

**BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE *Orius*
insidiosus (Say, 1832) (Hemiptera:
Anthocoridae) E DE *Frankliniella*
occidentalis (Pergande, 1895)
(Thysanoptera: Thripidae) EM
TEMPERATURAS ALTERNANTES**

ALEXA GABRIELA SANTANA

2009

ALEXA GABRIELA SANTANA

**BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE *Orius insidiosus* (Say, 1832)
(Hemiptera: Anthocoridae) E DE *Frankliniella occidentalis* (Pergande,
1895) (Thysanoptera: Thripidae) EM TEMPERATURAS ALTERNANTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do curso de Doutorado
em Entomologia, área de concentração em Controle
Biológico de Pragas, para a obtenção do título de
“Doutor”.

Orientadora

Profª. Dra. Vanda Helena Paes Bueno

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos
da Biblioteca Central da UFLA**

Santana, Alexa Gabriela.

Biologia e tabela de vida de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) e de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) em temperaturas alternantes / Alexa Gabriela Santana. – Lavras : UFLA, 2009.

118 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Vanda Helena Paes Bueno.

Bibliografia.

1. Parâmetros biológicos. 2. Temperaturas alternantes. 3. Predador. 4. Presa. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 632.96

ALEXA GABRIELA SANTANA

**BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE *Orius insidiosus* (Say, 1832)
(Hemiptera: Anthocoridae) E DE *Frankliniella occidentalis* (Pergande,
1895) (Thysanoptera: Thripidae) EM TEMPERATURAS ALTERNANTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do curso de Doutorado
em Entomologia, área de concentração em Controle
Biológico de Pragas, para a obtenção do título de
“Doutor”.

APROVADA, em 22 de maio de 2009.

Dra. Alessandra de Carvalho Silva	UNINCOR
Dra. Lívia Mendes de Carvalho	EPAMIG
Dr. Geraldo Andrade Carvalho	UFLA
Dra. Simone Martins Mendes	EMBRAPA

Profa. Dra. Vanda Helena Paes Bueno
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

DEDICO E OFEREÇO

Aos meus pais, Dudu e Cida, à minha irmã, Paloma, pelo incentivo, carinho e apoio em todas as fases de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e suas bênçãos.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de completar minha formação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos.

À Dra. Vanda Helena Paes Bueno, pelos grandes conhecimentos transmitidos e orientação durante esses anos.

À Dra. Alessandra de Carvalho Silva, pela grande ajuda ao longo desses anos e, principalmente, pelo carinho e amizade.

À Dra. Simone Martins Mendes, pela disponibilidade e ajuda para finalização deste trabalho.

À Dra. Lívia Mendes Carvalho pela ajuda fornecida e sugestões para a melhoria deste estudo.

Ao Dr. Geraldo Andrade Carvalho pela grande ajuda e amizade durante esses anos.

Dr. Luiz Cláudio Paterno Silveira pelo grande auxílio e identificação do material.

A todos os professores do Departamento de Entomologia, pelos ensinamentos e pelas palavras de incentivo.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Elaine, Eliana, Lisiane, Júlio, Irene e Marli. Em especial ao Fábio, pelo carinho, amizade e disponibilidade de ajudar sempre e à Nazaré pela amizade e convivência.

Aos amigos de laboratório, Bruno, Diego, Juraci, Lívia. Aos estagiários, Ana Maria, Adriana e Flávio pela ajuda.

Aos grandes amigos que conquistei Andréa, Alexandre, Fabrícia, Lucas, Marcelo, Marçal, Ricardo, Rosane, Ronelza, Rodrigo, Sabrina, Tathiana,

Vanessa, Vanesca, Thais, Luciene, Verônica e Anderson. Em especial, à Lia e Melissa pelo carinho, amizade e, principalmente, pela disponibilidade e ajuda nos momentos difíceis.

À Rose e família pela grande amizade, convivência e ajuda. Pessoas que são especiais para mim, meu respeito e carinho.

À Débora, minha companheira de república, que compartilhou das alegrias e tristezas, sempre com sorriso e calma, quando necessários, muito obrigada por estar sempre ao meu lado.

Aos amigos da república Dr. Cana pelos momentos de descontração e amizade.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho e, principalmente, para a minha formação como pessoa.

“O futuro tem muitos nomes. Para os fracos é o inalcançável. Para os temerosos, o desconhecido. Para os valentes é a oportunidade”.

(Victor Hugo)

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
CAPITULO 1.....	1
1 Introdução Geral	2
2 Referências Bibliográficas.....	4
CAPÍTULO 2: Efeito de temperaturas alternantes na fase imatura do predador <i>Orius insidiosus</i> (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)	6
1 Resumo	7
2 Abstract.....	8
3 Introdução	9
4 Material e Métodos	11
4.1 Combinações de temperaturas com alternância entre diurnas e noturnas..	11
4.2 Desenvolvimento e sobrevivência de <i>O. insidiosus</i>	11
4.3 Análise dos dados	12
5 Resultados e Discussão.....	14
5.1 Duração dos instares de <i>O. insidiosus</i>	14
5.2 Desenvolvimento de <i>O. insidiosus</i>	18
5.3 Sobrevivência dos diferentes instares e da fase ninfal de <i>O. insidiosus</i>	19
5.4 Exigências térmicas de <i>O. insidiosus</i>	24
5.5 Razão sexual de <i>O. insidiosus</i>	27
6 Conclusões.....	29
7 Referências Bibliográficas.....	30
CAPÍTULO 3: Reprodução e longevidade de <i>Orius insidiosus</i> (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) em temperaturas alternantes	33
1 Resumo	34
2 Abstract.....	35

3	Introdução	36
4	Material e Métodos	38
4.1	Combinações de temperaturas com alternância entre diurnas e noturnas..	38
4.2	Obtenção de adultos de <i>O. insidiosus</i>	38
4.3	Reprodução e longevidade de <i>O. insidiosus</i>	39
4.4	Análise dos dados	40
5	Resultados e Discussão.....	41
5.1	Reprodução de <i>O. insidiosus</i>	41
5.2	Período embrionário de <i>O. insidiosus</i>	49
5.3	Longevidade de <i>O. insidiosus</i>	50
6	Conclusões	53
7	Referências Bibliográficas	54
CAPÍTULO 4: Biologia de <i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) em temperaturas alternantes.....		57
1	Resumo	58
2	Abstract.....	59
3	Introdução	60
4	Material e Métodos	62
4.1	Obtenção de <i>F. occidentalis</i>	62
4.2	Criação de <i>F. occidentalis</i>	62
4.3	Combinações de temperaturas com alternância entre diurnas e noturnas..	63
4.4	Desenvolvimento e sobrevivência de <i>F. occidentalis</i>	63
4.5	Exigências térmicas	64
4.6	Reprodução e longevidade de <i>F. occidentalis</i>	64
4.7	Análise dos dados	65
5	Resultados e Discussão.....	67
5.1	Desenvolvimento de <i>F. occidentalis</i>	67
5.2	Sobrevivência dos diferentes estágios de <i>F. occidentalis</i>	71
5.3	Exigências térmicas de <i>F. occidentalis</i>	73

5.4 Reprodução de <i>F. occidentalis</i>	77
5.5 Longevidade de <i>F. occidentalis</i>	79
6 Conclusões.....	81
7 Referências Bibliográficas.....	82
CAPÍTULO 5: Tabela de vida de fertilidade do trips <i>Frankliniella</i> <i>occidentalis</i> (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) e do predador <i>Orius insidiosus</i> (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)	
1 Resumo	87
2 Abstract.....	88
3 Introdução	89
4 Material e Métodos	91
4.1 Combinações de temperaturas com alternância entre diurnas e noturnas..	91
4.2 Obtenção de adultos de <i>F. occidentalis</i>	91
4.3 Tabela de vida de fertilidade de <i>F. occidentalis</i>	92
4.4 Obtenção de adultos de <i>O. insidiosus</i>	92
4.5 Tabela de vida de fertilidade de <i>O. insidiosus</i>	93
4.6 Análise dos dados	93
5 Resultados e Discussão.....	95
5.1 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de <i>F.</i> <i>occidentalis</i>	95
5.2 Tabela de vida de fertilidade de <i>Frankliniella occidentalis</i>	99
5.3 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de <i>O.</i> <i>insidiosus</i>	102
5.4 Tabela de vida de fertilidade de <i>O. insidiosus</i>	106
6 Conclusões.....	113
7 Referências Bibliográficas.....	114

RESUMO

SANTANA, Alexa Gabriela. **Biologia e tabela de vida de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) e de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) em temperaturas alternantes.** 2009. 118 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

As flutuações de temperaturas entre aquelas diurnas e noturnas, principalmente, em casas de vegetação, podem influenciar parâmetros biológicos de pragas e inimigos naturais e, assim, o sucesso do controle biológico. Realizou-se este trabalho com os objetivos de examinar os efeitos de diferentes combinações de temperatura, com alternância entre diurnas e noturnas (21/11°C, 24/18°C, 27/21°C e 30/26±1°C), no desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e longevidade do predador *Orius insidiosus* (Say, 1832). Também determinar os requerimentos termais e a tabela de vida de fertilidade do predador e da presa *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), além de avaliar o efeito dessas temperaturas na biologia de *F. occidentalis*. O tempo de desenvolvimento de *O. insidiosus* foi maior quanto menor a temperatura flutuante a que foi exposto e maior o intervalo entre a diurna e noturna. O maior índice de sobrevivência ninfal foi obtido nas temperaturas mais altas. A temperatura base da fase ninfal de *O. insidiosus* foi de 12,4°C e a constante térmica de 155 GD. Não houve diferença significativa na razão sexual de *O. insidiosus* quando esse predador foi mantido sob as diferentes combinações de temperaturas. Os maiores períodos de pré-oviposição e oviposição foram observados a 21/11°C e os menores a 30/26°C. A maior fecundidade diária do predador foi verificada nas temperaturas mais altas. Foi observada, entretanto, uma diminuição gradual e significativa na longevidade de *O. insidiosus* quando as temperaturas diurnas e noturnas foram mais altas. Para *F. occidentalis* foi verificado que, na temperatura mais baixa (21/11°C), houve um prolongamento dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e da longevidade, enquanto a 30/26°C foi constatado o maior número de ninfas/fêmea. A taxa intrínseca de aumento (r_m) do predador *O. insidiosus* foi maior que a da presa *F. occidentalis* entre as combinações de temperaturas alternantes mais altas. Pelos resultados obtidos são demonstrados que os parâmetros biológicos de *O. insidiosus* e de *F. occidentalis* foram influenciados pelas combinações de temperaturas alternantes testadas. O predador *O. insidiosus* apresenta potencial como agente de controle biológico do trips *F. occidentalis* considerando os parâmetros de crescimento.

* Comitê Orientador: Dra. Vanda Helena Paes Bueno - UFLA (Orientadora) e Dra. Alessandra de Carvalho Silva - UNINCOR (Co-orientadora).

ABSTRACT

SANTANA, Alexa Gabriela. **Biology and life table of *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) and of *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) in alternating temperatures.** 2009. 118p. Thesis (Doctorate in Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG*.

The temperature fluctuations between those diurnal and nocturnal, mainly in greenhouses, can influence biological parameters of pests and natural enemies and thus the success of biological control. This work aimed to evaluate the effects of different combinations temperature, with alternation between diurnal and nocturnal (21/11°C, 24/18°C, 27/21°C e 30/26±1°C), on the developmental time, survival and longevity of the predator *Orius insidiosus* (Say, 1832). Also determine the thermal requirements and the fertility life table of the predatory bug and prey *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), and the effect of those temperatures on the biology of *F. occidentalis*. The developmental time of *O. insidiosus* was higher as the temperatures were decreasing and increasing the interval between diurnal and nocturnal ones. The highest rate of nymphal survival was found in the highest temperatures. The base temperature of the nymphal phase of *O. insidiosus* was 12.4°C and the thermal constant 155 GD. There were no significant differences in the sex ratio of *O. insidiosus* when this predator was kept under different temperature combinations. The longest periods of pre-oviposition and oviposition were found at 21/11°C and the shortest ones at 30/26°C. The greatest daily fecundities of the predator were verified at the highest temperatures. Nevertheless, a gradual and significant decrease in the longevity of the adults of *O. insidiosus* was found when the diurnal and nocturnal temperatures were highest. At the lowest temperature (21/11°C), there was a lengthening of the pre-reproductive, reproductive periods and of longevity of *F. occidentalis*, while at 30/26°C, the greatest number of nymphs/females was found. The intrinsic rate of increase (r_m) of the predator *O. insidiosus* was greater than that of the prey *F. occidentalis* among the combinations of higher alternating temperatures. The results demonstrate that the biological parameters of *O. insidiosus* and of *F. occidentalis* were influenced by the combinations of alternating temperatures. The predatory bug *O. insidiosus* present potential as biological control agent of *F. occidentalis* considering the growing parameters.

*Guidance Committee: Dra. Vanda Helena Paes Bueno- UFLA (Adviser) and Dra. Alessandra de Carvalho Silva - UNINCOR (Co-Adviser).

CAPITULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tripses *F. occidentalis* são insetos fitófagos que causam grandes problemas, principalmente, em hortaliças e plantas ornamentais em cultivo protegido, tanto por meio de danos diretos nas plantas como pela transmissão de vírus, sendo o seu controle dificultado em virtude da alta capacidade reprodutiva (Tommasini & Maini, 1992; Ananthkrishnan, 1993; Monteiro et al., 2001).

Predadores generalistas do gênero *Orius* são distribuídos geograficamente em diversas partes do mundo, com presença em vários agroecossistemas e causam impacto relevante sobre populações de tripses (Ruberson et al., 2001). *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae), uma espécie neártica, comum no Brasil, é encontrado tanto em sistemas manejados como naturais e usado como agente no controle biológico, principalmente, do tripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Bueno, 2003), e seu controle biológico aumentativo utilizado extensivamente em casas de vegetação com grande sucesso na Europa, Ásia e América do Norte (Lenteren, 2006).

Os parâmetros biológicos dos insetos são influenciados por uma ampla gama de fatores bióticos e abióticos que podem afetar as suas populações. A temperatura é o principal fator abiótico (Dente & Walton, 1997) a qual afeta não somente os artrópodes-pragas como também os seus inimigos naturais, delimitando a sua sobrevivência e reprodução (Hallman & Denlinger, 1998).

Considerando-se ambientes protegidos, tanto os inimigos naturais como as pragas são expostos e reagem de formas diferentes, dependendo das condições climáticas e do tipo de cultura, quanto aos diferentes aspectos de sua biologia (Jackobsen et al., 2005). Em regiões tropicais e subtropicais, as flutuações e/ou variações de temperatura são mais frequentes (Bueno, 2005), significando que o inseto é submetido a uma temperatura diurna e a uma outra

noturna. Segundo Lindquist (1998), o normal é ter temperaturas diurnas mais quentes em relação às temperaturas noturnas.

Deste modo, as pragas e inimigos naturais sobrevivem e se reproduzem ao longo de uma ampla faixa de temperatura, mas eles o fazem somente com níveis variáveis de sucesso em diferentes temperaturas (Hallman & Denlinger, 1998). Assim, o conhecimento do ciclo de vida e da influência da temperatura no desenvolvimento e na reprodução desses artrópodes é fundamental para estimativas do sucesso de programas de controle biológico (Roy et al., 2002). Para compreender melhor a distribuição e abundância dos mesmos, um método comumente utilizado é a determinação de Tabelas de vida de fertilidade, que podem servir de base para a adaptação de medidas compatíveis para o controle das pragas (Townsend et al., 2006). Em laboratório, a taxa intrínseca de aumento (r_m) de uma população pode ser determinada sob várias condições como em relação à qualidade do alimento, temperatura, umidade e fotoperíodo (Bosch, 1982).

Estudos visando à compreensão da relação existente entre as variações de temperatura e os parâmetros biológicos dos inimigos naturais e das pragas são essenciais para avaliar suas dinâmicas populacionais e a conseqüente interação praga e inimigo natural, importante em termos da aplicação do controle biológico.

Neste trabalho objetivou-se avaliar a influência de temperaturas alternantes, com combinação entre diurna e noturna, na biologia do predador *O. insidiosus* e da presa *F. occidentalis*, bem como determinar a Tabela de vida desses insetos visando à implementação de programas de controle biológico em sistemas de cultivos protegidos.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANANTHAKRISHNAN, T. N. Bionomics of thrips. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 38, p. 71-92, 1993.

BOSCH, R. van den. An introduction to biological control. In: _____. **Life table analysis in population ecology**. Albany: Plenum, 1982. p. 95-115.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e multiplicação de percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff. In: _____. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2003. p. 68-90, 196 p.

BUENO, V. H. P. Controle biológico de tripes: pragas sérias em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 31-39, 2005.

DENT, D. R.; WALTON, M. P. Methods in ecological e agricultural entomology. In: _____. **Quantifying insect populations: estimates and parameters**. Wallingford: CAB Internacional, 1997. p. 57-107.

JAKOBSEN, L.; BROGAAD, M.; KORNER, O.; ENKEGAARD, A.; AASLYNG, J. M. The influence of a dynamic climate on pests, diseases and beneficial organisms: recent research. **Bulletin of International Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 28, n. 1, p. 127-134, Jan. 2005.

HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. Introduction: temperature sensitivity and integrated pest management. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. chap. 1, p. 1-5. Disponível em: <<http://pestdata.nesc.edu/ipmtext/cap 1.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2006.

LENTEREM, J. C. van. How not evaluate augmentative biological control. **Biological Control**, Orlando, v. 39, n. 2, p. 115-118, Apr. 2006.

LINDQUIST, R. K. Temperature in the management of insect and mite pests in greenhouses. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. chap. 11, p. 287-292.

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A.; ZUCCHI, R. A. Espécies de *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) de importância agrícola no Brasil. **Neotropical Entomology**, Stanford, v. 30, n. 1, p. 65-72, Jan. 2001.

ROY, M.; BRODEUR, J.; CLOUTIER, C. Relationship between temperature and developmental rate of *Stetorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 31, n. 1, p. 177-186, May 2002.

RUBERSON, J. R.; YEARGAN, K. V.; NEWTON, B. Variation in diapause responses between geographic populations of the predator *Geocoris punctipes* (Heteroptera: Geocoridae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 94, n. 1, p. 116-122, Feb. 2001.

TOMMASINI, M. G.; MAINI, S. Thrips control on protected sweet pepper crops: enhancement by means of *Orius laevigatus* releases. In: THRIPS AND TOSPOVIRUSES: PROCEEDING OF THE INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON THYSANOPTERA, 7., 1992, Bologna. **Proceedings...** Bologna: CSIRO Entomology, 1992. p. 249-256.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. Fundamentos em ecologia. In: _____. **Natalidade, mortalidade e dispersão**. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 184-219.

CAPÍTULO 2

Efeito de temperaturas alternantes na fase imatura do predador *Orius insidiosus*
(Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)

1 RESUMO

As flutuações de temperaturas entre aquelas diurnas e noturnas, principalmente, em casas de vegetação, podem influenciar parâmetros biológicos de inimigos naturais e, assim, o sucesso do controle biológico. O presente trabalho foi realizado com os objetivos de examinar o efeito de temperaturas alternantes sobre a fase imatura do predador *Orius insidiosus* (Say, 1832), bem como determinar as suas exigências térmicas. Os testes foram conduzidos em câmaras climatizadas nas combinações de temperaturas diurnas/noturnas 21/11, 24/18, 27/21 e 30/26±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h. Para cada combinação de temperatura avaliada foram usadas 66 ninfas recém eclodidas de *O. insidiosus*, as quais foram individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro), contendo ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) como alimento e algodão umedecido como fonte de umidade, onde permaneceram até se tornarem adultos. O tempo requerido para o desenvolvimento de *O. insidiosus* foi crescente à medida que as temperaturas foram diminuindo e o intervalo entre a diurna e noturna foi aumentando, de 9,7; 15,2; 18,0 e 35,5 dias a 30/26, 27/21, 24/18 e 21/11°C, respectivamente. A taxa de sobrevivência ninfal do predador foi de 97,2; 94,3; 95,2 e 70,3%, da maior para a menor temperatura testada, não havendo diferença entre as três temperaturas mais altas. A temperatura base da fase ninfal de *O. insidiosus* foi de 12,4°C e a constante térmica igual a 155 GD. Não houve diferença significativa na razão sexual de *O. insidiosus* quando esse predador foi mantido sob as diferentes combinações de temperaturas. Os resultados indicam que as temperaturas alternantes influenciam o desenvolvimento e a sobrevivência de *O. insidiosus* e que o predador apresenta melhor adaptação em temperaturas mais altas e com menor intervalo de variação em termos de temperaturas diurnas e noturnas.

