p. 1-6, 2006.
- BUSH, G. L.; NECK, R. W.; KITTO, G. B. Screwworm eradication, inadvertent selection for noncompetitive ecotypes during mass rearing. **Science**, New York, v. 193, n. 4252, p. 491-493, Aug. 1976.
- CALIXTO, A. M. P. **Population growth, prey preference and pest control potential of three predatory bugs species (Hem.: Miridae), natural enemies of *T. absoluta***

- (**Lep.: Gelechiidae**). 2015. 144 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- CALLEBAUT, B. et al. A fecundity test for assessing the quality of *Macrolophus caliginosus* reared on artificial diets. **Parasitica**, Bruxelles, v. 60, n. 1/2, p. 9-14, Dec. 2004.
- CALVO, F. J. et al. Evaluation of *Dicyphus hesperus* for biological control of sweet potato whitefly and potato psyllid on greenhouse tomato. **Bio Control**, Dordrecht, v. 61, n. 4, p. 415-424, Aug. 2016.
- CASTAÑÉ, C. et al. Effects of founder population size on the performance of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) colonies. **Biological Control**, Orlando, v. 69, 107-112, Feb. 2014.
- CASTAÑÉ, C.; ALOMAR, O. RIUDAVETS, J.; GEMENO, C. Reproductive biology of the predator *Macrolophus caliginosus*: Effect of age on sexual maturation and mating. **Biological Control**, Orlando, v. 43, n. 3, p. 278-286. Dec. 2007.
- CASTAÑÉ, C.; ZAPATA, R. Rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus* on a meat-based diet. **Biological Control**, Orlando, v. 34, n. 1, p. 66-72. July. 2005.
- CLERCQ, P. de.; DEGHEELE, D. Laboratory measurement of predation by *Podisus maculiventris* and *P. sagita* (Hemiptera: Pentatomidae) on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 87, n. 1, p. 76-83, Feb. 1994.
- COHEN A. C.; NORDLUND, D. A.; SMITH, R. A. Mass rearing of entomophagous insects and predaceous mites: are the bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural? **Biocontrol News and Information**, v. 20, n. 3, p.85-90, 1999.
- CONSTANT, B. **Etudes des modalités de ponte de la punaise prédatrice *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae) en vue de l'élaboration d'un support artificiel**. Ph.D. Dissertation. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, France. 1994. 180 p.
- COOK, J. M. Genetics of sex ratio and sex determination: Sex determination in invertebrates. In: HARDY, I. C. W. (Ed.). **Sex Ratios: Concepts and Research Methods**. Cambridge University Press. 2002. p.178-194.
- COSTA-LIMA, A. M. D. Insetos do Brasil. 2 tomos. **Escola Nacional de Agronomia**, Rio de Janeiro. 1940.
- DUTTON, A.; BIGLER, F. Flight activity assessment of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) in laboratory and field conditions. **Biological Control**, Orlando, v. 40, n. 2 p. 223-233, June. 1995.
- ENKEGAARD, A.; REITZEL, J. A simple method for quality control of *Aphidoletes aphidimiza*, *Aphidius matricariae* and *Encarsia formosa*, p. 102-110. In: BIGLER, F.

(Ed.), Workshop of the IOBC global working group “Quality control of mass reared arthropods”, 5th, **Proceedings...** Wageningen, OILB/IOBC. 1991. 205p.

ESASHIKA, D.A.S. et al. Suscetibilidade de adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B a inseticidas. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 34, n. 2, p. 189-195, June. 2016.

FARIA, C. A. et al. Parasitism of *Tuta absoluta* in tomato plants by *Trichogramma pretiosum* Riley in response to host density and plant structures. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1504-1509, Sept. 2008.

FELTRIN-CAMPOS, E. et al. Teste de Voo como Critério de Avaliação da Qualidade de *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae). **EntomoBrasilis**, Dourados, v. 9, n. 2, p. 137-139, June. 2016.

FERREIRA, P. S. F.; HENRY, T. J. Synopsis and keys to the tribes, genera, and species of Miridae (Hemiptera: Heteroptera) of Minas Gerais, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, n.2920, p.1-41, 2011.

FRANCO, K. et al. Egg detection in females of the polyphagous predator *Macrolophus pygmaeus* (Heteroptera: Miridae) by serological techniques. **Journal of Pest Science**, Gainesville, v. 84, n. 1. p. 1-8. Mar. 2011.

GARDNER, S. M.; LENTEREN, J. C. van. Characterization of the arrestment responses of *Trichogramma evanescens*. **Oecologia**, v. 68, n. 2, p. 265-270, Jan. 1986.