2 ABSTRACT

Diurnal and nocturnal temperature fluctuations, mainly in greenhouses, can influence biological parameters of natural enemies and, as a consequence, the success of biological control. The objective this study was to evaluate the effect of alternating temperatures on immature phases of the predator *Orius insidiosus* (Say, 1832), as well as to determine its thermal requirements. The tests were carried out in climatized chambers at temperature combinations: 21/11, 24/18, 27/21, and 30/26±1°C (diurnal/nocturnal), RH 70±10% and photophase 12h. Newly-hatched nymphs were individualized in Petri dishes (5cm in diameter) containing *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) eggs as food and moistened cotton wools as a source of humidity and kept during the day in one temperature and during the night in another ones, following the different combinations of temperatures. *O. insidiosus* developmental time increased as the temperature decreased and as the range between diurnal and nocturnal temperatures increased, showing 9.7; 15.2; 18.0 and 35.5 days at 30/26, 27/21, 24/18 and 21/11°C, respectively. This predator's nymph survival rates were 97.2; 94.3; 95.2 and 70.3% in the same temperatures, with higher survival rates in the higher temperatures. The base temperature of the nymph phase of *O. insidiosus* was 12.4°C and its thermal constant was 155 day-degrees. There were no significant differences in the sex ratio of *O. insidiosus* when this predator was kept under different temperature combinations. The results indicate the alternating temperatures influence the development and survival of *O. insidiosus* and that this predator is better adapted to higher temperatures and smaller range of variation between diurnal and nocturnal temperatures.

3 INTRODUÇÃO

A temperatura é um fator ecológico que exerce influência na velocidade de desenvolvimento dos insetos, visto que essa relação é traduzida em termos de constante térmica e medida em graus-dia (Dent & Walton, 1997). Atualmente, muitos estudos que envolvem a temperatura e os diversos parâmetros biológicos dos insetos são direcionados à submissão desses organismos a condições constantes de temperatura, podendo esta apresentar uma variação de ± 2 a $\pm 5^\circ\text{C}$ em laboratório (Liu et al., 1995; Carvalho et al., 2005; Mendes et al., 2005).

Considerando-se ambientes protegidos, pragas e inimigos naturais são expostos e reagem às condições climáticas presentes dentro de uma casa de vegetação, na qual, em regiões temperadas, na maioria dos casos, a temperatura é mantida constante (Jakobsen et al., 2005). Já naquelas localizadas em regiões tropicais e subtropicais, as flutuações e/ou variações de temperatura são mais freqüentes (Bueno, 2005), significando que o inseto é submetido a uma temperatura diurna e a uma outra noturna e o normal é terem, segundo Lindquist (1998), temperaturas diurnas mais quentes em relação às temperaturas noturnas.

O desenvolvimento de insetos em laboratório sob condições constantes de temperatura tem mostrado ser diferente daquele onde são submetidos a temperaturas alternantes (Siddiqui & Barlow, 1973), usualmente apresentando um desenvolvimento mais rápido sob essas últimas condições (Sengonça et al., 1994). Jakobsen et al. (2005), no entanto, chamam a atenção para o fato de que, enquanto alguns estudos mostram diferenças significativas no desenvolvimento em temperaturas constantes e flutuantes, outros não têm revelado diferenças.

O desenvolvimento e a sobrevivência das espécies do gênero *Orius* são bastante influenciados pela temperatura e pelo fotoperíodo e a colonização, assim como a dispersão desses predadores em casas de vegetação, também podem ser afetadas por esses fatores frente às diferentes estações do ano.

Segundo Meiracker (1999), introdução de predadores das espécies do gênero *Orius* em casas de vegetação na primavera pode comprometer seriamente o encontro para o acasalamento e atrasar o crescimento populacional, interferindo no controle biológico de tripes, se houver uma combinação de baixa densidade inicial do predador com uma dispersão limitada.

Mediante estudos há demonstrações de que para *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae), a espécie mais comum no Brasil, a temperatura constante de 25°C atua de forma bastante decisiva em seus diversos parâmetros biológicos e influencia a sua criação em laboratório (Bueno et al., 2007). Investigações sobre os efeitos de regimes climáticos dinâmicos ou temperaturas alternantes para os predadores do gênero *Orius*, no entanto, são escassos. O maior conhecimento das adaptações às condições de diferentes combinações e/ou alternâncias de temperatura para *O. insidiosus* permitirá obter informações mais precisas para sua criação em laboratório bem como de atividades e/ou ocorrência de suas populações em casas de vegetação e, conseqüentemente, da sua atuação como agente de controle biológico e estabelecimento em sistemas de cultivos protegidos.

O presente estudo foi realizado com os objetivos de examinar os efeitos de diferentes combinações de temperaturas com alternância entre diurnas e noturnas, no desenvolvimento e sobrevivência de *O. insidiosus* em condições de laboratório, bem como determinar os requerimentos termais do predador.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Combinações de temperaturas com alternância entre diurnas e noturnas

As temperaturas utilizadas no experimento foram definidas considerando-se os dados de temperaturas médias, máximas e mínimas, diurnas e noturnas, coletados diariamente nos últimos cinco anos, no interior de casas de vegetação com cultivos de rosas, no Sítio Reijers, município de Andradas, estado de Minas Gerais, localizado a 22°04'05"S e 46°34'09"W, a 920 m de altitude. Este estudo é complemento de trabalhos realizados com liberações do predador *O. insidiosus* neste local. As temperaturas foram então agrupadas formando as combinações de temperatura diurno-noturna: 21/11°C, 24/18°C, 27/21°C e 30/26±1°C, caracterizando as estações do ano inverno, outono, primavera e verão, respectivamente. As temperaturas médias correspondentes a essas combinações são iguais a 16, 21, 24 e 28°C, respectivamente.

Os experimentos usando essas temperaturas diurnas/noturnas foram conduzidos em câmaras climatizadas em que as mais altas temperaturas, as diurnas, foram associadas com a fotofase de 12 horas e as mais baixas, as noturnas, com a escotofase, com umidade relativa de 70±10%.

4.2 Desenvolvimento e sobrevivência de *O. insidiosus*

Ovos do predador *O. insidiosus* foram obtidos da criação de manutenção do Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia, na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Essa criação foi mantida sob temperatura constante de 25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h de acordo com metodologia proposta por Bueno et al. (2007).

As hastes de picão-preto (*Bidens pilosa* L.), provenientes da criação de manutenção e com ovos de *O. insidiosus* com até 24h de idade, foram distribuídas em quatro placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo um pedaço

de algodão umedecido para evitar a dessecação dos ovos. Essas placas foram mantidas em câmaras climatizadas, em cada uma das combinações de temperaturas diurna/noturna a serem testadas, até a eclosão das ninfas, quando as mesmas foram utilizadas no experimento.

Para cada combinação de temperatura avaliada, foram usadas 66 ninfas recém eclodidas de *O. insidiosus*, que foram individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro) e mantidas em câmaras climatizadas com as respectivas combinações de temperatura diurna/noturna. Em cada placa de Petri foram colocados ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) como alimento *ad libitum* e um chumaço de algodão umedecido com água destilada. A água e o alimento foram fornecidos a cada dois dias. Diariamente, foram registradas a presença/ausência de exúvias e a mortalidade das ninfas, avaliando-se o número e a duração dos ínstars, o período de desenvolvimento, a sobrevivência em cada ínstar e a sobrevivência ninfal.

Foi avaliada a razão sexual de 24, 53, 66 e 55 adultos, para as temperaturas 21/11°C, 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C, respectivamente, e, posteriormente, esses adultos foram usados no teste para avaliar o efeito dos diferentes regimes de temperatura na reprodução e longevidade de *O. insidiosus*.

4.3 Análise dos dados

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Para cada temperatura, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível nominal de significância de 5%, e utilizado o software estatístico R[®] (versão 2.5.1-Survival).

O período ninfal foi analisado, por meio da análise de sobrevivência, ou seja, quanto aos tempos de permanência em cada ínstar independente do sexo. Por meio do estimador não paramétrico de Kaplan-Meier, foi calculada a curva

de sobrevivência e estimado o tempo mediano de sobrevivência das ninfas. Esse tempo foi obtido, traçando-se uma reta paralela ao eixo x (tempo de vida), partindo de 0,5 de sobrevivência (eixo y), até a interceptação com as curvas de sobrevivência. O ponto de encontro plotado no eixo x corresponde ao tempo mediano. O tempo mediano de vida é o valor no qual pelo menos 50% dos indivíduos de uma amostra passam pelo evento de interesse, que nesse caso referiu-se à mudança de ínstar ou fase, de acordo com metodologia proposta por Colosimo & Giolo (2006).

Como as condições térmicas durante a fotofase e escotofase foram constantes, foi possível determinar os requerimentos termais de *O. insidiosus* usando o Método da Hipérbole, através da temperatura base (Tb) e a constante térmica (K) do primeiro, terceiro e quarto ínstars, bem como o período ninfal de *O. insidiosus*, que foi calculado aplicando-se uma média ponderada, segundo Haddad et al. (1999). Para o segundo e quinto ínstars do predador não foi possível calcular a temperatura base (Tb) e a constante térmica (K) em razão de os dados serem dispersos o que impossibilitou o ajuste ao modelo.

Para os dados de razão sexual foi realizado o Teste de Hipótese Z unilateral (ao nível de significância de 5%), considerando a igualdade entre as razões sexuais nos regimes de temperaturas avaliadas com seis combinações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Duração dos ínstaes de *O. insidiosus*

Ninfas de *O. insidiosus* apresentaram cinco ínstaes em todas as combinações de temperaturas alternantes avaliadas, estando de acordo com estudos referentes às espécies do gênero *Orius* quando submetidos a temperaturas constantes (Meiracker, 1999; Mendes et al., 2005).

Foi observada maior duração de todos os ínstaes de *O. insidiosus* na temperatura diurna/noturna 21/11°C, quando comparada com as demais temperaturas testadas (Tabela 1).

Com exceção do segundo ínstar, onde não houve diferença entre os valores obtidos nas três temperaturas mais altas (24/18, 27/21 e 30/26°C), os demais ínstaes do predador *O. insidiosus* apresentaram a menor duração quando expostos à temperatura 30/26°C comparada às demais temperaturas (Tabela 1). Também nessa temperatura não houve diferença significativa na duração dos cinco ínstaes do predador (Tabela 1). Mendes et al. (2005) verificaram que, em temperaturas constantes, apenas as durações dos três primeiros ínstaes de *O. insidiosus* foram mais curtas (cerca de quatro vezes) a 31°C quando comparadas com a temperatura mais baixa (16°C).

Nas temperaturas alternantes 24/18°C e 27/21°C foram verificadas durações intermediárias do primeiro ao quinto ínstar de *O. insidiosus* quando comparadas com as temperaturas mais altas e mais baixas testadas. Não houve diferença significativa entre as duas temperaturas para os quatro primeiros ínstaes (Tabela 1), evidenciando a igualdade de condições dessa faixa de temperatura (médias de 21 e 24°C) para o desenvolvimento desses ínstaes.

TABELA 1 Duração (dias) (\pm EP) dos ínstar e do desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus* sob combinações de temperaturas diurna/noturna. UR 70 \pm 10% e fotofase 12h

T (°C)	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar	5° ínstar	Período ninfal
21/11	6,3 \pm 0,35aB*	6,0 \pm 0,31aB	5,8 \pm 0,22 aB	6,7 \pm 0,19 aB	11,0 \pm 0,39 aA	35,5 \pm 0,62a
24/18	3,3 \pm 0,35bB	3,2 \pm 0,31 bB	2,8 \pm 0,22 bB	3,0 \pm 0,19 bB	6,0 \pm 0,39 bA	18,0 \pm 0,62b
27/21	3,3 \pm 0,35bB	2,5 \pm 0,31bC	2,3 \pm 0,22 bC	2,8 \pm 0,19 bC	4,7 \pm 0,39 cA	15,2 \pm 0,62c
30/26	2,2 \pm 0,35cA	2,5 \pm 0,31 bA	1,8 \pm 0,22 cA	2,0 \pm 0,19 cA	1,3 \pm 0,39 dA	9,7 \pm 0,62 d
CV(%)	22,71	21,72	16,83	12,59	16,80	7,72

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O quinto ínstar de *O. insidiosus* foi o mais longo na sua duração entre todos os ínstars deste predador quando suas ninfas foram expostas às temperaturas 21/11, 24/18 e 27/21°C (Tabela 1). Nesse ínstar foi observada, também, a maior diferença na sua duração entre a menor e a maior temperatura alternante testada, pois sob 21/11°C (média igual a 16°C) o quinto ínstar levou 11,0 dias para ser completado e sob 30/26°C (média igual a 28°C) esse valor foi de 1,3 dias (Tabela 1), ou seja, 8,5 vezes menor. Isenhour & Yeargan (1981), avaliando a influência das temperaturas constantes 20, 24, 28 e 32°C, e Mendes et al. (2005), utilizando as temperaturas 16, 19, 22, 25, 28 e 32°C, também, verificaram que a duração do quinto ínstar de *O. insidiosus* foi maior para todas as temperaturas constantes avaliadas.

As diferenças entre os ínstars, principalmente o prolongamento do quinto ínstar em temperaturas mais baixas, podem ser consideradas comuns entre os predadores do gênero *Orius*, mencionadas também para as espécies *Orius sauteri* (Poppius, 1909) (Nagai & Yano, 1999), *Orius strigicollis* (Poppius 1909) (Ohta, 2001) e *Orius thyestes* (Herring, 1966) (Carvalho et al., 2005). Uma vez que o quinto ínstar de *O. insidiosus* pode ser liberado em cultivos em casas de vegetação, juntamente com adultos (Meiracker, 1999), e em *O. thyestes* apresentam maior capacidade predatória (Carvalho et al., 2005), a sua maior duração pode ser considerada uma vantagem para o uso em programas de controle biológico.

Considerando-se o tempo mediano de vida, durante o desenvolvimento de *O. insidiosus*, as ninfas de todos os ínstars apresentaram um comportamento distinto no regime de temperatura 21/11°C em relação a todas as outras temperaturas avaliadas (Figura 1). Foi evidenciado um tempo mais longo para que 50% das ninfas mudassem de ínstar sob esta temperatura, ou seja, nove, seis, seis, sete e doze dias no primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto ínstars, respectivamente (Figura 1).

Ocorreu, por outro lado, uma semelhança na resposta de todos os ínstaes de *O. insidiosus* à temperatura alternante 30/26°C, de modo que essa reduziu o tempo para que 50% das ninfas mudassem de ínstar ou passassem do quinto ínstar para a fase adulta, quando comparadas com as demais temperaturas testadas. Em dois dias, metade das ninfas do primeiro, segundo, terceiro e quarto ínstaes sob esta temperatura passou para o ínstar seguinte. Um dia foi suficiente para que 50% das ninfas do quinto ínstar passassem para a fase adulta (Figura 1).

As temperaturas alternantes 24/18 e 27/21°C tiveram uma influência semelhante sobre o tempo mediano de vida das ninfas de *O. insidiosus*, visto que o tempo para que metade das ninfas dos quatro primeiros ínstaes passasse para o ínstar seguinte foi de três a dois dias; 50% das ninfas do quinto ínstar passaram para a fase adulta após seis e cinco dias, respectivamente (Figura 1).

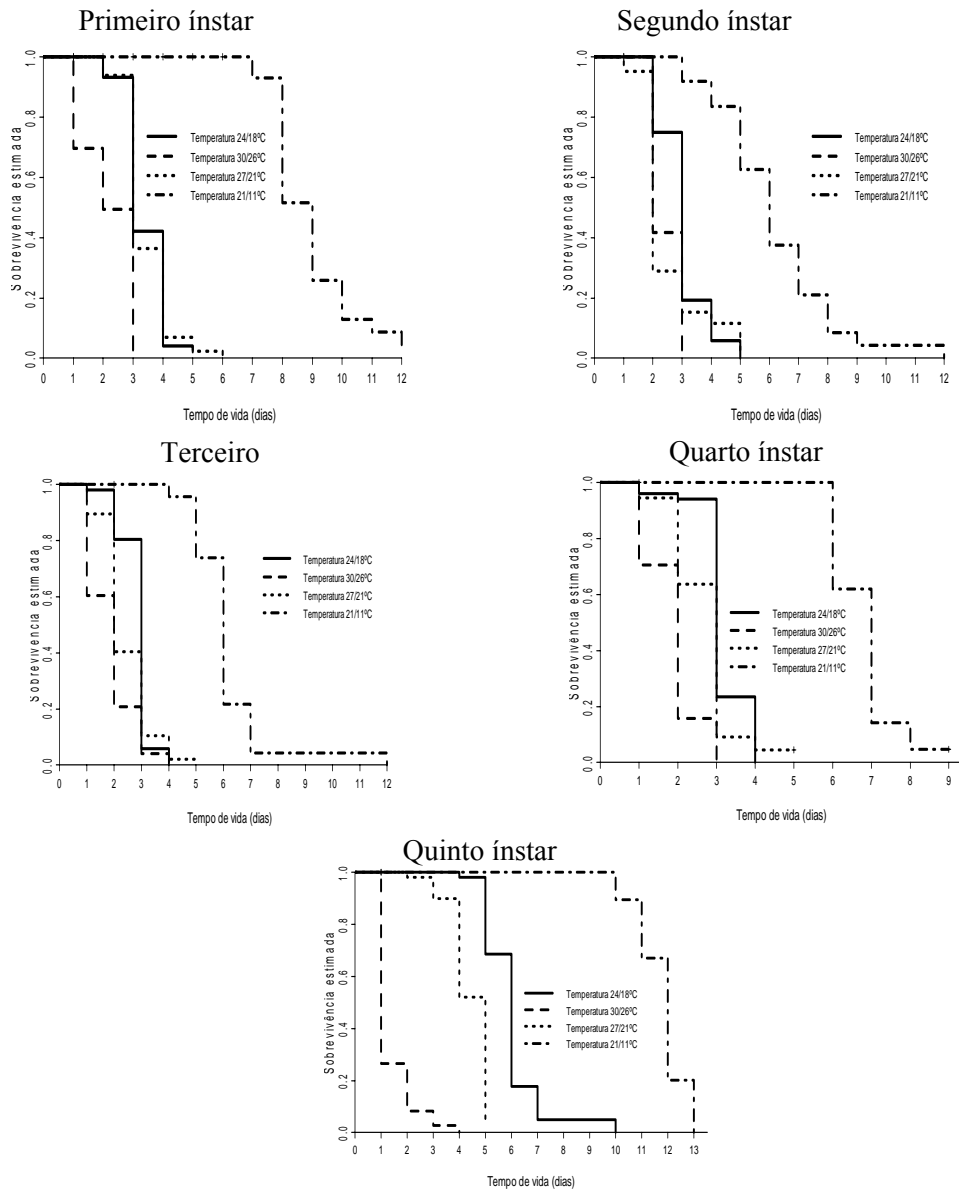


FIGURA 1 Curvas de sobrevivência para o tempo mediano de vida, em dias, de ninfas de primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto ínstar de *Orius insidiosus* em quatro regimes de temperaturas alternantes. UR 70±10% e fotofase 12h.