GRENIER, S.; CLERCQ, P. de. Comparison of artificially vs. naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. In: LENTEREN, J. C. van. (Ed.). **Quality Control and the Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures**. CAB International; 2003. p. 115-131.

GUERRIERI, E. Flight behaviour of *Encarsia formosa* in response to plant and host stimuli. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 82, n. 2, 129-133, Oct. 1997.

HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, Palo alto, v. 6, n. 1, p. 163-182, Jan. 1961.

HOY, M. A. et al. Issues and ethics in comercial releases of arthropod natural enemies. **American Entomologist**, Lanham, v. 37, n. 2, p. 74-75, June. 1991.

JAWORSKI, C. C. et al. Preference and prey switching in a generalist predator attacking local and invasive Alien Pests. **PlosOne**, San Francisco v. 8, n. 12, Dec. 2013.

JERVIS, M. A. Insects as natural enemies: a practical perspective. **Springer Science & Business Media**, Dordrecht, 2007, 723 p.

JERVIS, M. A.; COPLAND, M. J. W. The life cycle. In: JERVIS, M. A.; KIDD, N. (Ed.). **Insect natural enemies: practical approaches to their study and evaluation**. London: CHAPMAN & HALL, 1996. p. 63-160.

LANGER, A.; BOIVIN, G.; HANCE, T. Oviposition, flight and walking capacity at low temperatures of four aphid parasitoid species (Hymenoptera: Aphidiinae). **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 101, n. 3, p. 473-479, 2004.

LENTEREN, J. C. van. Critérios de Seleção de Inimigos Naturais. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle Biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 2. ed. Lavras: UFLA. v. 1, 2009. p. 11-31, 429 p.

_____. **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CABI Publishing. 2003. 327 p.

_____. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, Dordrecht, v. 57, n. 1, p. 1-20, Feb. 2012.

LENTEREN, J. C. van. et al. Functional responses of three Neotropical mirid predators to eggs of *Tuta absoluta* on tomato. **Insects**, Basel, v. 7, n. 3, p. 1-10, Set. 2016.

_____. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. In: LENTEREN, J. C. van (Ed.). **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. London, CAB, 2003. p. 265-303.

LENTEREN, J. C. van.; TOMMASINI, M. G. Mass production, storage, shipment and release of natural enemies. In: LENTEREN, J. C. van. (Ed.). **Quality Control and the Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures**. CAB International; 2003. p. 181-189.

LENTEREN, J. C. van; WOETS, J. Biological and integrated pest control in greenhouses. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 33, p. 239-269, 1988.

LEPPLA, N. C. Aspects of Total Quality Control for the Production of Natural Enemies. In: LENTEREN J.C. van. (Ed.). **Quality Control and the Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures**. CAB International; 2003, 19-24 p.

LEPPLA, N. C.; ASHLEY, T. R. Quality control in insect mass production: a review and model. **Bulletin Entomological Society of America**, College Park, v.35, p.33-44. 1989.

LEPPLA, N. C.; KING, E. G. The role of parasitoid and predator production in technology transfer of field crop biological control. **Biological Control**, Orlando, v. 41, n. 3, p. 343-360, Sept. 1996.

LINS, JR, J. C. et al. Cold storage affects mortality, body mass, lifespan, reproduction and flight capacity of *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae). **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 110, n. 2, p. 263-270, 2013.

- LÓPEZ, S. N. et al. Biology of *Tupiocoris cucurbitaceus* (Hemiptera: Miridae), a predator of the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) in tomato crops in Argentina. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 22, n. 10, p. 1107-1117, Oct. 2012.
- MACKAUER, M. Genetic problems in the production of biological control agents. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v. 21, p. 369-385, 1976.
- MANSON, L. J.; PASHLEY, D. P.; JOHNSON, S. J. The laboratory as an altered habitat: phenotypic and genetic consequences of colonization. **Florida Entomologist**, Florida, v. 70, n. 1, p. 49-58. 1987.
- MOLLÁ, O. et al. A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops: implications for biological control. **BioControl**. Dordrecht, v. 59, n. 2. p. 175-183. Nov. 2014.
- ORR, D. Biological control and integrated pest management. In: **Integrated Pest Management: Innovation-Development Process** Springer Netherlands, 2009. p. 207-239.
- PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole, São Paulo. 2002. 609 p.
- PAZYUK, I. M.; MUSOLIN D. L.; REZNIK, S. Y. A. Geographic variation in thermal and photoperiodic effects on development of zoophytophagous plant bug *Nesidiocoris tenuis*. **Journal of Applied. Entomology**, Berlin, v. 138, n.1/2, p. 36-44, Feb. 2014.
- PERDIKIS, D. C.; LYKOURESSIS, D. P. *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) population parameters and biological characteristics when feeding on eggplant and tomato without prey. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.97, n. 4, p. 1291-1298, Aug. 2004.
- POMARI-FERNANDES, A.; BUENO, A. de F.; BORTOLI, S. A. de. Size and flight ability of *Telenomus remus* parasitoids reared on eggs of the factitious host *Corcyra cephalonica*. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 60, n. 2, p. 177-181, June. 2016.
- PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Técnica de criação de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). In. PRATISSOLI, D. (Ed). **Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais**, Vitória, 2012, p. 33-47. 308p.
- PREZOTTI, L; et al. Teste de Vôo como Critério de Avaliação da Qualidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): Adaptação de Metodologia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 411-417, July/Sept.2002.
- PUYSSELEYR, V. de. et al. Plantless rearing of the zoophytophagous bug *Nesidiocoris tenuis*. **Bio Control**, Dordrecht, v. 58, n. 2, p. 205-213. 2013.