5.2 Desenvolvimento de *O. insidiosus*

O período de desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus* foi mais longo (35,5 dias), sob a temperatura diurna/noturna 21/11°C, havendo diminuição significativa de 3,6 vezes com o aumento no regime de temperatura avaliado; a 30/26°C o desenvolvimento ninfal levou 9,7 dias para ser completado (Tabela 1). Segundo Hallmam & Denlinger (1998), não são somente as mudanças na temperatura média ambiental e o comprimento das estações do ano que são importantes para os insetos, mas também suas respostas aos extremos a que são submetidos no ambiente onde se encontram. Isso explica algumas diferenças nos resultados obtidos com temperaturas constantes e alternantes para a mesma espécie de *Orius*.

Considerando a temperatura média equivalente às temperaturas alternantes avaliadas observou-se que, quando as ninfas de *O. insidiosus* foram expostas à temperatura diurna/noturna 21/11°C (média igual a 16°C), o seu tempo de desenvolvimento ninfal (35,5 dias) foi menor em relação às ninfas expostas a 16°C constante (44,7 dias para fêmeas e 45,0 dias para machos), segundo Mendes et al. (2005). Isso não foi observado, entretanto, para temperaturas alternantes mais altas como 27/21°C (média igual a 24°C) (15,2 dias) e 30/26°C (média igual a 28°C) (9,7 dias), cujas temperaturas constantes correspondentes, avaliadas para o mesmo predador por Isenhour & Yeargan (1981) e Mendes et al. (2005), foram equivalentes a 14,9 e 9,6 dias, respectivamente. Tommasini & Benuzzi (1996) encontraram desenvolvimento para *O. laevigatus* a 23/8°C (23,9 dias) correspondente a sua constante 16,7°C.

A diferença entre os valores quando da exposição de ninfas de *O. insidiosus* à temperatura alternante 21/11°C e a temperatura constante equivalente, 16°C, demonstra a importância de estudos com temperaturas que se aproximem àquelas ocorridas no ambiente natural, uma vez que a temperatura mais alta durante o dia pode amenizar os efeitos deletérios de temperaturas

noturnas muito baixas. Quando os estudos envolvem temperaturas constantes muito baixas, os resultados podem diferir muito daqueles que seriam encontrados no ambiente de liberação e nos possíveis locais de estabelecimento do predador, e interferir na sua efetividade como agente de controle biológico. Pode-se acrescentar ainda que, quanto maior a diferença entre a temperatura diurna e a noturna, maiores são os efeitos deletérios observados em temperaturas próximas à temperatura base do inseto.

De acordo com Roy et al. (2002), o efeito do resfriamento provocado pelas baixas temperaturas é notório em insetos, afetando principalmente o seu desenvolvimento. Essa afirmação pode ser constatada também pelos resultados de Tommasini & Benuzzi (1996) que verificaram que a 14°C as ninfas de *O. laevigatus* levaram duas vezes mais tempo (59,4 dias) para completar o desenvolvimento quando comparado com o regime de temperatura alternante equivalente 29/5°C (28,4 dias).

Estudos comparativos entre temperaturas constantes e alternantes para dípteros, lepidópteros e hemípteros foram relatadas por alguns autores (Siddiqui & Barlow, 1972, 1973; Liu & Hughes, 1987), demonstrando a capacidade dos insetos em sobreviver e completar o desenvolvimento em diferentes regimes de temperaturas. E, segundo Jakobsen et al. (2005), um regime climático dinâmico pode ter um efeito positivo, negativo ou nenhum efeito em todas as pragas ou inimigos naturais em casas de vegetação.

5.3 Sobrevivência dos diferentes instares e da fase ninfal de *O. insidiosus*

Observou-se que não houve influência das diferentes combinações de temperaturas diurnas-noturnas nas percentagens de sobrevivência do segundo, terceiro e quarto instares de *O. insidiosus*, que ficaram entre 88,9 e 100,0% (Tabela 2).

As sobrevivências do primeiro e do quinto ínstaes foram as mais afetadas pela temperatura alternante, sendo esses estádios sensíveis à temperatura 21/11°C. Sob influência dessa temperatura houve uma redução na percentagem de sobrevivência de até 59,3% no primeiro ínstar e de 20,5% no quinto ínstar do predador quando comparada à sobrevivência de ninfas desses ínstaes na temperatura 30/26°C (Tabela 2). Se tais valores forem comparados com aqueles obtidos com as temperaturas constantes equivalentes (Mendes et al., 2005), observa-se que a 16°C as percentagens de sobrevivência do primeiro (76,0%) e quinto (90,6%) ínstaes foram maiores do que na temperatura diurna/noturna 21/11°C (40,7 e 77,8%, respectivamente). Na temperatura constante de 28°C (Mendes et al., 2005), as percentagens de sobrevivência desses dois ínstaes foram menores (70,8 e 92,5%, respectivamente) do que sob a temperatura alternante 30/26°C (100,0 e 97,9%, respectivamente).

TABELA 2 Sobrevivência (%) (\pm EP) dos ínstars e do período ninfal de *O. insidiosus* sob combinações de temperaturas diurnas/noturnas. UR 70 \pm 10% e fotofase 12h

T (°C)	1° instar	2° instar	3° instar	4° instar	5° instar	Período ninfal
21/11	40,7 \pm 3,03 bB*	91,7 \pm 3,43 aA	95,8 \pm 2,83 aA	88,9 \pm 3,93 aA	77,8 \pm 4,14 bA	25,9 \pm 1,88 c
24/18	88,3 \pm 3,03 aB	97,9 \pm 3,43 aA	97,9 \pm 2,83 aA	100,0 \pm 3,93 aA	93,8 \pm 4,14aB	75,0 \pm 1,88 b
27/21	93,9 \pm 3,03 aA	91,7 \pm 3,43 aA	98,1 \pm 2,83 aA	92,6 \pm 3,93 aA	95,8 \pm 4,14 aA	69,7 \pm 1,88 b
30/26	100,0 \pm 3,03 aA	96,3 \pm 3,43 aA	95,8 \pm 2,83 aA	95,8 \pm 3,93 aA	97,9 \pm 4,14 aA	88,9 \pm 1,88 a
CV (%)	9,18	8,90	7,16	10,21	11,10	7,10

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%.

Segundo Meiracker (1999), a mortalidade ninfal de *O. insidiosus* sob a temperatura constante de 25°C foi quase restrita ao primeiro ínstar (92% da mortalidade ninfal total), confirmando a maior sensibilidade do primeiro ínstar desse predador. Carvalho et al. (2005) verificaram que, para o predador *O. thyestes* tanto as temperaturas constantes mais baixas (16 e 19°C) quanto a mais alta (31°C) afetaram esse estágio de desenvolvimento, quando foram verificadas as mais altas mortalidades de ninfas; baseando-se no segundo ínstar, a sobrevivência das ninfas foi afetada apenas pela temperatura constante de 16°C.

Considerando o desenvolvimento ninfal de *O. insidiosus* neste estudo, foi observado que a 21/11°C esse período foi prolongado e que esse regime de temperatura proporcionou menores condições para a sobrevivência (25,9%) do predador do que as demais temperaturas testadas. Para as combinações de temperatura intermediárias 24/18°C e 27/21°C não ocorreram diferenças significativas, resultando em uma maior sobrevivência na combinação de temperatura 30/26°C de 88,9% (Tabela 2).

As diferenças observadas entre a sobrevivência de *O. insidiosus* (Tabela 2) e aquela mencionada por Mendes et al. (2005) para o mesmo predador sob temperatura constante foram semelhantes, mas a sobrevivência observada pelos autores manteve-se entre 50,0 e 68,0%.

Para *O. laevigatus* Tommasini & Benuzzi (1996) constataram uma menor sobrevivência das ninfas a 30/8°C (40%) do que a 23/8°C (100%), demonstrando que *O. laevigatus* de origem paleártica é melhor adaptada a temperaturas mais baixas, o mesmo não acontecendo com *O. insidiosus*, espécie de origem neártica, com melhor adaptação a temperaturas entre amenas e altas.

Isso pode indicar que, com a alternância de temperatura, pode haver uma menor perda de água pelo corpo do predador, evitando assim o seu ressecamento e, como consequência, sua maior sobrevivência, que depende tanto da temperatura quanto do tempo a que são expostos a essa temperatura. Segundo

Lindquist (1998), existem algumas oportunidades para manipular a temperatura e a umidade no interior de casas de vegetação para favorecer inimigos naturais em relação às pragas. A dificuldade para implementação do controle biológico por meio do uso de predador/parasitóide nesses ambientes, contudo, é que a temperatura não afetará de uma maneira consistente e igual o inimigo natural e a praga. Assim, torna-se necessário determinar quais são os efeitos nos parâmetros biológicos que ajudarão a prever e/ou explicar o sucesso ou a falha do manejo de pragas em um dado sistema envolvendo o controle biológico.

As porcentagens de sobrevivência apresentadas pelo predador *O. insidiosus* demonstram que o mesmo possui uma capacidade de adaptação em diversos regimes de temperatura, sendo essa característica importante para o seu uso em programas de controle biológico de tripes envolvendo a sua liberação e possível estabelecimento em casas de vegetação. Os resultados obtidos foram demonstrados que temperaturas extremas influenciam no desenvolvimento e sobrevivência de *O. insidiosus*. No caso das temperaturas alternantes, todavia, o efeito negativo das temperaturas extremas, muito baixas ou muito altas, pode ser amenizado por temperaturas favoráveis utilizadas na combinação diurna-noturna.

Diante do exposto, embora os regimes de temperaturas 21/11, 24/18 e 27/21°C sejam favoráveis ao desenvolvimento de *O. insidiosus*, o regime de temperatura diurna/noturna mais adequado ao seu desenvolvimento foi 30/26°C, com menor duração dos ínstar e, conseqüentemente, menor tempo de desenvolvimento ninfal. As temperaturas mais baixas ocasionam um prolongamento do período de desenvolvimento de *O. insidiosus* devido ao decréscimo da atividade metabólica das ninfas sob essas condições; o contrário ocorre com as temperaturas mais altas, pois fornecem maior quantidade de energia para as reações metabólicas dos insetos, fato também constatado por Carvalho et al. (2005) para a espécie *O. thyestes*.

5.4 Exigências térmicas de *O. insidiosus*

A velocidade de desenvolvimento de *O. insidiosus*, em função da temperatura, ajustou-se ao modelo linear obtido por meio da recíproca da equação da hipérbole (Figura 2).

A temperatura base de *O. insidiosus* para o primeiro, terceiro e quarto instares foi de 11,1°C, 10,9°C e 11,3°C, respectivamente (Tabela 3).

Observou-se que houve uma constância na temperatura base entre os instares de *O. insidiosus* quando submetidos a regimes de temperaturas alternantes. Já Mendes et al. (2005) verificaram que esse fato foi somente até o terceiro ínstar (11,93°C), ocorrendo um aumento da temperatura base no quarto ínstar (13,11°C). Carvalho et al. (2005), porém, constataram que a temperatura base para *O. thyestes* aumentou conforme a mudança de ínstar, variando de 10,73°C no primeiro ínstar para 14,56°C quando o predador atingiu o quinto ínstar.

A temperatura base da fase ninfal de *O. insidiosus* foi de 12,4°C (Tabela 3), sendo esse valor semelhante aos valores encontrados para a temperatura base sob temperaturas constantes, conforme verificado por Mendes et al. (2005), os quais identificaram valores de temperatura base próximos aos encontrados neste trabalho para a fase ninfal de machos e fêmeas de *O. insidiosus* (12,27 e 13,03°C, respectivamente).

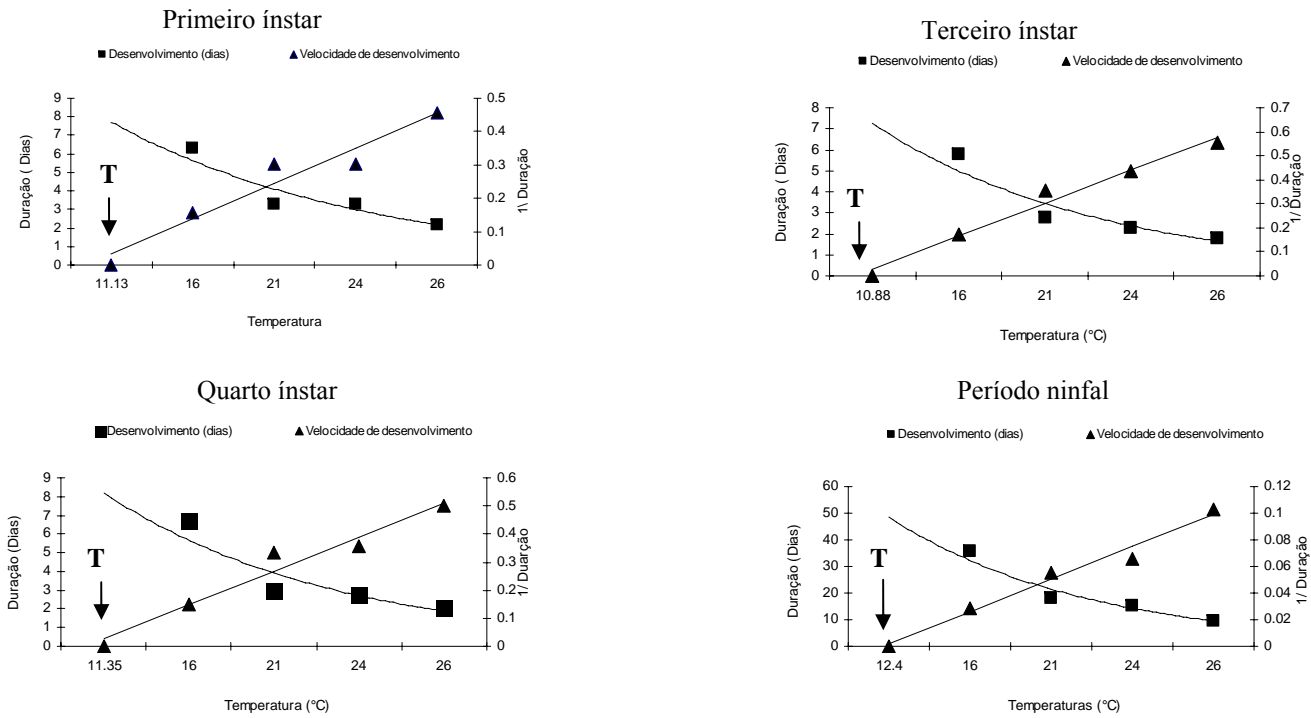


FIGURA 2 Relação entre a temperatura e velocidade de desenvolvimento do primeiro, terceiro e quarto instares e da fase ninfal de *Orius insidiosus*.

Valores semelhantes foram também observados por Carvalho et al. (2005) para a temperatura base da fase ninfal de *O. thyestes* (12,8°C), indicando que as espécies encontram-se adaptadas a regiões com temperaturas mais elevadas.

TABELA 3 Limite térmico inferior de desenvolvimento (Tb), constante térmica (K), equação linear de velocidade de desenvolvimento e coeficiente de determinação (R²) para *Orius insidiosus*

Estádios/	Tb (°C)	K (GD)	Equações (1/D)	R ² (%)
Primeiro ínstar	11,1	37,6	0,295 + 0,0266X	95,6
Terceiro ínstar	10,9	30,4	0,357 + 0,0328X	96,4
Quarto ínstar	11,3	31,1	-0,365 + 0,0321X	96,4
Período Ninfal	12,4	155,0	-0,079 + 0,0064X	94,3

A constante térmica observada para *O. insidiosus* foi de 37,6 graus dias (GD) para o primeiro ínstar, 30,4 GD para o terceiro ínstar e de 31,1 GD para o quarto ínstar, sendo necessários 155,0 GD para completar o desenvolvimento ninfal (Tabela 3). Mendes et al. (2005) verificaram que houve uma variação maior entre os valores da constante térmica para *O. insidiosus* do primeiro (32,03 GD) para o quarto ínstar (24,54 GD). Outras espécies de *Orius* mostraram valores próximos para a constante térmica, mas Carvalho et al. (2005) verificaram para *O. thyestes* uma constante térmica de 173,82 GD para completar seu desenvolvimento. Para *O. strigicollis*, machos e fêmeas requerem 158,7 e 166,7 GD para completarem seu desenvolvimento, respectivamente (Otha, 2001).

Diferenças obtidas quanto às exigências térmicas para os diferentes instares e para o desenvolvimento de *O. insidiosus* podem ser atribuídas a fatores fisiológicos, os quais garantem à espécie a capacidade de adaptação às variações ambientais e que são características inerentes da espécie. De acordo com Mendes et al. (2005), a ocorrência de “raças” ou biótipos de *O. insidiosus*

pode ser a causa dessas alterações, pois essas possuem características próprias quanto à adaptação a diversas áreas geográficas.

Embora algumas espécies de *Orius* sejam usadas com sucesso em programas de controle biológico de tripes e tenham apresentado estabelecimento em alguns cultivos em casas de vegetação (Bueno, 2005), pesquisas futuras quanto aos regimes térmicos usados no sistema de criação no laboratório correlacionados com os apresentados nas casas de vegetação são necessárias. A criação sob condições controladas de temperatura pode afetar o desempenho biológico desses predadores, quando eles são expostos a diferentes pressões seletivas nas casas de vegetação, envolvendo a alternância entre temperaturas diurnas e noturnas. Importante, também, compreender que a mudança de um regime constante para um alternante pode influenciar a biologia de pragas e inimigos naturais em casas de vegetação e essa influência pode atuar de forma diversa para espécies diferentes. O conhecimento, porém, de quais são os efeitos da variação de temperatura ajudará a prever e ou explicar o sucesso ou falhas do manejo de pragas em um determinado sistema envolvendo o controle biológico de pragas em muitos cultivos.

5.5 Razão sexual de *O. insidiosus*

Não houve diferença significativa na razão sexual de *O. insidiosus* quando as ninfas desse predador foram mantidas sob as diferentes combinações de temperaturas. A razão sexual foi de 0,63; 0,55; 0,50 e 0,44, para 21/11°C, 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C, respectivamente. Sob efeito de temperaturas constantes, Mendes et al. (2003) também não verificaram diferença significativa para a razão sexual de *O. insidiosus*, a 25°C, baseando-se em ovos produzidos por fêmeas mantidas com a presença/ausência de machos. Já Carvalho et al. (2005) observaram que a razão sexual de *Orius thyestes* (Herring) foi menor a

16°C (0,35) do que a 31°C (0,58), atribuindo a dificuldades de visualização do sexo em consequência de alterações morfológicas externas apresentadas a 16°C.

Neste estudo ninfas de *O. insidiosus* desenvolvidas na temperatura 30/26°C e a 21/11°C mostraram, respectivamente, uma tendência para um menor (0,44) e maior (0,63) número de fêmeas adultas. Esse fato pode estar ligado à exposição do ovo e da ninfa durante o seu desenvolvimento a extremos de temperatura. Kfir & Luck (1979) verificaram que, para algumas espécies de parasitóides, sob influência de temperaturas variáveis e constantes extremas, ocorre uma redução significativa na proporção esperada de fêmeas F₁, quando os progenitores foram expostos a 32°C, durante o seu desenvolvimento e a proporção de fêmeas foi ainda mais reduzida quando o acasalamento e ou a oviposição ocorreu naquela temperatura. Os autores mencionam ainda que os mecanismos envolvidos no processo da temperatura afetam a razão sexual primária (razão no momento da fertilização) e a secundária (razão em decorrência dos adultos emergidos) não são bem elucidados e são variáveis.