RASDI, M. Z.; FAUZIAH, I.; MOHAMAD, W. A. K. Biology of *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae) predator of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). **International Journal of Biology**, Toronto, v. 1, n. 2, p. 63-70, 2009.

RODRIGUES, S. M. M.; SAMPAIO, M. V.; MIRANDA, J. E. Avaliação da capacidade de voo, parasitismo e emergência de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p.749-753, out./dez. 2009.

ROUSH, R. T. Genetic variation in natural enemies: critical issues for colonization in biological control. In: MACKAUER, M.; EHLER, L. E.; ROLAND, J. (Ed.). **Critical issues in biological control**. Intercept: Andover, 1990. p. 263-288.

SANCHEZ, J. A. et al. Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Het., Miridae) under different temperature regimes. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 133, n. 2, p. 125-132, Mar. 2009.

SANTOS, A. C. et al. Efficacy of insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick) and other pests in pole tomato. **BioAssay**. Piracicaba, v. 6, n. 4, p. 1-6, Dec. 2011.

SILVA, D. B. et al. Life history data and population growth of *Tuta absoluta* at constant and alternating temperatures on two tomato lines. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 68, n. 2, p. 223-232. Sept. 2015.

_____. Population growth of three mirid predatory bugs feeding on eggs and larvae of *Tuta absoluta* on tomato. **Bio Control**, Dordrecht, v. 61, n. 5, p. 545-553, Apr. 2016.

SILVA, G. A. et al. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Management Science**, Sussex, v. 67, n. 8, p. 913-920, Aug. 2011.

SIQUEIRA, H. A. A. et al. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Pest Management**, v. 47, n. 4, p. 247-251, Nov. 2001.

SIQUEIRA, H. A. A., GUEDES, R. N. C.; PICANÇO, M. C. Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 124, n. 5/6, p. 233-238. Sept. 2000a.

_____. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**. Guildford, v 2, n. 2, p. 147-153, May. 2000b.

SMIT, J. **Lifetime predation and prey selection by the mirid predator *Macrolophus basicornis*, feeding on *Tuta absoluta* and *Bemisia tabaci***. Master Thesis. Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands. 2014.

SORENSEN, J. G; ADDISONB, M. F.; TERBLANCHE, J. S. Mass-rearing of insects for pest management: Challenges, synergies and advances from evolutionary physiology. **Crop Protection**, Guildford, v. 38, 87-94, Aug. 2012.

STOUTHAMER, R.; BREEUWER, J. A. J.; HURST, G. D. D. *Wolbachia pipientis*: Microbial manipulator of arthropod reproduction. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 53, p. 71-102. 1999.

VANDEKERKHOVE, B. et al Effect of diet and mating status on ovarian development and oviposition in the polyphagous predator *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera: Miridae). **Biological Control**, Orlando, v. 39, n. 3, p. 532–538. Dec. 2006.

WITTMAYER, J. L.; COUDRON, T. A.; ADAMS, T. S. Ovarian development, fertility and fecundity in *Podisus maculiventris* Say (Het.: Pentatomidae): an analysis of the impact of nymphal, adult, male and female nutritional source on reproduction.

Invertebrate Reproduction and Development, Rehovot, v. 39, n. 1, p. 9-20, Dev. 2001.

ANEXO

Descrição para realização de testes de controle de qualidade para *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* baseado nos critérios já estabelecidos pela IOBC (LENTEREN et al., 2003):

Campyloneuropsis infumatus Carvalho, *Engytatus varians* Distant e *Macrolophus basicornis* Stål (Hemiptera: Miridae)

Condições dos testes	Temperatura:	24 ± 1°C
	Umidade relativa	70 ± 10%
	relativa:	
	Fotoperíodo:	12h de fotofase

Critérios de controle de qualidade

Fecundidade potencial	≥ 8 oócitos/fêmea; um teste semestral
Longevidade	≥ 27 dias/fêmea; um teste semestral
Taxa de predação	≥ 25 ovos de <i>T. absoluta</i> /fêmea/48h; n=25; um teste semestral
Razão sexual	≥ 65% fêmeas de <i>C. infumatus</i> ; ≥ 45% fêmeas de <i>E. varians</i> e <i>M. basicornis</i> ; n=100; teste sazonal
Atividade de voo	Teste simples, ver abaixo, teste sazonal

Descrição testes

Fecundidade potencial	Coletar 30 fêmeas, previamente acasaladas com idade de sete dias após a última ecdise da ninfa de 5º instar, e processar a dissecação. A fecundidade da fêmea será avaliada por meio da presença do oócito maduro (presença de córion) presentes nos ovários direito e esquerdo. Para a contagem dos oócitos maduros, cada fêmea deverá ser morta em álcool 70% dentro de tubos de vidros (8 x 2,5 cm), e em seguida transferida para placa de Petri (9 cm de diâmetro) contendo solução fisiológica (Cloreto de Sódio 0,9%). Será feito um corte com estilete do lado esquerdo do abdômen na parte ventral para a remoção cuidadosa dos ovários direito e
-----------------------	--

esquerdo com o auxílio de pincéis finos (número 000) sob um microscópio estereoscópico (aumento de 30x). Será contabilizado o número de oócitos maduros. O número de oócitos para fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* deverá ser ≥ 8 oócitos/fêmea.

Longevidade

Coletar 100 ninfas de 5° instar e individualizá-las em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo disco foliar de *N. tabacum* (4,5 cm de diâmetro) em solução ágar-água a 1% e ovos de *A. kuehniella (ad libitum)* e vedar as placas com filme PVC. Para avaliar a longevidade, serão formados 30 casais recém-emergidos, cada casal será colocado em frascos plásticos (250 mL), contendo um planta de fumo de (6 cm) com suas raízes envolvidas com algodão umedecido e filme PVC, acrescentar ovos de *A. kuehniella ad libitum* 3 vezes por semana. Verificar a mortalidade da fêmea diariamente. A longevidade das fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* deverá ser ≥ 27 dias.

Taxa de predação

Coletar 25 fêmeas da criação de aproximadamente cinco dias de idade, em seguida coloque-as individualmente em placas de Petri (9cm de diâmetro) contendo um folíolo de tomate com 100 ovos de *T. absoluta* e permitir que a fêmea consuma ovos por 48h; vedar a placa com filme PVC. Após 48h remover a fêmea e contar o número de ovos consumidos (ovos com córion vazio). A taxa de predação por fêmeas de *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis* deverá ser pelo menos de 25 ovos de *T. absoluta* /fêmea/48h.

Razão sexual

Tomar uma amostra ao acaso de 100 indivíduos da criação do predador e determinar a razão sexual, de acordo com as características morfológicas externas na qual o macho possui abdómen cilindroide e com os últimos segmentos curvados ligeiramente para baixo. A

fêmea possui o abdômen mais grosso na altura do sexto segmento aonde se articula o ovipositor. A razão sexual para *C. infumatus* deverá ser $\geq 65\%$ de fêmeas, e para *E. varians* e *M. basicornis* deverá ser $\geq 45\%$ de fêmeas.

Atividade de voo

O modelo adaptado utilizado na atividade de voo (Figura 1) consiste de um cilindro de PVC com 10 cm de largura por 20 cm de altura, apoiado na base com auxílio de massa de modelar acrílica, o que permite perfeita vedação, em um prato redondo de plástico preto (14 cm). Ao centro do cilindro se encontra um tubo de vidro (8 x 2,5 cm de diâmetro) onde será colocado os insetos. Para tampar o cilindro e assim evitar a fuga dos insetos, deverá utilizar uma placa de vidro transparente (15 cm de diâmetro), contendo na sua parte interna cola entomológica (Bio Stick®), livre de odores, o que permitirá que os insetos voadores fiquem aderidos na parte superior do cilindro. O cilindro deverá ser colocado sobre uma bancada logo abaixo de uma fonte de luz fluorescente de 40 Wats. Na parte inferior interna desse cilindro colocar 10 machos e 10 fêmeas coletadas ao acaso da criação e colocá-los no interior de um tubo de acrílico (8 x 2 cm); após 2h observar o número de insetos colados na parte superior adesiva. A porcentagem de insetos voadores após 2h da liberação deverá ser $\geq 60, 50$ e 40% , para *C. infumatus*, *E. varians* e *M. basicornis*, respectivamente; n=10.