6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento e a sobrevivência ninfal de *O. insidiosus* são influenciados pelas combinações de temperaturas alternantes. A temperatura 30/26°C é melhor para o desenvolvimento e para maior sobrevivência ninfal de *O. insidiosus*. As exigências térmicas de *O. insidiosus*, submetidos às temperaturas alternantes, são semelhantes àquelas obtidas para outras espécies submetidos a temperaturas constantes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUENO, V. H. P. Controle biológico de tripes: pragas sérias em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 31-39, 2005.

BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; MOURA, N. Optimization of mass rearing of the predator *Orius insidiosus*: how far we are? **Global IOBC Bulletin**, Quebec, v. 3, n. 1, p. 18-19, 2007.

CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M. Desenvolvimento, consumo ninfal e exigências térmicas de *Orius thyestes* Herring (Hemiptera: Anthocoridae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 607-612, dez. 2005.

COLOSIMO, E. A.; GIOLO, S. R. **Análise de sobrevivência aplicada**. São Paulo: E. Blücher, 2006. 369 p.

DENT, D. R.; WALTON, M. P. Methods in ecological e agricultural entomology. In: _____. **Quantifying insect populations**: estimates and parameters. Wallingford: CAB Internacional, 1997. p. 57-107.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MOARES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferiores e superiores de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29 p.

HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. Introduction: temperature sensitivity and integrated pest management. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. p. 1-5.

ISENHOUR, D. J.; YEARGAN, K. V. Effect of temperature on the developmente of *Orius insidiosus*, with notes on laboratory rearing. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 74, n. 1, p. 114-116, Jan. 1981.

JAKOBSEN, L.; BROGAAD, M.; KORNER, O.; ENKEGAARD, A.; AASLYNG, J. M. The influence of a dynamic climate on pests, diseases and beneficial organisms: recent reaserch. **Bulletin of Internacional Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 28, n. 1, p. 127-134, Jan. 2005.

KFIR, R.; LUCK, R. F. Effect of constant and variable temperature extremes on sex ratio and progeny production by *Aphytis metinus* and *A. lingnanensis* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Ecology Entomology**, Sheffild, v. 4, n. 4, p. 335-344, Dec. 1979.

LINDQUIST, R. K. Temperature in the management of insect and mite pests in greenhouses. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. p. 287-292.

LIU, S. S.; HUGHES, R. D. The influence of temperature and photoperiod on the development, survival and reproduction of the sowthistle aphid, *Hyperomyzus lactucae*. **Entomologia Experimentalis Applicata**, Dordrecht, v. 43, n. 1, p. 31-38, Nov. 1987.

LIU, S. S.; ZHANG, G. M.; ZHU, J. Influence of temperature variations on rate of development in insects: analysis of case studies from entomological literature. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 88, n. 2, p. 107-119, June 1995.

MEIRACKER, R. A. F. van den. **Biocontrol of western flower thrips by heteropteram bugs**. 1999. 145 p. Thesis (Ph.D. in Biological Control) - Amsterdam University, Amsterdam.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Orius insidiosus* (SAY) (Heteroptera: Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 49, n. 4, p. 575-579, dez. 2005.

NAGAI, D.; YANO, E. Effect of temperature on the development and reproduction of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae) a predator of *Thrips palmi* karny (Thysanoptera: Thripidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 34, n. 2, p. 223-229, Apr. 1999.

OHTA, I. Effect of temperature on development of *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae) fed on *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 36, n. 4, p. 483-488, Apr. 2001.

ROY, M.; BRODEUR, J.; CLOUTIER, C. Relationship between temperature and developmental rate of *Stetorus punctillum* (Coleoptera: Coccellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 31, n. 1, p. 177-186, Jan. 2002.

SENGONCA, C.; HOFFMANN, A.; KLEINHENZ, B. Investigations on development, survival and fertility of the cereal aphids *Sitobion avenae* (F.) and *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hom.: Aphididae) at different low temperatures. **Journal of Applied Entomology-Zeitschrift fur Angewandte Entomologie**, Hamburg, v. 117, n. 3, p. 224-233, Dec. 1994.

SIDDIQUI, W. H.; BARLOW, C. A. Population growth of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) at constant and alternating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 65, n. 5, p. 993-1001, Dec. 1972.

SIDDIQUI, W. H.; BARLOW, C. A. Population growth of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) at constant and alternating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 66, n. 3, p. 579-585, July 1973.

TOMMASINI, M. G.; BENUZZI, M. Influence of temperature on the development time and adult activity of *Orius laevigatus*. **Bulletin of International Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 19, n. 1, p. 179-182, Jan. 1996.

CAPÍTULO 3

Reprodução e longevidade de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) em temperaturas alternantes

1 RESUMO

Regimes climáticos dinâmicos podem influenciar a reprodução e a longevidade de inimigos naturais e, conseqüentemente, o controle biológico em sistemas de cultivos protegidos. Com este estudo objetivou-se avaliar o efeito de temperaturas alternantes, diurnas e noturnas, na reprodução e longevidade do predador *Orius insidiosus* (Say, 1832). Os testes foram conduzidos em câmaras climatizadas em temperaturas diurnas/noturnas de 21/11, 24/18, 27/21 e 30/26±1°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h. Ninfas foram submetidas ao regime alternante de temperatura até a formação de adultos. Esses adultos, com idade de 24h, formaram casais, os quais foram colocados em placas de Petri (5 cm) contendo ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (alimento), algodão umedecido (umidade) e hastes de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) (substrato de oviposição). Os maiores períodos de pré-oviposição e oviposição foram observados a 21/11°C (15,0 e 66,5 dias, respectivamente) e os menores a 30/26°C (1,4 e 18,2 dias, respectivamente). A maior fecundidade diária do predador foi obtida a 30/26°C (5,6 ovos/dia/fêmea). A 30/26°C verificou-se que, aproximadamente, 80% dos ovos produzidos foram colocados nos primeiros 20 dias de vida da fêmea adulta. Observou-se uma diminuição significativa na duração do período embrionário com o aumento da temperatura de 24/18°C para 30/26°C (5,9 para 2,0 dias, respectivamente). A 21/11°C a longevidade para as fêmeas foi de 99,1 dias e a 30/26°C de 58,8 dias para os machos. Combinações de temperaturas diurnas/noturnas mais altas favoreceram a fecundidade de *O. insidiosus*.

2 ABSTRACT

Dynamic climatic regimens can influence both the reproduction and longevity of natural enemies, and consequently biological control in protected cultivation systems. This study aimed to evaluate the effect of alternating temperatures, diurnal/nocturnal, on the reproduction and longevity of the predator *Orius insidiosus* (Say, 1832). The tests were conducted in climatic chamber at day/night temperatures of 21/11, 24/18, 27/21 and 30/26±1°C, RH of 70±10% and photophase of 12h. Nymphs were submitted to the alternating regimen of temperature till the emergence of adults. Along with these adults, aged 24h, couples were formed, which were placed on Petri dishes (5 cm) containing eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (food), wetted cotton (moisture) and famer friend inflorescence (*Bidens pilosa* L.) (oviposition substrate). The longest periods of pre-oviposition and oviposition were found at 21/11°C (15.0 and 66.5 days, respectively) and the shortest ones at 30/26°C (1.4 and 18.2 days, respectively). The greatest daily fecundity of the predator was obtained at 30/26°C (5.6 eggs/day/female). At 30/26°C 80% of the eggs produced were placed in the first 20 days of life span of the adult female. A significant decrease in the duration of the embryonic period was observed with increasing temperature from 24/18°C to 30/26°C (5.9 to 2.0 days, respectively). At 21/11°C, longevity of females was 99.1 days and at 30/26°C of 58.8 days to males. Combinations of higher day/night temperatures are adequate for the fecundity of *O. insidiosus*.

3 INTRODUÇÃO

Insetos sobrevivem e reproduzem ao longo de uma ampla faixa de temperatura, mas o fazem somente com níveis variáveis de sucesso em diferentes temperaturas que está tanto relacionado aos artrópodes-pragas como também aos seus inimigos naturais. Temperaturas extremas são a causa de significativa mortalidade natural nas suas populações e, no geral, existe uma faixa ótima de temperatura na qual, fora dela, o inseto pode não manter a ovogênese e a oviposição ou ser incapaz de mantê-las por longo tempo (Jervis & Copland, 1996). Embora exista uma grande variação entre as espécies, os limites para a faixa favorável à oviposição são frequentemente mais estreitos do que aqueles para ovogênese (Bursell, 1964).

Assim, o conhecimento do ciclo de vida e da influência da temperatura no desenvolvimento e na reprodução de pragas e inimigos naturais é fundamental para estimativas do sucesso de programas de controle biológico (Roy et al., 2002), tanto quanto a liberação quanto ao estabelecimento do inimigo natural. De acordo com Horn (1998), agentes de controle biológico freqüentemente possuem temperaturas ótimas de desenvolvimento diferentes daquelas de suas presas/hospedeiros e podem não ser efetivos a temperaturas mais altas ou mais baixas. Diferença, também, nas temperaturas diurnas e noturnas pode ter implicações para o controle biológico em casas de vegetação e, de acordo com Lindquist (1998), é bem documentado que temperaturas têm efeitos significativos na interação agente de controle biológico e hospedeiros/presa nesses ambientes.

Vários estudos relatam o efeito de temperaturas constantes na longevidade e reprodução de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) em laboratório (Meiracker, 1999; Carvalho et al., 2005a; Mendes et al., 2005). Investigações, no entanto, sobre esses parâmetros biológicos,

quando os indivíduos são mantidos sob regimes alternantes, ou seja, em temperaturas diurnas e noturnas diferentes, têm mostrado que os resultados podem divergir daqueles obtidos sob temperaturas constantes (Tommasini & Benuzzi, 1996; Tommasini, 2003).

Considerando que um sistema de temperatura constante é usado no laboratório de criação desse percevejo predador (Bueno et al., 2007), uma falha na sua atuação como agente de controle biológico após liberações dos mesmos em casa de vegetação pode estar relacionada à sua inabilidade para adaptar-se às novas condições. A exposição prolongada a uma determinada temperatura pode afetar também o comportamento reprodutivo do predador e o tempo gasto na temperatura ótima e em temperaturas extremas, devem ser considerados para a escolha das espécies e os regimes climáticos nas casas de vegetação.

Neste estudo o objetivo foi avaliar o efeito de temperaturas alternantes diurnas/noturnas na reprodução e longevidade do predador *O. insidiosus* visando ao seu uso como agente de controle biológico de tripes em sistemas de cultivos protegidos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Combinações de temperaturas com alternância entre diurnas e noturnas

As temperaturas utilizadas no experimento foram definidas com base nos dados de temperaturas médias, máximas e mínimas, diurnas e noturnas, coletados diariamente nos últimos cinco anos, no interior de casas de vegetação com cultivos de rosas, no Sítio Reijers, em Andradas - MG, localizado a 22°04'05''S e 46°34'09''W, a 920 m de altitude. Esse estudo foi complemento de trabalhos realizados com liberações do predador *O. insidiosus* nesse local. Essas temperaturas foram então agrupadas, formando as combinações de temperatura diurno/noturna 21/11°C, 24/18°C, 27/21°C e 30/26 ± 1°C, que caracterizam as estações do ano, inverno, outono, primavera e verão, respectivamente. As temperaturas médias correspondentes a essas combinações de temperatura diurno/noturna são 16°C, 21°C, 24°C e 28°C.

Os experimentos usando essas temperaturas alternantes foram conduzidos em câmaras climatizadas, onde as mais altas temperaturas, as diurnas, foram associadas com fotofase de 12 horas e as mais baixas, noturnas, com escotofase e ambas com umidade relativa a 70±10%.

4.2 Obtenção de adultos de *O. insidiosus*

Os substratos de oviposição (hastes de picão-preto - *Bidens pilosa* L.), contendo ovos de *O. insidiosus*, foram obtidos da criação de manutenção do Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da UFLA, de acordo com metodologia proposta por Bueno (2009). As hastes de picão-preto foram divididas e cada uma delas colocada em uma placa de Petri (20 cm de diâmetro), mantidas até a eclosão das ninfas em câmaras climatizadas com os regimes de temperatura alternante testados. Às placas de Petri, contendo ninfas, foram acrescentados um chumaço de algodão umedecido com água destilada e

ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) como alimento *ad libitum*, mantidas nas mesmas temperaturas alternantes até se tornarem adultos.

4.3 Reprodução e longevidade de *O. insidiosus*

Foram utilizados 24 machos e 24 fêmeas de *O. insidiosus*, com até 24 horas de idade, obtidos a partir de ninfas mantidas nas diferentes temperaturas alternantes avaliadas. Os casais foram mantidos em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo um chumaço de algodão umedecido com água destilada (umidade) e ovos de *A. kuehniella* como alimento *ad libitum*. Foram adicionadas nas placas “sanfonas” de papel filtro de aproximadamente 2 cm de diâmetro, as quais serviram de abrigo para os indivíduos. Foi acrescentada, ainda, uma haste de picão-preto como substrato de oviposição, sendo as mesmas trocadas diariamente. A inflorescência de picão-preto foi cortada no ápice antes de ser oferecida ao predador para assegurar a ausência de pólen na sua alimentação. Os substratos de oviposição foram vistoriados diariamente sob microscópio estereoscópico para contagem do número de ovos.

Foram avaliados os períodos de pré-oviposição e de oviposição, a fecundidade (número diário e total de ovos/fêmea) e a longevidade de *O. insidiosus* nos diferentes regimes de temperaturas testados. O período de oviposição foi considerado como aquele em que as fêmeas ovipositaram, mesmo que estas tenham sobrevivido além desse período. Para avaliação do período embrionário foram retirados 24 hastes de picão preto de cada temperatura avaliada, resultando em diferente número inicial de ovos: 14, 89, 144 e 133 ovos para as temperaturas 21/11, 24/18, 27/21 e 30/26±1°C, respectivamente. As hastes, contendo os ovos, foram mantidas em placas de Petri (5 cm de diâmetro), com algodão umedecido até a eclosão das ninfas.

4.4 Análise dos dados

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e para todos os parâmetros avaliados, as médias foram comparadas pelos testes de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico o R[®] (versão 2.5.1 - Survival).

Para obtenção da curva referente ao ritmo de oviposição de *O. insidiosus*, adotou-se o mesmo procedimento para a percentagem média diária de oviposição, apenas considerando a percentagem acumulada do número de ovos/fêmea/dia, segundo metodologia proposta por Tommazini (2003) e Mendes et al. (2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Reprodução de *O. insidiosus*

O período reprodutivo das fêmeas e a longevidade de *O. insidiosus* foram analisados através dos adultos oriundos das ninfas mantidas durante o desenvolvimento nas diferentes combinações de temperaturas alternantes. Foi observado que na temperatura alternante 21/11°C obteve-se grande mortalidade das ninfas (74,1%). Para as combinações de temperaturas 24/18°C e 27/21°C, a mortalidade de ninfas foi de 25% e 30,3%, respectivamente. A menor mortalidade foi observada na temperatura alternante 30/26°C (11,1%). Justifica-se, portanto, o baixo número de adultos utilizados para avaliar a reprodução de *O. insidiosus* (Tabela 1).

Temperaturas alternantes influenciaram significativamente o período de pré-oviposição de *O. insidiosus*. Foram observados valores mais baixos quando as fêmeas foram mantidas em temperaturas mais altas (Tabela 1). Para a combinação de temperatura alternante mais baixa (21/11°C), o período de pré-oviposição foi o mais longo (15,0 dias), ou seja, de 10,7 vezes, quando comparado ao observado na combinação de temperatura mais alta 30/26°C (1,4 dias).

Essa constatação quanto ao período de pré-oviposição de *O. insidiosus* corrobora aquela observada por Mendes et al. (2005), na qual ocorreu uma diminuição desse período com o aumento da temperatura quando o predador foi submetido a temperaturas constantes. Se os valores obtidos por esses autores forem comparados com aqueles verificados nesse estudo, usando-se as médias relativas às temperaturas diurnas/noturnas alternantes, nota-se que a 21/11°C (média igual a 16°C) o período de pré-oviposição foi mais curto (15,0 dias) do que quando as fêmeas de *O. insidiosus* foram expostas à temperatura constante de 16°C (20,6 dias). Esse fato também pode ser verificado quando se compara a

alternante 30/26°C (média de 28°C), cujo período de pré-oviposição foi de 1,4 dias, com a temperatura constante 28°C (3,8 dias).

Tommasini & Benuzzi (1996) observaram menor período de pré-oviposição de *Orius laevigatus* (Fieber), quando o regime de temperatura alternante a que o predador foi submetido aumentou de 23/8°C para 30/8°C, entretanto, não verificaram diferenças entre as temperaturas avaliadas. Resultados semelhantes foram verificados por Carvalho et al. (2005a) para *O. thyestes* em temperatura constante, pois os autores constataram uma redução acentuada deste período quando a temperatura variou de 19°C (17,8 dias) para 25°C (5,3 dias).

TABELA 1 Períodos de pré-oviposição e de oviposição (dias) e fecundidade diária e total (\pm EP) de *O. insidiosus* em temperaturas alternantes (diurna/noturna), UR de 70 \pm 10% e fotofase de 12 h

T (°C)	Período de pré-oviposição	Período de oviposição	Fecundidade diária	Fecundidade total
21/11	15,0 \pm 1,33 a* (n=8)**	66,5 \pm 5,96 a (n=8)	1,1 \pm 0,45 c (n=8)	72,5 \pm 26,62 b (n=8)
24/18	6,4 \pm 0,77 b (n=24)	39,5 \pm 3,44 b (n=24)	3,9 \pm 0,26 b (n=24)	147,6 \pm 15,37 a (n=24)
27/21	3,3 \pm 0,77 c (n=24)	33,5 \pm 3,44 b (n=24)	4,1 \pm 0,26 b (n=24)	145,5 \pm 15,37 a (n=24)
30/26	1,4 \pm 0,77 d (n=24)	18,2 \pm 3,44 c (n=24)	5,6 \pm 0,26 a (n=24)	102,4 \pm 15,37 ab (n=24)

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

**n = número de indivíduos.

Segundo Siddiqui et al. (1973) em uma faixa ótima, um efeito de temperaturas mais altas sobre o padrão de oviposição é relacionado a mudanças no processo da fecundidade, com a máxima ovogênese/oviposição ocorrendo mais cedo na vida do inseto. Também a temperatura, de acordo com seu efeito prévio no crescimento dos estágios imaturos de uma espécie, pode influenciar o

tamanho e o peso do adulto; nas fêmeas existe frequentemente uma estreita relação entre a massa corporal, o número de ovários e a massa de ovos (Ratte, 1985).

Foi observada uma diminuição do período de oviposição de *O. insidiosus* com o aumento das temperaturas diurna/noturna, sendo de 66,5 e 18,2 dias, respectivamente, a 21/11 e 30/26°C (Tabela 1). O período de oviposição foi 3,6 vezes maior na temperatura alternante 21/11°C (66,5 dias) do que sob 30/26°C (18,2 dias). Não houve diferença significativa, contudo, entre o período de oviposição observado nas temperaturas intermediárias 24/18°C e 27/21°C (39,5 e 33,5 dias, respectivamente).

De acordo com Kohno (1998), é comum entre as espécies de *Orius* o prolongamento do período de oviposição em baixas temperaturas, fato, também, corroborado por Carvalho et al. (2005b) os quais observaram redução significativa desse período para *O. insidiosus* e *O. thyestes* com o aumento da temperatura. Mendes et al. (2005) acrescentam, ainda, que esse comportamento indica que, havendo disponibilidade de alimento e de um substrato de oviposição, a temperatura é o fator que exerce maior influência sobre esse período. Carvalho et al. (2005a) constataram que para *O. thyestes* também ocorreu a diminuição do período de oviposição com o aumento da temperatura (45,8 dias a 19°C e 14,3 dias a 31°C). Segundo Jervis & Copland (1996), alguns predadores adultos podem ser capazes de manter níveis máximos de oogênese por meio de termo-regulação obtida por comportamento de preferência termal, pelo emprego de mecanismos fisiológicos ou por adaptações físicas como a melanização do tegumento.

A fecundidade diária de *O. insidiosus* foi diretamente relacionada ao incremento da temperatura, porque o menor valor (1,1 ovo/fêmea/dia) ocorreu na combinação de temperatura mais baixa (21/11°C), quando houve uma variação entre diurna e noturna de 10°C, e a maior fecundidade diária (5,6

ovos/fêmea/dia) a 30/26°C, cuja variação foi de apenas 4°C (Tabela 1). Não foi observada diferença significativa entre os valores relativos às temperaturas 24/18°C e 27/21°C (3,9 e 4,1 ovos/fêmea/dia, respectivamente).

Embora exista uma grande variação de espécie para espécie, os limites para uma faixa favorável, para a oviposição, são frequentemente mais estreitos do que aqueles para a ovogênese (Bursell, 1964). A fecundidade de várias espécies de *Orius* também é afetada sob temperaturas constantes e essa relação é diretamente proporcional ao incremento da temperatura, conforme observado para *Orius sauteri* (Poppius) (Nagai & Yano, 1999), *O. laevigatus* (Nagai & Yano, 1999; Tommasini, 2003), *O. thyestes* (Carvalho et al., 2005a,b) e *O. insidiosus* (Carvalho et al., 2005b; Mendes et al., 2005).

Embora todas as fêmeas de *O. insidiosus* tenham ovipositado sob ação das diferentes combinações de temperaturas alternantes, a 21/11°C foi verificado que uma delas demorou 41 dias para colocar o primeiro ovo. Ao longo do seu período reprodutivo essa fêmea colocou apenas três ovos, demonstrando, assim, a influência negativa da temperatura alternante mais baixa (noturna, correspondente a 11°C) utilizada nessa combinação sobre a fecundidade de *O. insidiosus*. Mendes et al. (2005), também, observaram que temperaturas abaixo de 16°C são desfavoráveis para a oviposição do predador, representando uma maior sensibilidade a essa condição.

Uma vez que a fecundidade total é influenciada pela longevidade, observou-se uma equivalência entre os valores observados a 21/11°C, cujo período de oviposição foi longo (66,5 dias) e os valores a 30/26°C, quando a longevidade foi curta e a fecundidade diária alta (Tabela 1). Os valores observados a 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C foram semelhantes, com fecundidade total de 147,58; 145,45 e 102,42 ovos/fêmea, respectivamente (Tabela 1). Valores próximos aos encontrados neste trabalho a 30/26°C foram verificados por Mendes et al. (2005) para fecundidade total de *O. insidiosus* a 31°C (109,4

ovos/fêmea), visto que em 28 e 25°C os valores foram também foram superiores (142,6 e 206,7 ovos/fêmea, respectivamente).

Tommasini & Benuzzi (1996) avaliaram o desempenho das fêmeas de *O. laevigatus* em regimes flutuantes (23/8, 29/5, 30/8 e 31/2°C) e constantes (14, 22 e 30°C) e verificaram que uma queda na fecundidade sob os regimes flutuantes (46,5; 12,8; 48,5; 46,2 ovos/dia, respectivamente), provavelmente, foi em decorrência da queda brusca entre as temperaturas alternantes e a 14°C as fêmeas não ovipositaram e as fecundidades mais altas foram observadas a 22 e 30°C (83,2 e 75,2 ovos/dia). De acordo com Carvalho et al. (2005a), as temperaturas extremas podem influenciar negativamente os parâmetros reprodutivos de espécies de *Orius* em virtude do maior gasto de energia despendido para outras atividades nessas condições. Também foi evidenciado por Bursell (1974) que a fecundidade dos insetos é afetada pelas temperaturas extremas mais rapidamente do que a maioria das outras funções fisiológicas. A variação de temperatura para a produção de ovos é máxima em temperaturas relativamente próximas do limite superior para reprodução e, então, caem abruptamente as temperaturas mais altas e mais gradualmente nas mais baixas, com o ótimo deferindo de espécie para espécie.

Com relação ao padrão de oviposição de *O. insidiosus*, foi observado que o número médio de ovos/fêmea/dia aumentou com o incremento da temperatura (Figura 1). Para a combinação de temperatura alternante 21/11°C (Figura 1A), houve uma redução significativa no número médio diário de ovos/fêmea, pois, o pico de oviposição nesse regime ocorreu no décimo oitavo dia com 3,33% dos ovos produzidos (Figura 1A). Esse padrão, quanto ao pico de oviposição, foi decorrente de uma maior longevidade apresentada por algumas das fêmeas, quando mantidas a 21/11°C, as quais chegaram a sobreviver até 121 dias e apresentarem um período muito longo entre a colocação de um ovo e outro, ou seja, com variação de dois até doze dias.

Já com o aumento da temperatura, pode ser observado que, na combinação 24/18°C (Figura 1B), não ocorreram intervalos entre as oviposições, embora se tenha constatado uma maior longevidade. O pico de oviposição apresentado pelo predador nessa combinação ocorreu no décimo terceiro dia de vida da fêmea, com média diária de ovos acumulados de 4,34 ovos/dia e de um total de 154 ovos colocados. Foi verificado que, aproximadamente, 80% dos ovos produzidos pelas fêmeas foram colocados nos primeiros 49 dias após a sua emergência, porque a partir desse dia, o número de ovos/fêmea colocados diminuiu vertiginosamente e cessou ao 68º dia, com fêmeas sobrevivendo até 85 dias (Figura 1B).

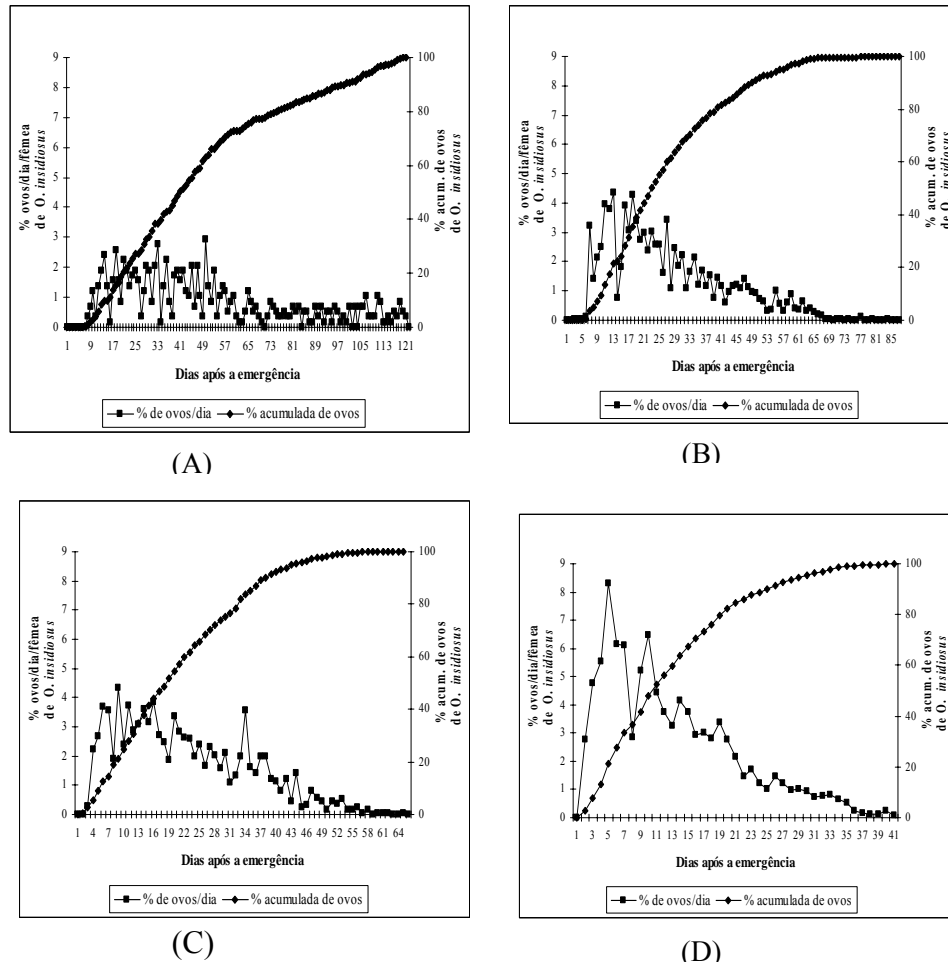


FIGURA 1 Curva de oviposição média diária e acumulada de *O. insidiosus* para as temperaturas diurna/noturna 21/11°C (A); 24/18°C (B); 27/21°C e 30/26°C (D). UR 70±10% e fotofase de 12 h.

A 27/21°C (Figura 1C) foi observado um padrão semelhante ao regime de temperatura 24/18°C, ou seja, 80% dos ovos produzidos foram colocados até aos 45 dias e parando de colocar ovos ao 54º dia, embora permanecesse com vida por mais 12 dias.

A 30/26°C (Figura 1 D) o pico de oviposição de *O. insidiosus* ocorreu no quinto dia de vida da fêmea com uma média diária de 8,23 ovos/dia, de um total de 204 ovos colocados, sem interrupções durante as oviposições. Foi verificado que, aproximadamente, 80% dos ovos produzidos pela fêmea foram colocados nos primeiros 20 dias após a sua emergência e, a partir desse dia, o número de ovos/fêmea foi diminuindo até os 40 dias (Figura 1D). Esse padrão, quanto à oviposição de *O. insidiosus*, assemelha-se àquele para outras espécies de *Orius*, em que, aproximadamente, 80% dos ovos produzidos foram colocados nos primeiros 15 dias após a emergência para *O. laevigatus* (Alauzet et al., 1994), *O. thyestes* (Carvalho et al., 2005a) e *O. insidiosus* (Mendes et al., 2005). Para *O. insidiosus* Mendes et al. (2005) verificaram que o pico de oviposição na temperatura constante de 25°C foi ao décimo primeiro dia da fase adulta, quando a média diária de ovos colocados foi de aproximadamente 5,6 ovos/dia do total dos ovos (206,7 ovos); as fêmeas colocaram 80% do total dos ovos até o 30º dia após a emergência.

A temperatura pode influenciar consideravelmente o número total de ovos e o padrão de oviposição dos indivíduos adultos e, em consequência, a fecundidade (Cammell & Knight, 1992). Tanto a fecundidade total como a média na qual a produção de ovos ocorre podem variar sob temperaturas flutuantes comparadas com temperaturas médias constantes similares. Segundo Ratte (1985), como os limites de temperatura para reprodução são próximos, isso pode não somente resultar em decréscimo no número de ovos/fêmea, mas também em uma perda na fertilidade de uma aumentada proporção de fêmeas, podendo variar em condições de temperaturas flutuantes e constantes.

Para *O. insidiosus* neste estudo a fecundidade total foi igual a 24/18°C e 27/21°C, assim como o padrão de oviposição (Tabela 1 e Figura 1B e 1C).

5.2 Período embrionário de *O. insidiosus*

Levando-se em conta que a temperatura média do regime 21/11°C é igual a 16°C, verificou-se que em 21/11°C o período embrionário (16,0 dias) foi maior quando comparado com o observado na temperatura constante de 16°C (14,0 dias) por Mendes et al. (2005). Provavelmente, o prolongamento desse período se deu por causa da influência da temperatura noturna (11°C), utilizada no regime de temperatura alternante, uma vez que *O. insidiosus*, quando submetido à temperatura constante, apresenta uma temperatura base de 11,78°C (Mendes et al., 2005).

Quanto às outras temperaturas alternantes avaliadas, foi observada uma diminuição significativa do período embrionário de *O. insidiosus* com o aumento do regime de temperatura de 24/18°C (5,9 dias) para 30/26°C (2,0 dias) (Tabela 2). Esses valores foram diferentes daqueles observados por Mendes et al. (2005), em temperaturas constantes, entretanto, os autores também constataram um decréscimo desse período com o aumento da temperatura de 16°C para 31°C (14 e 3,3 dias, respectivamente). A 25°C, Meiracker (1999) observou que o desenvolvimento dos ovos de *O. insidiosus* foi de 4,6 dias. Esse valor foi próximo àquele observado para a combinação de temperatura alternante 27/21°C (4,0 dias), cuja média é 24°C (Tabela 2). Já Tommasini & Benuzzi (1996) encontraram a 31/2°C um desenvolvimento embrionário de 5,7 dias para a espécie *O. laevigatus*.

TABELA 2 Período embrionário (dias) (\pm EP) de ovos de *Orius insidiosus* sob temperaturas alternantes diurna-noturna. UR 70 \pm 10%, fotofase 12h

Temperatura diurna/noturna	Período embrionário (dias)
21/11 (16)	16,0 \pm 0,05*a (n=14)**
24/18 (21)	5,9 \pm 0,05 b (n=89)
27/21 (24)	4,0 \pm 0,05 c (n=144)
30/26 (28)	2,0 \pm 0,05 d (n=133)

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

**n= número de ovos

5.3 Longevidade de *O. insidiosus*

A longevidade de *O. insidiosus* foi significativamente afetada pelas diferentes combinações de temperaturas alternantes avaliadas (Tabela 3). Para as fêmeas de *O. insidiosus*, foi observada uma diminuição gradual e significativa na longevidade entre as combinações de temperaturas alternantes, à medida que a temperatura a que foram submetidas foram mais altas (99,1 para 21/11°C e 21,00 dias a 30/26°C, respectivamente) (Tabela 3).

Sob temperaturas constantes, Mendes et al. (2005) verificaram que a longevidade das fêmeas de *O. insidiosus* a 25, 28 e 31°C foi de 49,8; 31,4 e 29,2 dias, respectivamente, ocorrendo uma estabilização em temperaturas acima de 28°C. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2005b) quanto à longevidade das fêmeas de *O. thyestes*. Os autores relataram que esse fato demonstra uma adaptação às temperaturas mais elevadas e que possivelmente ocorre um maior gasto de energia para produção de ovos nessas temperaturas. Tommasini & Benuzzi (1996), todavia, verificaram diferenças entre os regimes testados para a longevidade das fêmeas de *O. laevigatus*, constatando que a longevidade foi menor a 30°C constante (15,3 dias) que a 30/8°C (22,1 dias).

TABELA 3 Longevidade (dias) (\pm EP) de fêmeas e machos de *Orius insidiosus* sob temperaturas flutuantes (diurnas/noturnas), UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12h

Temperatura (°C)	Fêmeas	Macho
21/11	99,1 aA*(n= 8)**	58,9 aB (n= 8)
24/18	48,5 bA (n= 24)	43,9 aA (n= 24)
27/21	40,5 cA (n= 24)	26,7 bA (n= 24)
30/26	21,0 dA (n= 24)	16,5 bA (n= 24)

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

**n= número de indivíduos avaliados.

Para os machos não ocorreram diferenças entre as combinações de temperaturas mais baixas (21/11°C e 24/18°C) nem entre as mais altas (27/21°C e 30/26°C), no entanto, verificou-se que ocorreu uma redução na longevidade, quando se comparou com a combinação de temperatura alternante mais baixa 21/11°C com a mais alta 30/26°C, de 58,9 dias para 16,5 dias, respectivamente (Tabela 3). Esse fato corrobora observações de Mendes et al. (2005) de que a longevidade dos machos de *O. insidiosus* a 16, 22, 25, 28 e 31°C teve uma diminuição gradativa, de 72,5 dias a 16°C para 19,2 dias a 31°C. Também coincidem com os estudos de Carvalho et al. (2005) que, ao avaliarem a longevidade de *O. thyestes* em temperaturas constantes, constataram que a longevidade é afetada em condições de baixas temperaturas, sejam elas constantes ou flutuantes.

Neste estudo observaram-se diferenças na longevidade entre as fêmeas e os machos somente no regime de temperatura mais baixo 21/11°C. Para as combinações de temperaturas 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C, não foram constatadas diferenças e a longevidade foi menor, independente do sexo (Tabela 3).

Esses resultados demonstram um desempenho reprodutivo de *O. insidiosus* mais adequado em condições de temperaturas flutuantes mais altas. Uma profunda percepção nos mecanismos que governam a reação de diferentes espécies pragas e inimigos naturais, quanto a regimes constantes e dinâmicos de temperaturas, respectivamente, promoverá uma base para melhores previsões das consequências de mudanças em estratégias de controle do clima em casas de vegetação e, talvez, também para melhor manipulação climática para aumentar o efeito do controle biológico. O presente estudo indica que tanto o tempo gasto em temperaturas ótimas constantes quanto naquelas extremas deverá ser considerado em relação a *O. insidiosus* e os diversos regimes climáticos.

6 CONCLUSÕES

A reprodução e longevidade do predador *O. insidiosus* são influenciadas pelas combinações de temperaturas alternantes. Na combinação de temperaturas alternantes mais baixas (21/11°C) ocorre um prolongamento dos períodos de pré oviposição, oviposição e embrionário, assim como da longevidade. O melhor desempenho do predador é observado a 30/26°C em todos os parâmetros avaliados. *O. insidiosus* apresenta plasticidade quanto à capacidade de reproduzir e manter-se em diferentes condições ambientais.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAUZET, C.; DARGAGNON, D.; MALAUSA, D. Bionomics of a polyphagous predator: *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Entomophaga**, Paris, v. 39, n. 1, p. 3-44, Jan. 1994.
- BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e criação massal de percevejos predadores *Orius*. In: _____. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2009. p. 33-76, 429 p.
- BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; MOURA, N. Optimization of mass rearing of the predator *Orius insidiosus*: how far we are? **Global IOBC Bulletin**, Quebec, v. 3, n. 1, p. 18-19, 2007.
- BURSELL, E. **The physiology of insecta**. 2. ed. New York: Academic, 1964. 267 p.
- BURSELL, E. Environmental aspects: temperature. In: _____. **The Physiology of insecta**. 2. ed. New York: Academic, 1974. p. 1-41.
- CAMMELL, M. E.; KNIGHT, J. D. Effects of climatic change on the population dynamics of crop pests. In: BEGON, M.; FITTER, A. H.; MACFADYEN, A. **Advances in ecological research**. London: Academic, 1992. p. 117-162.
- CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M. Influência da temperatura na reprodução e longevidade do predador *Orius thyestes* Herring (Hemiptera, Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 49, n. 3, p. 409-414, jun. 2005a.
- CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H. P.; MENDES, S. M. Response of two *Orius* species to temperature. **Bulletin of Internacional Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 28, n. 1, p. 43-46, Jan. 2005b.

HORN, D. J. Temperature synergism in integrated pest management. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. p. 125-139.

JERVIS, M. A.; COPLAND, J. M. The life cycle. In: _____. **Insect natural enemies, practical approaches to their study and evaluation**. London: Chapman & Hall, 1996. p. 63-161.

KOHNO, K. Thermal effect on reproduction diapause induction in *Orius sauteri* (Heteroptera: Anthocoridae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 33, n. 4, p. 487-490, Dec. 1998.

LINDQUIST, R. K. Temperature in the management of insect and mite pests in greenhouses. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. p. 287-292.

MEIRACKER, R. A. F. van den. **Biocontrol of western flower thrips by heteropteran bugs**. 1999. 145 p. Thesis (Ph.D. in Biological Control) - University of Amsterdam, Amsterdam.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M. Reprodução e longevidade de *Orius insidiosus* (SAY) (Heteroptera: Anthocoridae) em diferentes temperaturas. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 80, n. 1, p. 87-101, fev. 2005.

NAGAI, D.; YANO, E. Effect of temperature on the development and reproduction of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae) a predator of *Thrips palmi* karny (Thysanoptera: Thripidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 34, n. 2, p. 223-229, Apr. 1999.

RATTE, H. T. Temperature an insect development. In: HOFFMANN, K. H. (Ed.). **Environmental physiology an biochemistry of insect**. Berlin: Springer-Verlag, 1985. p. 33-65.

ROY, M.; BRODEUR, J.; CLOUTIER, C. Relationship between temperature and developmental rate of *Stetorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 31, n. 1, p. 177-186, Jan. 2002.

SIDDIQUI, W. H.; BARLOW, C. A. Population growth of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) at constant and alternating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 66, n. 3, p. 579-585, July 1973.

TOMMASINI, M. G. **Evaluation of *Orius* species for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergrande) (Thysanoptera: thripidae)**. 2003. 215 f. Thesis (Doctorate in Entomology) - Wageningen University, Wageningen.

TOMMASINI, M. G.; BENUZZI, M. Influence of temperature on the development time and adult activity of *Orius laevigatus*. **Bulletin of Internacionl Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 19, n. 1, p. 179-182, Jan. 1996.

CAPÍTULO 4

Biología de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895)
(Thysanoptera: Thripidae) em temperaturas alternantes

1 RESUMO

O tripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) é uma espécie oportunista que explora vários ambientes e causa sérios danos em muitas plantas cultivadas em sistemas protegidos. São influenciados principalmente pela planta hospedeira e temperatura. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes combinações de temperatura, com alternância entre diurna e noturna, na biologia de *F. occidentalis*. Os testes foram conduzidos em câmaras climatizadas a 21/11, 24/18, 27/21 e 30/26 \pm 1°C, UR 70 \pm 10% e fotofase de 12h. Cerca de 60 ninfas de primeiro ínstar, recém-eclodidas, foram individualizadas em placas de Petri (5 cm) sobre um pedaço de vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), disposto em discos de papel filtro umedecido, sendo ambos trocados a cada dois dias. Foram avaliados o desenvolvimento e a sobrevivência dos diferentes estágios. Fêmeas adultas, com até 24 horas de idade, provenientes das ninfas mantidas nas diferentes combinações de temperaturas, foram avaliadas com relação à reprodução e longevidade. O desenvolvimento de *F. occidentalis* foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura, sendo de 12,8; 8,3; 8,0 e 6,7 dias a 21/11, 24/18, 27/21 e 30/26°C, respectivamente. As maiores sobrevivências foram verificadas nas temperaturas 27/21 e 30/26°C (44,4% e 40,0%, respectivamente). A temperatura base foi de 3°C sendo necessários 179 GD para que *F. occidentalis* completasse o desenvolvimento. Os maiores períodos pré-reprodutivos foram verificados nas temperaturas mais baixas 21/11°C (8,8 dias) e 24/18°C (6,6 dias) e os menores naquelas mais altas 27/21°C (2,7 dias) e 30/26°C (2,8 dias). Não houve influência da temperatura no período pré-reprodutivo e na fecundidade de *F. occidentalis*. A longevidade de *F. occidentalis* foi de 16,4, 13,3, 8,6 e 10,3 dias nas temperaturas alternantes 21/11°C, 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C, respectivamente. Temperaturas alternantes têm efeito significativo nos diversos parâmetros biológicos e no crescimento de *F. occidentalis*.

2 ABSTRACT

The thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) is an opportunistic species that explores several environments and causes serious damage in many cultivated plants in protected systems. Host plant and temperature are the main factors influencing this species. The objective of this study was to evaluate the effects of different combinations of temperature, alternating between day and night, in the biology of *F. occidentalis*. The tests were conducted in climatized chambers at 21/11, 24/18, 27/21 and 30/26 ± 1°C, RH 70±10% and photophase of 12h. Approximately 60 first-instar, newly-hatched nymphs were individualized in Petri dishes (5cm) with a bean pod (*Phaseolus vulgaris* L.) placed on moistened filter paper, both changed every two days. Development and survival were evaluated in the different stages. Adult females, with up to 24 of age, originating from the nymphs maintained in different combinations of temperatures, were evaluated in regards to reproduction and longevity. The development of *F. occidentalis* was influenced with increases in temperature, being 12.8; 8.3; 8.0 and 6.7 days at 21/11, 24/18, 27/21 and 30/26°C, respectively. The highest survival was found at the highest temperatures 27/21 and 30/26°C (44.4% and 40.0%, respectively). The base temperature was 3°C and was necessary 179 day-degrees for *F. occidentalis* to complete its development. The higher pre-reproductive periods were found at lower temperatures 21/11°C (8.8 days) and 24/18°C (6.6 days) and lowest ones in those higher 27/21°C (2.7 days) and 30/26°C (2.8 days). There was no influence of temperature on pre-reproductive or on fertility of female *F. occidentalis*. The longevity of *F. occidentalis* was 16.4, 13.3, 8.6 e 10.3 days at temperatures alternating 21/11°C, 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C, respectively. Alternating temperatures have significant effects in several biological parameters and on growing of *F. occidentalis*.

3 INTRODUÇÃO

O tripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) é uma praga séria, com ampla distribuição e presente em 200 espécies de plantas hospedeiras. Causam danos direto em virtude da alimentação e indireto por ser vetor de importantes vírus (Lewis, 1997), sendo os mais importantes os Toposvirus (INSV e TSWV). Os vírus são adquiridos nos estádios ninfais, ao se alimentarem das plantas doentes e os adultos responsáveis pela transmissão das viroses (Bueno, 2005).

F. occidentalis é encontrado em muitos cultivos em casas de vegetação, e os danos mais sérios em cultivos de ornamentais são os causados nas flores e/ou botões florais, como em rosas (Carvalho et al., 2005). Em cultivos de hortaliças causam danos principalmente nos frutos, com grandes perdas econômicas, além de prejudicar o mercado de exportação e interno (Coll et al., 2007). O seu controle é dificultado por apresentar hábito críptico e uma alta capacidade reprodutiva (Tommasini & Maini, 1992).

São insetos influenciados particularmente pela temperatura e pela planta hospedeira. É evidenciado que seu desenvolvimento e fecundidade são acelerados nas temperaturas ao redor de 30°C (Malain & Ravensberg, 2003), e as fases imaturas são as mais suscetíveis às adversidades climáticas, sobretudo, a temperaturas extremas, refletindo diretamente no seu desenvolvimento e sobrevivência (Gaum et al., 1994; Tommasini & Maini, 1995). Segundo Sanchez et al. (1997), *F. occidentalis* é comum em cultivos protegidos de pimentão, no entanto, durante os meses de inverno, sua população permanece baixa. Embora essa espécie possa sobreviver por curtos períodos a baixas temperaturas, seu nível de tolerância ao frio aparentemente não é suficiente para sobreviver durante o período de inverno (Brodsgaard, 1993), o que reflete nos seus parâmetros biológicos.

Em casas de vegetação, as variações de temperatura são acentuadas, principalmente em regiões tropicais e, segundo Shipp et al. (2000), o clima nesses ambientes protegidos tem uma importante influência sobre a dinâmica populacional dos insetos, na sua ecologia, no dano causado por insetos-praga e na efetividade de diferentes estratégias aplicadas para o controle das pragas. Assim, o conhecimento do efeito das combinações de temperatura, alternando-se entre aquelas diurnas e noturnas, permitirá previsões mais acuradas quanto ao crescimento populacional de *F. occidentalis* em cultivos em casas de vegetação, o que contribuirá para a aplicação de estratégias mais adequadas para o controle dessa praga.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes combinações de temperatura, com alternância entre diurna e noturna, na biologia do tripses *F. occidentalis* em condições de laboratório.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção de *F. occidentalis*

Os tripes foram coletados no período de abril a dezembro de 2007, em cultivos comerciais de gérbera (*Gerbera jacomponi*), em casa de vegetação, localizados em Lavras - MG. As coletas foram realizadas pelo método da batida, o qual consistiu de batidas leves das flores sobre uma bandeja branca, de onde, em seguida, os insetos foram coletados com auxílio de um sugador manual. A triagem e a identificação dos tripes foram realizadas em laboratório, de acordo com chave taxonômica apresentada por Monteiro et al. (2001) e, posteriormente, confirmada por especialista. Esses exemplares de *F. occidentalis* foram usados para a manutenção de uma criação no laboratório.

4.2 Criação de *F. occidentalis*

Sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) da variedade BRS – Cedro, tratadas com Vitavax (Carboxim + Thiran), foram semeadas em bandejas de isopor (22 x 38 cm), contendo substrato Plantimax®, as quais foram regadas duas vezes por semana e mantidas em gaiola de madeira (60 x 150 x 60 cm) e coberto por organza. As gaiolas foram mantidas em câmara climatizada do tipo Fitotron a $26 \pm 2^\circ\text{C}$, fotofase 12 horas e umidade relativa de $60 \pm 10\%$.

Duas semanas após a semeadura, as plântulas de algodão, contendo os cotilédones abertos, foram infestadas com adultos de *F. occidentalis*. Foi oferecido pólen (uma vez por semana) como alimento suplementar, o qual foi proveniente de colméias de *Apis mellifera* L. Após uma semana da infestação das plântulas com os tripes, as mesmas foram cortadas com auxílio de uma tesoura e colocadas em bandejas de plástico (45 x 29 cm) sobre uma camada de vermiculita. Também se acrescentaram vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre as plântulas, as quais serviram de alimento para as ninfas de primeiro e

segundo ínstaes dos tripes que migraram do algodão para a vagem. A pupação do tripes ocorreu na vermiculita. Essas bandejas foram mantidas em gaiolas de madeira e organza (60 x 150 x 60 cm). Os adultos recém-emergidos reinfestaram novas plântulas de algodão em outra bandeja colocada na gaiola de madeira. Todo esse processo foi repetido tantas vezes quantas necessárias no sentido de ter-se uma criação de manutenção de *F. occidentalis* em laboratório. Essa metodologia foi adaptada de Castañe & Zalom (1994).

4.3 Combinações de temperaturas com alternância entre diurnas e noturnas

As temperaturas utilizadas no experimento foram definidas com base em dados de temperaturas médias diurnas e noturnas, observados diariamente nos últimos cinco anos, no interior de casa de vegetação com cultivos de rosas, no Sítio Reijers município de Andradas-MG, localizado a 22°04'05''S e 46°34'09''W, a 920 m de altitude. Este estudo é complemento de trabalhos realizados com liberações do predador *O. insidiosus* para o controle do tripes *F. occidentalis* nos cultivos de rosas nesse local. As diferentes combinações de temperatura diurna/noturna utilizadas no experimento foram 21/11, 24/18, 27/21 e 30/26 ± 1°C caracterizando as estações do ano inverno, outono, primavera e verão, respectivamente. As temperaturas médias correspondentes a essas combinações são iguais a 16, 21, 24 e 28 °C.

4.4 Desenvolvimento e sobrevivência de *F. occidentalis*

Foram utilizadas 60 ninfas de primeiro instar de *F. occidentalis*, recém-eclodidas (com até 24 horas de vida), provenientes da criação de manutenção para cada combinação de temperatura alternante avaliada. Essas ninfas foram individualizadas em placas de Petri (5 cm), sobre um pedaço de vagem de feijão mantido em disco de papel filtro umedecido. A vagem e o disco de papel filtro foram trocados a cada dois dias. As placas foram mantidas em câmaras

climatizadas nas respectivas combinações de temperatura diurna/noturna: 21/11, 24/18, 27/21 e 30/26±1°C.

A transição da ninfa de primeiro ínstar para o segundo foi determinada pela presença de exúvia e, também, da observação da porção esverdeada do intestino, pois as diferenças morfológicas entre os dois estádios não são muito evidentes, pois, nesses estádios, as ninfas apresentam atividades alimentares. A pré-pupa foi determinada pelas asas curtas e pelo menor número de antenômeros, observando-se que essa fase é relativamente imóvel e apresenta pouca ou nenhuma atividade alimentar. A pupa foi reconhecida pelas asas mais longas, com as antenas dispostas para trás ao longo da cabeça, sendo essas completamente imóveis e não apresentam atividade alimentar (Rijn et al., 1995). Os adultos foram identificados de acordo com a chave taxonômica (Monteiro et al., 2001).

A duração e sobrevivência do primeiro e segundo ínstars, dos períodos pré-pupa e pupa e do desenvolvimento foram observados diariamente.

4.5 Exigências térmicas

As exigências térmicas, temperatura base e constante térmica das fases de pré-pupa e pupa e, para o desenvolvimento do tripes foram determinadas segundo metodologia proposta por Haddad et al. (1999). Por esta mesma metodologia não foi possível determinar a temperatura base (T_b) e a constante térmica (K) para o primeiro e segundo ínstars de *F. occidentalis*, em decorrência da obtenção de valores dispersos que não possibilitaram o ajuste para a regressão.

4.6 Reprodução e longevidade de *F. occidentalis*

Foram utilizadas fêmeas de *F. occidentalis* com até 24 horas de idade, obtidas com base nas ninfas mantidas nas diferentes combinações de

temperaturas avaliadas no experimento anterior. Cada fêmea foi individualizada e colocada em placa Petri (5 cm) sobre uma plântula de algodão, a qual serviu como alimento e substrato de oviposição. Visando manter a turgescência na plântula de algodão, foi colocado algodão umedecido em sua base e a mesma ficou disposta sobre um disco de papel filtro umedecido. As plântulas de algodão foram trocadas a cada três dias e observadas diariamente. Foram avaliados os períodos pré-reprodutivo e reprodutivo, a fecundidade diária e total e a longevidade das fêmeas nas diferentes combinações de temperaturas.

Em razão das dificuldades de visualização dos ovos, confirmada por Nondillo et al. (2008), e o fato dessa espécie de tripes apresentar a reprodução partenogenética (ausência de machos), adotou-se o procedimento de realizar as avaliações da fecundidade pelo número de descendentes produzidos.

4.7 Análise dos dados

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, sendo utilizado delineamento inteiramente casualizado. Para cada temperatura, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível nominal de significância de 5%, sendo utilizado o software estatístico R[®] (versão 2.5.1-Survival).

O período ninfal e os estágios de pré-pupa e pupa foram avaliados, por meio da Análise de Sobrevivência, ou seja, quanto aos tempos de permanência em cada estágio independente do sexo em duas situações: comparando os estágios em cada temperatura e a temperatura em cada estágio. Por meio do estimador não paramétrico de Kaplan-Meier foi calculada a curva de sobrevivência e estimado o tempo mediano de sobrevivência das ninfas, pré-pupas e pupas. Esse tempo foi obtido traçando-se uma reta paralela ao eixo x (tempo de vida), considerando-se 0,5 de sobrevivência (eixo y), até a interceptação com as curvas de sobrevivência. O ponto de encontro plotado no

eixo x corresponde ao tempo mediano. O tempo mediano de vida é o valor no qual pelo menos 50% dos indivíduos de uma amostra passam pelo evento de interesse que, neste caso, referiram-se à mudança de fase (Colosimo & Giolo, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desenvolvimento de *F. occidentalis*

O tripes *F. occidentalis* apresentou dois ínstares ninfais, as fases de pré-pupa, pupa e adulto em todas as temperaturas alternantes avaliadas, estando de acordo com estudos referentes a essa espécie realizados por Tommasini & Maini (1995).

Foi observada maior duração do primeiro ínstar de *F. occidentalis* nas combinações de temperatura alternante 21/11°C (3,2 dias) e nas intermediárias 24/18°C e 27/21°C. A menor duração deste ínstar foi verificada a 30/26°C (2,0 dias) que foi semelhante à observada a 24/18°C (2,7 dias) (Tabela 1). Para o segundo ínstar de *F. occidentalis*, a combinação de temperatura mais baixa 21/11°C apresentou a maior duração do desenvolvimento em relação às demais temperaturas. Nas temperaturas mais altas 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C, não foram verificadas diferenças significativas, visto que as ninfas gastaram praticamente a metade do tempo para mudarem para o próximo estágio, quando comparado com a combinação de temperatura mais baixa 21/11°C (Tabela 1).

TABELA 1 Duração (dias) (\pm EP) das fases de desenvolvimento de *F. occidentalis* em temperaturas alternantes (diurna/noturna), e fotofase de 12 h

T (°C)	Duração (dias)				
	1º ínstar	2º ínstar	Pré-pupa	Pupa	Desenvolvimento
21/11	3,2 \pm 0,20 ab*	3,7 \pm 0,20 a	1,8 \pm 0,19 a	4,8 \pm 0,26 a	12,8 \pm 0,38a
24/18	2,7 \pm 0,20 b	2,0 \pm 0,20 b	1,5 \pm 0,19 ab	2,7 \pm 0,26 b	8,3 \pm 0,38b
27/21	3,5 \pm 0,20 a	1,8 \pm 0,20 b	1,0 \pm 0,19 b	2,0 \pm 0,26 b	8,0 \pm 0,38 b
30/26	2,0 \pm 0,20 c	1,8 \pm 0,20 b	1,0 \pm 0,19 b	2,0 \pm 0,26 b	6,7 \pm 0,38 c
CV (%)	20,00	21,43	34,91	22,23	10,44

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

O desenvolvimento ninfal do primeiro e segundo ínstaes de *F. occidentalis*, quando expostos à temperatura diurna/noturna 21/11°C (média de 16°C) foi de 6,9 dias (Tabela 1). Esse valor foi muito inferior ao encontrado por Gaum et al. (1994) quando as ninfas desse tripes foram expostas à temperatura constante de 15°C (22,55 dias) e mantidos em plantas de pepino.

Na temperatura mais alta 30/26°C (média de 28°C), o desenvolvimento ninfal do primeiro e segundo ínstar levou 3,8 dias (Tabela 1), valor semelhante ao encontrado por Robb (1989) em plantas de crisântemo, que foi de 4,2 dias a 27,2°C, e menor do que aquele obtido por Gaum et al. (1994) a 30°C em plantas de pepino (5,40 dias).

Valores similares à duração do primeiro e segundo ínstaes de *F. occidentalis*, isolados, observados neste trabalho a 30/26°C (2,0 e 1,8 dias, respectivamente), foram encontrados por Zhi et al. (2005) a 25°C, quando criados em vagem de feijão e pólen, com duração de 2,0 e 2,0 dias, respectivamente. Rijn et al. (1995), utilizando plantas de pepino a 25°C, observaram um desenvolvimento ninfal de 2,3 e 3,8 dias, respectivamente.

Nota-se que tanto a temperatura como a planta hospedeira são fatores que interferem no desenvolvimento de *F. occidentalis*. Assim, as plantas hospedeiras com diferentes qualidades nutricionais e também, provavelmente, o fato de terem sido usadas diferentes combinações de temperaturas com alternância entre diurna e noturna, pode ter atenuado o efeito deletério da maior temperatura 30/26°C (média de 28°C) sobre as ninfas, aumentando assim a tolerância térmica de *F. occidentali* e não prejudicando o desenvolvimento. De acordo com Hallman & Denlinger (1998), as temperaturas extremas são o principal fator e podem delimitar o desenvolvimento dos insetos em condições ambientais com flutuações de temperaturas com máximas e mínimas, o que pode provocar mudanças fisiológicas e comportamentais do inseto quando exposto a essas mudanças climáticas.

A duração das fases de pré-pupa e pupa de *F. occidentalis* apresentou diminuição significativa quando as temperaturas variaram de 21/11 para as demais avaliadas. Já em 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C não ocorreram diferenças significativas na duração dos estádios de pré-pupa e pupa de *F. occidentalis*. Valores similares aos encontrados no presente trabalho, para a combinação de temperatura 30/26°C (média de 28°C), foram relatados por Robb (1989), quando o tripes foi mantido em plantas de crisântemo a 27,2°C, com duração para pré-pupa e pupa de 0,9 e 2,3 dias, respectivamente. Gaum et al. (1994) obtiveram duração da pré-pupa e pupa de 1,0 e 1,9 dias, respectivamente, em plantas de pepino a 30°C,

O tempo para o desenvolvimento de *F. occidentalis*, da ninfa de primeiro ínstar ao adulto, foi mais longo para a combinação de temperatura alternante diurna/noturna 21/11°C (12,8 dias), em virtude de que foram 50% maiores que na temperatura 30/26°C (6,7 dias). Para as temperaturas intermediárias, portanto, não houve diferença significativa no desenvolvimento (Tabela 1).

Este fato também foi constatado por Gaum et al. (1994), ao verificarem que o desenvolvimento também diminuiu quando as temperaturas constantes variaram de 15°C para 30°C (47,96 e 11,49 dias, respectivamente). Lowry et al. (1992) observaram uma diminuição de 26% no período de desenvolvimento, quando compararam o mesmo a 20°C (18,7 dias) e 25°C (13,8 dias).

Os resultados demonstram haver redução no desenvolvimento de *F. occidentalis* em consequência da influência de temperaturas alternantes, sendo provável que esse fator também esteja relacionado com a variedade da planta hospedeira. Tommasini & Maini (1995) demonstraram que o período de desenvolvimento dessa espécie de tripes está diretamente relacionado com as condições climáticas e com a variedade das plantas hospedeiras.

Considerando o tempo mediano de vida, durante o desenvolvimento de *F. occidentalis*, as ninfas de primeiro ínstar apresentaram comportamento semelhante entre as temperaturas alternantes 21/11°C, 24/18°C e 27/21°C (Figura 1). A 30/26°C as ninfas de primeiro ínstar apresentaram o tempo mais curto, demonstrando que 50% das ninfas mudaram para o segundo ínstar após dois dias. Foi observado que no segundo ínstar as ninfas apresentaram um comportamento distinto, pois nas temperaturas mais baixas 21/11°C e 24/18°C, o tempo requerido foi maior e 50% das ninfas passaram para a próxima fase depois de quatro e três dias, respectivamente. Sob temperaturas mais altas avaliadas, 27/21°C e 30/26°C, o período foi de dois dias para ambas as combinações (Figura 1). Na fase de pré-pupa e pupa, o comportamento foi semelhante entre as temperaturas 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C e o tempo mediano de vida foi reduzido a um dia e a dois dias, respectivamente (Figura 1). A 21/11°C esses tempos foram mais longos, dois e quatro dias, respectivamente (Figura 1).

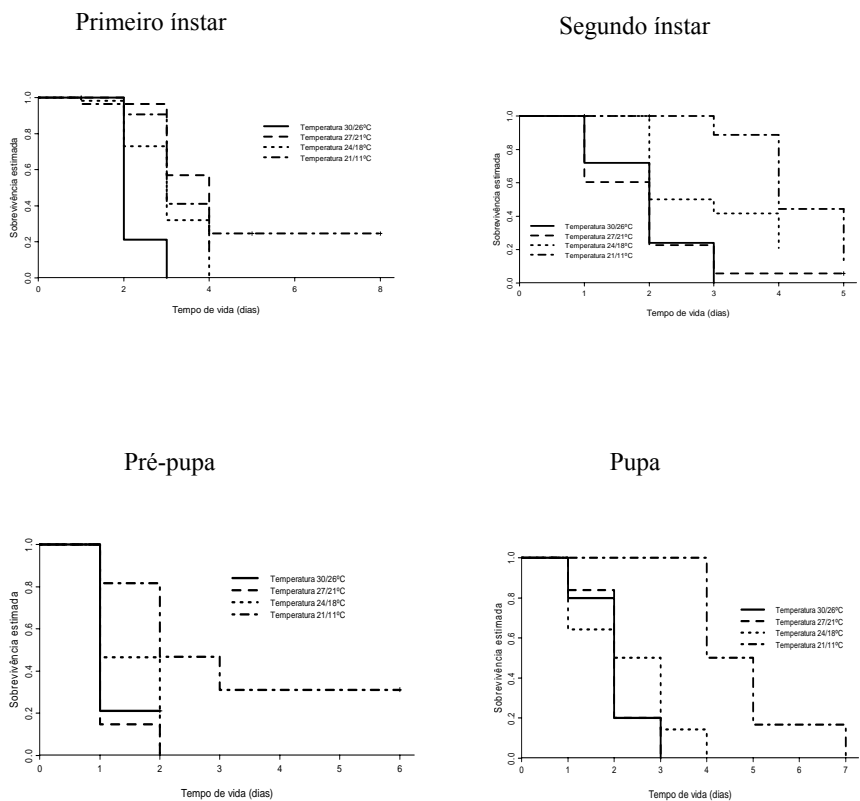


FIGURA 1 Curvas de sobrevivência para o tempo mediano de vida, em dias, de ninfas de primeiro instar, segundo instar, pré-pupa e pupa de *Frankliniella occidentalis* em quatro regimes de temperaturas alternantes, UR 60±10% e fotofase 12 h.

5.2 Sobrevivência dos diferentes estágios de *F. occidentalis*

Não foi observada diferença significativa na sobrevivência do primeiro e segundo instares de *F. occidentalis* entre as combinações de temperaturas diurnas/noturnas avaliadas. No primeiro instar as menores sobrevivências foram verificadas entre as combinações de temperaturas, 21/11°C e 24/18°C (44,4 e 46,7%, respectivamente), sendo a temperatura 27/21°C semelhante a 30/26°C, na qual foi obtida a maior sobrevivência (79,6%) (Tabela 2). No segundo instar, as menores sobrevivências foram constatadas nas temperaturas mais baixas

21/11°C e 24/18°C (61,1 e 58,3%, respectivamente). Não foi verificada diferença entre as temperaturas 21/11°C, 27/21°C e 30/26°C, as maiores sobrevivências foram observadas nas temperaturas 27/21°C e 30/26°C (75,0 e 76,2%, respectivamente) (Tabela 2).

TABELA 2 Sobrevivência (%) (\pm EP) das diferentes fases de desenvolvimento de *F. occidentalis* e desenvolvimento total em temperaturas alternantes (diurna/noturna), e fotofase de 12h

T (°C)	Sobrevivência (%)				
	1° ínstar	2° ínstar	Pré-pupa	Pupa	Desenvolvimento
1/11	44,4 \pm 0,20 b*	61,1 \pm 5,83ab	100,0 \pm 5,18 a	100,0 a	11,11 \pm 1,06 c
24/18	46,7 \pm 0,20 b	58,3 \pm 5,83 b	91,7 \pm 5,18 ab	100,0 a	20,0 \pm 1,06 b
27/21	64,8 \pm 0,20 a	75,0 \pm 5,83 a	100,0 \pm 5,18 a	100,0 a	44,4 \pm 1,06 a
30/26	79,6 \pm 0,20 a	76,2 \pm 5,83 a	76,7 \pm 5,18 b	100,0 a	44,0 \pm 1,06 a
CV (%)	21,72	22,05	13,77	-	8,63

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Lowry et al. (1992) não constataram sobrevivência nos primeiros estádios ninfais de *F. occidentalis* a 30°C (100% de mortalidade), mas observaram 80% de sobrevivência a 20°C fato, também, verificado por Morais (2004) o qual observou que houve uma redução da sobrevivência do primeiro e segundo ínstars de *F. occidentalis* quando submetidos à temperatura de 30°C (21,2%).

Na fase de pré-pupa de *F. occidentalis*, a menor sobrevivência foi observada a 30/26°C, de 76,7% (Tabela 2). Esse fato deve-se, provavelmente, à diminuição da umidade no interior dos recipientes de criação por causa do aumento da temperatura, o que pode ter provocado o ressecamento das pré-pupas. Essa observação também foi relatada por Morais (2004) o qual verificou um índice de sobrevivência das pré-pupas de *F. occidentalis* de 97,9%, 95,0% e 100,0%, a 15, 20 e 25°C, respectivamente, visto que a 30°C a sobrevivência

também diminuiu (70,8%). Não houve diferença significativa na sobrevivência da fase de pré-pupa nas combinações de temperatura 21/11°C (100%), 24/18°C (91,7%) e 27/21°C (100,0%) (Tabela 2).

A sobrevivência das pupas de *F. occidentalis* foi de 100% em todas as combinações de temperaturas alternantes (Tabela 2). Assim, a menor sobrevivência do tripses verificada nos estádios iniciais pode ser explicada em virtude da grande sensibilidade das ninfas, quando expostas a temperaturas alternantes diurnas e noturnas, principalmente pela grande variação de temperatura em que as ninfas foram submetidas. Esse resultado corrobora com as observações de Cammell & Knight (1992) os quais relataram que a sobrevivência do inseto sofre variações, dependendo do estágio de desenvolvimento e pode ser mais susceptível a temperaturas extremas quando comparadas com a fase adulta.

A porcentagem de sobrevivência total de *F. occidentalis* foi menor nas combinações 21/11°C e 24/18°C (11,11% e 20,0%, respectivamente) e maior nas combinações mais altas 27/21°C e 30/26°C (44,4% e 44,0%, respectivamente) (Tabela 2). Esses valores foram diferentes dos obtidos por Nondillo et al. (2008) que observaram uma menor sobrevivência para o desenvolvimento de *F. occidentalis* nas temperaturas mais altas avaliadas (61,6% a 31°C e maior a 22°C de 88,4%, respectivamente).

5.3 Exigências térmicas de *F. occidentalis*

A velocidade do desenvolvimento aumentou conforme houve o aumento da temperatura (Figura 2), considerando-se os estágios avaliados quanto às exigências térmicas de *F. occidentalis*.

As temperaturas base dos estágios de pré-pupa e pupa de *F. occidentalis* foram de 1,8°C e 6,1°C, respectivamente (Tabela 3).

Observou-se que houve um aumento da temperatura base de *F. occidentalis* com a mudança de estágio quando submetidos à combinação de temperatura alternante. Esse fato também pode ser verificado por McDonald et al. (1999) para *F. occidentalis* criados em crisântemo que obtiveram a temperatura base para as fases de pré-pupa e pupa de 5,2 e 9,2°C, respectivamente. Valores diferentes dos observados neste trabalho foram relatados por Gitonga et al. (2002) ao constatarem para *F. occidentalis* criados em feijão (*Phaseolus vulgaris* L., var. Monel) uma temperatura base de 8,3 e 8,1°C, para os estágios de pré-pupa e pupa, respectivamente. No entanto, os valores para a temperatura base obtidos, portanto, por Morais (2004) para *F. occidentalis* criados em feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.) para os estágios de pré-pupa e pupa foram 10,9 e 7,6°C, respectivamente.

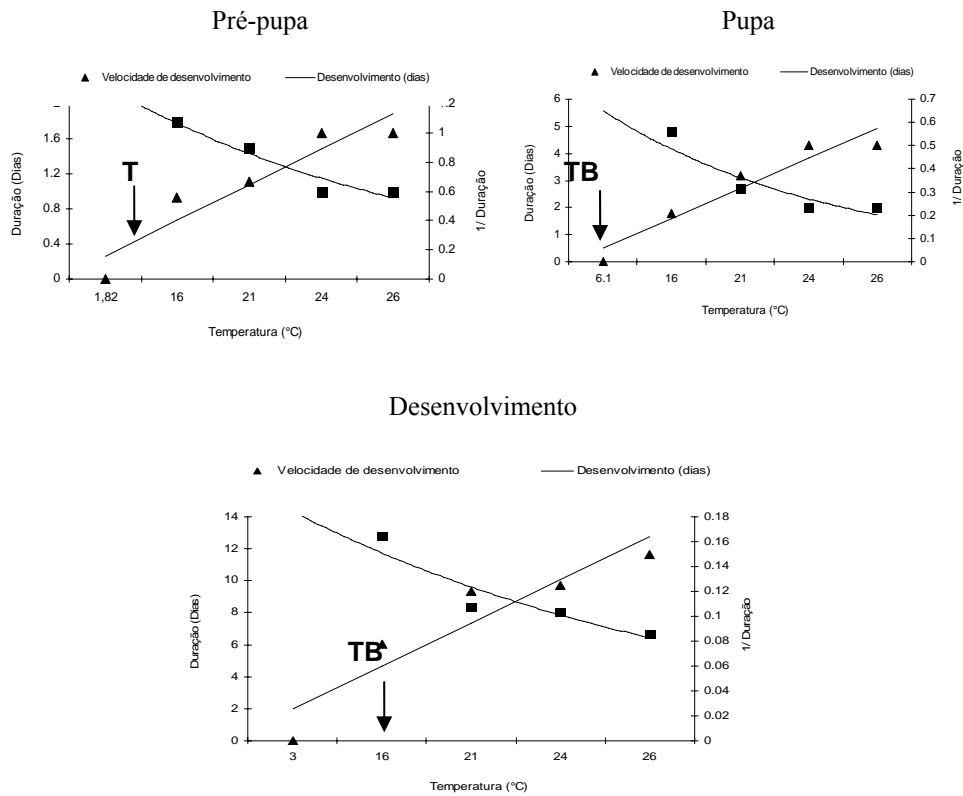


FIGURA 2 Relação entre a temperatura e velocidade de desenvolvimento dos estágios de pré-pupa, pupa e desenvolvimento ninfa a adulto de *F. occidentalis*.

TABELA 3 Temperatura base (Tb) e constante térmica (K), nos diferentes estágios e desenvolvimento de *F. occidentalis*.

Fase de desenvolvimento	Tb (°C)	K (GD)	Equação (1/D)	R ² (%)
Pré-pupa	1,8	26,6	-0,068 + 0,037X	96,6
Pupa	6,1	45,6	-0,133 + 0,0219X	98,3
Desenvolvimento	3,0	179	-0,0167 + 0,0055X	97,5

A temperatura base para o desenvolvimento de *F. occidentalis* foi de 3,0°C. Esse fato pode explicar porque *F. occidentalis* é capaz de reproduzir mesmo em períodos com baixas temperaturas. Gitonga et al. (2002) identificaram valores mais altos aos verificados neste trabalho, com temperatura base para o desenvolvimento de 9,0°C e Lowry et al. (1992) estimaram os valores de 6,5°C.

A constante térmica observada para *F. occidentalis* para a fase de pré-pupa foi de 26,6 graus-dias (GD), ou seja, a quantidade de GD acumulados necessários para que o inseto passe de uma fase a outra (Tabela 3). Na fase de pupa a constante térmica foi 45,6 GD, sendo necessários 179 GD para *F. occidentalis* completar o seu desenvolvimento.

Nondillo et al. (2008) verificaram uma constante térmica para *F. occidentalis* nos estádios de pré-pupa e pupa de 10,09 e 10,15°C, respectivamente e 249,8 GD foram necessários para o tripes completar seu desenvolvimento. Lowry et al. (1992), entretanto, verificaram a constante térmica (K) de 253 GD e Gitonga et al. (2002) observaram o valor de 256 GD para o desenvolvimento total dessa espécie de tripes.

Diversos fatores podem influenciar os requerimentos térmicos para o desenvolvimento para uma espécie. Essas diferenças para os estágios imaturos e no desenvolvimento total para *F. occidentalis*, de acordo com Gaum et al. (1994), podem ser atribuídas às plantas hospedeiras utilizadas, as quais conseqüentemente apresentam também diferenças nutricionais e podem influenciar diretamente o período de desenvolvimento de *F. occidentalis*.

O conhecimento dos efeitos da variação da temperatura ajudará a prever o comportamento do tripes nos diferentes cultivos em casas de vegetação, auxiliando no manejo e contribuindo para programas de controle biológico mais efetivo dessa praga.

5.4 Reprodução de *F. occidentalis*

O período reprodutivo das fêmeas e a longevidade de *F. occidentalis* foram analisados considerando os adultos procedentes dos estádios mantidos durante o desenvolvimento nas diferentes combinações de temperaturas alternantes. Nas temperaturas alternantes mais baixas 21/11°C e 24/18°C foram obtidas as maiores mortalidades de 88,9% e 80,0%, respectivamente. Já nas temperaturas 27/21°C e 30/26°C, a mortalidade dos estádios de *F. occidentalis* foi de 55,6% e 56,0% respectivamente. Justifica-se, portanto, o baixo número de adultos utilizados para avaliar a reprodução de *F. occidentalis* (Tabela 4).

Os maiores períodos pré-reprodutivos foram verificados nas combinações de temperaturas mais baixas (21/11°C e 24/18°C) e os menores naquelas mais altas (27/21°C e 30/26°C) (Tabela 4).

TABELA 4 Período de pré-reprodutivo, reprodutivo (dias) e fecundidade diária e total (\pm EP) de *F. occidentalis* em temperaturas alternantes (diurna/noturna), e fotofase de 12 h

T (°C)	n**	Período pré-reprodutivo	Período reprodutivo	Fecundidade diária	Fecundidade total
21/11	5	8,8 \pm 0,92 a*	4,8 \pm 1,63 a	2,18 \pm 0,20 ab	11,00 \pm 7,05ab
24/18	7	6,6 \pm 0,92 a	5,6 \pm 1,63 a	2,4 \pm 1,02 ab	9,06 \pm 5,96 ab
27/21	12	2,7 \pm 0,62 b	5,6 \pm 1,09 a	1,4 \pm 0,69 b	5,92 \pm 4,55b
30/26	17	2,8 \pm 0,55 b	5,3 \pm 0,97 a	3,8 \pm 0,61 a	17,41 \pm 3,82 ^a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade,

**n= número de indivíduos avaliados.

Assim, comparando-se os valores obtidos para o período pré-reprodutivo na combinação de temperatura 30/26°C (2,8 dias) com os observados por Zhi et al. (2005), sob temperatura constante de 25°C (2,24 dias), foram encontrados semelhanças entre os valores, demonstrando, pois, a influência da temperatura alternante mais baixa, com média de 26°C. Rijin et al. (1995) observaram menor

período pré-reprodutivo (1,81 dias) para as fêmeas de *F. occidentalis*, criadas em pepino a 25°C.

Não houve diferença significativa para o período reprodutivo de *F. occidentalis* nas diferentes combinações de temperaturas (Tabela 4). Valores superiores aos encontrados nas combinações de temperaturas avaliadas foram observados por Zhi et al. (2005) ao constatarem o período reprodutivo de 24,56 dias para *F. occidentalis*, a 25°C, quando criados em vagem de feijão e pólen. O período reprodutivo de *F. occidentalis*, relatado por Arzone et al. (1989) a 25°C, foi de 12 dias em crisântemo. Lacasa (1990), no entanto, averiguou que a 25°C esse período foi maior (28 dias) quando se utilizaram plantas de pimentão.

Deve ser levado em conta que o pólen utilizado como suplemento adicional foi ausente neste trabalho durante a avaliação da fecundidade. De acordo com Trichilo & Leigh (1988), a fecundidade depende tanto da variedade da planta de algodão como da dieta, assim, a maior fecundidade é obtida quando existe uma alta quantidade de pólen. Desta maneira, a falta do suplemento alimentar neste estudo pode ter influenciado a reprodução de *F. occidentalis*, além da planta hospedeira.

Foram constatados valores semelhantes para a fecundidade diária (ninfas/fêmea/dia) entre as combinações de temperaturas alternantes (Tabela 4). Gaum et al. (1994) obtiveram fecundidade diária de *F. occidentalis* em plantas de pepino, de 2,76 a 15°C e de 10,65 ovos/fêmea/dia a 30°C. Rijn et al. (1994), entretanto, observaram para *F. occidentalis* a 25°C, o número de 4,1 ovos/fêmea/dia. De acordo Cammell & Knight (1992) a fecundidade pode apresentar grandes alterações sob condições de temperaturas flutuantes quando comparado com aquelas em temperaturas constantes.

Foram observadas semelhanças entre os valores para fecundidade total entre as diferentes combinações de temperaturas (Tabela 4). Zhi et al. (2005)

observaram valores muito superiores quanto à fecundidade total para *F. occidentalis* (97,72, ovos/fêmea) quando criadas em vagem e pólen.

Essas diferenças observadas quanto à fecundidade total de *F. occidentalis* corroboram relatos de Hulshof et al. (2003), os quais colocam que provavelmente não são somente quanto às diferenças de recurso nutricional, mas também dependem do tempo de sobrevivência do tripes. Assim, quanto maior o tempo de sobrevivência, mais alto o número de descendentes produzidos.

5.5 Longevidade de *F. occidentalis*

A longevidade de *F. occidentalis* foi influenciada pelas diferentes combinações de temperaturas alternantes testadas. Verificaram-se semelhanças na longevidade de *F. occidentalis* nas temperaturas alternantes 21/11°C e 24/18°C (16,4 e 13,3 dias, respectivamente) e entre as combinações de temperaturas alternantes 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C (Tabela 5).

TABELA 5 Longevidade (dias) (\pm EP) de fêmeas de *F. occidentalis* sob temperaturas alternantes (diurna/noturna) e fotofase de 12 h

Temperatura (°C)	Nº	Longevidade (dias)
21/11	5	16,4 \pm 1,89 a**
24/18	7	13,3 \pm 1,60 ab
27/21	12	8,6 \pm 1,22 b
30/26	17	10,3 \pm 1,03 b

* n= número de indivíduos avaliados

**Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Zhi et al. (2005) observaram que a longevidade das fêmeas de *F. occidentalis* sob temperatura constante de 25°C, foi de 28,36 dias, ao contrário do constatado no presente estudo, no qual a longevidade foi mais curta. Lowry et al. (1992) afirmam que a longevidade das fêmeas de *Frankliniella fusca* (Hinds)

e *F. occidentalis* em diferentes temperaturas constantes, relatando que para *F. fusca* a longevidade diminuiu com o aumento da temperatura, de 10,26 (20°C) para 6,27 (35°C). Para as fêmeas *F. occidentalis* foi averiguado um comportamento diferente, as quais apresentaram uma longevidade de apenas 2,20 e 2,33 dias (20 e 25°C, respectivamente).

De acordo com Lublinkhof & Foster (1977), fertilidade de *F. occidentalis* é especialmente afetada pela temperatura, mais do que pela variedade de planta hospedeira e a longevidade diminui com o aumento da temperatura, e as mais altas fertilidades parecem ser mais altas em temperaturas médias.

Os resultados demonstraram que *F. occidentalis* foi capaz de se reproduzir mesmo em temperaturas mais baixas. As temperaturas mais altas (30/26°C), todavia, foram mais favoráveis ao desenvolvimento e reprodução dessa espécie de tripes. De acordo com Cammell & Knight (1992), as condições de climas mais quentes podem favorecer e aumentar a incidência de algumas espécies de pragas, especialmente em climas temperados, o que pode causar maiores danos às plantas. Assim, além de fornecer informações para o maior conhecimento sobre a biologia de *F. occidentalis*, a compreensão do seu comportamento, envolvendo os regimes com alternância entre temperaturas diurnas e noturnas, será importante e ajudará quanto ao manejo dessa praga em condições de cultivo protegido.

6 CONCLUSÕES

As combinações de temperatura influenciam o desenvolvimento, a sobrevivência e a longevidade de *F. occidentalis*. Nas combinações de temperaturas mais baixas (21/11°C e 24/18°C) há um prolongamento da longevidade e dos períodos pré-reprodutivo. As combinações de temperaturas mais altas 27/21 e 30/26°C são mais favoráveis para desenvolvimento de *F. occidentalis*.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARZONE, A.; ALMA, A.; RAPETTI, S. *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thysanoptera: Thripidae) nuovo fitomizo delle serre in Itália. **Informatore Fitopatologico**, Bologna, v. 39, n. 10, p. 43-48, ott. 1989.

BRODSGAARD, H. F. Cold hardiness and tolerance to submergence in wather in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 22, n. 3, p. 647-653, June 1993.

BUENO, V. H. P. Controle biológico de tripes: pragas sérias em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 31-39, 2005.

CAMMELL, M. E.; KNIGHT, J. D. Effects of climatic change on the population dynamics of crop pests. In: BEGON, M.; FITTER, A. H.; MACFADYEN, A. **Advances in ecological research**. London: Academic, 1992. p. 117-162.

CARVALHO, A. R.; BUENO, V. H. P.; DINIZ, A. J. F. Thrips (Thysanoptera) in protected rose crops in Brazil. **Bulletin of Internacional Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 28, n. 1, p. 39-42, Jan. 2005.

CASTAÑÉ, C.; ZALOM, F. G. Artificial oviposition substrate for rearing *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 88-91, Feb. 1994.

COLL, M.; SHAKYA, S.; SHOUSTER, I.; NENNER, Y.; STEINBERG, S. Decision-making tools for *Frankliniella occidentalis* managent in strawberry: consideration of target markets. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 122, n. 1, p. 59-67, Jan. 2007.

COLOSIMO, E. A.; GIOLO, S. R. **Análise de sobrevivência aplicada**. São Paulo: E. Blücher, 2006. 369 p.

GAUM, W. G.; GILIOME, J. H.; PRINGLE, K. L. Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 84, n. 22, p. 219-224, Aug. 1994.

GITONGA, L. M.; LOHR, B.; OVERHOLT, W. A.; MAGAMBO, J. K.; MUEKE, J. M. Temperature-dependent development of *Megalurothrips sjostedti* and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera : Thripidae). **African Entomology**, Pretoria, v. 10, n. 2, p. 325-331, Dec. 2002.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MOARES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferiores e superiores de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29 p.

HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. Introduction: temperature sensitivity and integrated pest management. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. p. 1-5.

HULSHOF, J.; KETOJA, E.; VANNINEN, I. Life history characteristics of *Frankliniella occidentalis* on cucumber leaves with and without supplemental food. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 108, n. 1, p. 19-32, Jan. 2003.

LACASA, A. Um trienio de *Frankliniella occidentalis* en Espanha: evolucion temporal y especial de una plaga importada. **Cuadernos Phytoma Espanha**, Madrid, v. 4, n. 2, p. 3-8, dic. 1990.

LEWIS, T. **Thrips as crop pests**. Wallingford: CAB International, 1997. 740 p.

LOWRY, V. K.; SMITH JUNIOR, J. W.; MITCHELL, F. L. Life-fertility tables for *Frankliniella fusca* (Hinds) and *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE) (Thysanoptera: Thripidae) on peanut. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 85, n. 6, p. 745-754, Dec. 1992.

LUBLINKHOF, J.; FOSTER, D. E. Development and reproductive capacity of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) reared at three temperatures. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Kansas City, v. 50, n. 3, p. 313-316, 1977.

MALAIN, M.; RAVENSBERG, W. J. **The biology of glasshouse pest and their natural enemies: knowing and recognizing.** 2. ed. The Netherlands: Koopert Biological System, 2003. 288 p.

MCDONALD, J. R.; BALE, J. S.; WALTERS, K. F. A. Temperature, development and establishment potencial of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) in the United Kingdom. **European Journal Entomology**, Branisovska, v. 96, n. 2, p. 169-173, June 1999.

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A.; ZUCCHI, R. A. Sistemática, morfologia e fisiologia: espécies de *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) de importância agrícola no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 65-72, jan. 2001.

MORAIS, F. M. **Técnicas de criação e influência da temperatura na biologia de duas espécies de tripses (Thysanoptera: Thripidae) criados em hospedeiros naturais.** 2004. 67 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

NODILLO, A.; REDAELLI, L. A.; BOTTON, M.; PIMENT, S. M. J.; GITZ, R. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações anuais de *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE) (Thysanoptera: Thripidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 6, p. 646-650, dez. 2008.

RIJN, P. C. J. van; MOLLEMA, C.; STEENHUIS-BROERS, G. M. Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 85, n. 22, p. 285-297, Feb. 1995.

ROBB, K. L. **Analysis of *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE) as a pest of floricultural crops in California greenhouse.** 1989. 135 f. Thesis (Ph.D. in Biological Control) - University of California, Riverside.

SANCHEZ, J. A.; GARCÍA, F.; LACASA, A.; GUTIÉRREZ, L.; ONCINA, M.; CONTERAS, J.; GÓMEZ, J. Response of the antocorids *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* and the phytoseiid *Amblyseius cucumeris* for the control of *Frankliniella occidentalis* in commercial crops of sweet peppers in plastic house in Murcia (Spain). **Bulletin of Internacional Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 20, n. 2, p. 177-185, 1997.

SHIPP, J. L.; WANG, K.; BINNS, M. R. Economic injury levels for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 6, p. 1732-1740, Dec. 2000.

TOMMASINI, M. G.; MAINI, S. Thrips control on protected sweet pepper crops: enhancement by means of *Orius laevigatus* releases. In: THRIPS AND TOSPOVIRUSES: PROCEEDING OF THE INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON THYSANOPTERA, 7., 1992, Bologna. **Proceedings...** Bologna: CSIRO Entomology, 1992. p. 249-256.

TOMMASINI, M. G.; MAINI, S. *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe. In: _____. **Biological control of thrips pest**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1995. p. 201.

TRICHILO, P. J.; LEIGH, T. F. Influence of resource quality on the reproductive fitness of flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). **Annals Entomological Society of America**, College Park, v. 81, n. 1, p. 64-70, Feb. 1988.

ZHI, J.; FITCH, G. K.; MARGOLIES, D. C.; NECHOLS, J. R. Apple pollen as supplemental food for the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*: response of individuals and populations. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 117, n. 3, p. 185-192, June 2005.

CAPÍTULO 5

Tabela de vida de fertilidade do tripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) e do predador *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae)

1 RESUMO

Tabelas de vida fornecem informações importantes para o conhecimento da dinâmica populacional de inimigos naturais e de pragas, o que auxilia na aplicação de programas de controle biológico. Com este trabalho objetivou-se determinar as Tabelas de vida de fertilidade de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) e *Orius insidiosus* (Say, 1832), submetidos a temperaturas alternantes, diurna-noturna. Os testes foram conduzidos em câmaras climatizadas a 21/11, 24/18, 27/21 e 30/26±1°C, UR 70±10% e fotofase 12h. Casais de *O. insidiosus* foram mantidos em placas Petri (5 cm), contendo um chumaço de algodão umedecido, ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) como alimento *ad libitum* e substrato de oviposição. Fêmeas adultas de *F. occidentalis*, com até 24 horas de idade, foram individualizadas e colocadas em placas Petri (5 cm) sobre um cotilédone de algodão em disco de papel filtro umedecido. Para *F. occidentalis* a maior fecundidade (m_x) foi verificada a 30/26°C (3,2 ninfas/fêmea). A taxa líquida de reprodução (R_0) e a taxa intrínseca de aumento (r_m) foram significativamente maiores a 30/26°C ($R_0= 4,19$ fêmeas e $r_m= 0,14$ fêmea/fêmea/dia), comparada com as demais temperaturas avaliadas. O intervalo médio entre as gerações diminuiu conforme o aumento da temperatura de 23,42 para 10,48 dias (21/11 e 30/26°C, respectivamente). A razão finita de crescimento (λ) foi maior a 30/26°C (1,15 fêmea/dia). O tempo em que a população de *F. occidentalis* levou para duplicar (TD) sob condições de temperaturas alternantes foi consideravelmente reduzido (28,91 para 4,87 dias) com o aumento de temperatura de 21/11 para 30/26°C. A fecundidade máxima (m_x) obtida para *O. insidiosus* foi a 30/26°C (8 ovos/fêmea). A taxa líquida de reprodução (R_0) foi significativamente menor na temperatura mais baixa 21/11°C (10,18 fêmeas). A taxa intrínseca de aumento (r_m) e a razão finita de crescimento (λ) foram maiores a 30/26°C (0,19 fêmea/fêmea/dia; 1,21 fêmea/dia, respectivamente). O intervalo médio entre gerações diminuiu conforme o aumento da temperatura (21/11 e 30/26°C) de 78,86 para 19,23 dias, respectivamente. O tempo em que uma população leva para duplicar (TD) foi menor a 30/26°C (3,52 dias). Os parâmetros de crescimento obtidos sugerem que o predador *O. insidiosus* apresenta potencial como agente de controle biológico do tripses *F. occidentalis*.

2 ABSTRACT

Studies on fertility life table give important information on the population dynamics both of the natural enemies and of the pests. That information might be helpfully on the use of biological programs. This work aimed to determine the fertility life tables of *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) and *Orius insidiosus* (Say, 1832) submitted to alternating temperatures, day/night. The tests were conducted in climatic chambers at 21/11, 24/18, 27/21 and 30/26±1°C, RH 70±10% and photophase 12h. Couples of *O. insidiosus* were maintained on Petri dishes (5 cm) containing a moister cotton and eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) as food *ad libitum*. Adult females of *F. occidentalis* of up to 24h of age were placed on Petri dishes (5 cm) on a cotton cotyledon on wetted filter paper disk. The greatest fecundity (m_x) of *F. occidentalis* was found at 30/26°C (3.2 nymphs/female). The net reproduction rate (R_0) and intrinsic increase rate (r_m) were significantly greater at 30/26°C (R_0 = 4.19 females and r_m = 0.14 female/day) compared with another temperatures. The average generation interval decreased according to the increase of temperature from 23.42 to 10.48 days (21/11 and 30/26°C, respectively). The finite growth ratio (λ) was greater at 30/26°C (1.15 female/day). The time in which the population of *F. occidentalis* took to duplicate (TD) under alternating temperature conditions was markedly reduced with the increase of temperature from 28.91 to 4.87 days (21/11 and 30/26°C, respectively). The maximum of fecundity (m_x) of *O. insidiosus* was found at 30/26°C (8 eggs/female). The net reproduction rate (R_0) was significantly lower in the lower temperature 21/11°C (10.18 females). The intrinsic increase rate (r_m) and the finite growth ratio (λ) was greater at 30/26°C (0.19 female/day; 1.21 female/day, respectively). The average generation interval decreased according to the increase of temperature (21/11 and 30/26°C) from 78.86 to 19.23 days, respectively. The time in which a population takes to duplicate (TD) was shorter at 30/26°C (3.52 days). The parameters of growth suggests that *O. insidiosus* shows potential as a biological control agent of thrips *F. occidentalis*.

3 INTRODUÇÃO

O tripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) causa sérios danos em hortaliças e plantas ornamentais em cultivos protegidos. Para o seu controle, durante as últimas décadas, maior atenção tem sido dada às liberações aumentativas de percevejos predadores do gênero *Orius*, particularmente *Orius insidiosus* (Say, 1832) e *Orius laevigatus* (Fieber, 1860). O controle biológico aumentativo de tripses vem sendo empregado em várias partes do mundo, em especial pelas características apresentadas por esses insetos, como a resistência à maioria dos ingredientes ativos usados para o seu controle (Riudavets, 1995; Tommasini, 2003), pela dificuldade de serem atingidos pelos produtos químicos uma vez que vivem normalmente escondidos nas flores das plantas (Bueno, 2005) e pela alta taxa reprodutiva.

Segundo Crowder (2007), aumentando-se o número de agentes de controle biológico liberados, em um dado ambiente, nem sempre aumenta o nível de controle da praga. A determinação de Tabelas de vida de fertilidade, portanto, pode ajudar a compreender melhor a distribuição e abundância das pragas e inimigos naturais, principalmente, quanto aos padrões de fecundidade e sobrevivência, servindo de base para a adoção de medidas compatíveis com o controle dessas pragas.

Entender como a taxa intrínseca de aumento varia em relação a fatores como a temperatura, pode ajudar na decisão quanto ao tempo de introdução do parasitóide/predador em um programa de liberação inoculativa (Southwood, 1978; Townsend et al., 2006). De acordo com Tommasini et al. (2004), a melhor descrição do crescimento populacional de uma espécie sob diferentes condições pode ser avaliada pela taxa intrínseca de crescimento, bem como pela capacidade predatória dos agentes de controle biológico.

A taxa intrínseca de aumento (r_m) descreve o potencial de crescimento de uma população em um dado conjunto de condições ambientais, e o controle biológico é baseado nas médias dos valores encontrados para o r_m , as quais são utilizadas para prever os efeitos das interações entre as pragas e os inimigos naturais, uma vez que o agente de controle é introduzido em um dado sistema (Dent & Walton, 1997). Segundo Bosh et al. (1982), a avaliação do crescimento populacional dos insetos por meio da análise de Tabela de vida envolve a influência de fatores intrínsecos e extrínsecos de mortalidade, sendo os mesmos úteis tanto para criação em laboratório como para o campo, envolvendo medidas de controle. Vários trabalhos registram que o desenvolvimento, a sobrevivência e a fecundidade de fêmeas de *O. insidiosus* (Meiracker, 1999; Mendes et al., 2005) e de *F. occidentalis* (Rijn et al., 1995) variam com a temperatura e espera-se que os valores correspondentes à taxa intrínseca de aumento também variem.

O objetivo deste trabalho foi determinar as Tabelas de vida de fertilidade do tripses *F. occidentalis* e do predador *O. insidiosus*, submetidos a temperaturas alternantes, diurna/noturna.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Combinações de temperaturas com alternância entre diurnas e noturnas

As temperaturas utilizadas nos testes com *F. occidentalis* e *O. insidiosus* foram definidas valendo-se de dados de temperaturas médias, máximas e mínimas, diurnas e noturnas, coletados diariamente nos últimos cinco anos, no interior de casas de vegetação com cultivos de rosas, no Sítio Reijers, município de Andradas/MG, localizado a 22°04'05''S e 46°34'09''W, a 920 m de altitude. Este trabalho é complemento de estudos realizados com liberações do predador *O. insidiosus* no controle de *F. occidentalis* em cultivos de rosas neste local. As temperaturas foram agrupadas formando as combinações de temperatura diurna/noturna 21/11°C, 24/18°C, 27/21°C e 30/26±1°C que caracterizam as estações do ano inverno, outono, primavera e verão, respectivamente. Os experimentos usando essas temperaturas alternantes foram conduzidos em câmaras climatizadas, nas quais as mais altas temperaturas, as diurnas, foram associadas com fotofase de 12 horas, com umidade relativa de 70±10%.

4.2 Obtenção de adultos de *F. occidentalis*

Os tripes foram coletados em plantas de gérbera (*Gerbera jacompsoni*) cultivada em casas de vegetação comercial no município de Lavras/MG. O material coletado foi levado ao laboratório, onde foi feita a triagem e identificação. Espécimes de *F. occidentalis* foram então criados em cotilédones de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), vagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e pólen presentes em gaiolas mantidas em câmara climática a 25°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h, segundo metodologia adaptada de Castañe & Zalom (1994).

Ninfas de primeiro ínstar, recém eclodidas e provenientes da criação de manutenção foram individualizadas em placas de Petri (5 cm), contendo discos

de papel filtro umedecido e um pedaço de vagem de feijão e foram trocadas a cada dois dias. As placas com as ninfas foram mantidas em câmaras climatizadas nas respectivas combinações de temperatura diurna/noturna, até se tornarem adultas.

4.3 Tabela de vida de fertilidade de *F. occidentalis*

Fêmeas adultas de *F. occidentalis*, com até 24 horas de idade, foram individualizadas e colocadas em placas Petri (5 cm), sobre um cotilédone de algodão em disco de papel filtro umedecido para manter a umidade. O cotilédone de algodão foi oferecido à fêmea como substrato de oviposição, sendo a base desse cotilédone enrolada com algodão umedecido para a manutenção da turgescência. Esses cotilédones foram trocados a cada três dias. Houve dificuldades quanto à visualização dos ovos e, como nessa espécie a reprodução pode ser paternogenética (ausência de machos) (Tommasini & Maini, 1995), adotou-se o procedimento de realizar as avaliações da fecundidade (número diário e total de ninfas/fêmeas), em razão do número de descendentes produzidos. Com esses parâmetros foi determinada a Tabela de vida de fertilidade de *F. occidentalis*.

4.4 Obtenção de adultos de *O. insidiosus*

Substratos de oviposição (hastes de picão-preto - *Bidens pilosa* L.), contendo ovos de *O. insidiosus* foram obtidos da criação de manutenção do laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da UFLA, de acordo com metodologia proposta por Bueno et al. (2007). Esses substratos contendo ovos do predador foram divididos em quatro grupos, sendo cada grupo colocado em uma placa de Petri (20 cm). Essas placas foram mantidas em câmaras climáticas, em cada regime de temperatura alternante a ser avaliado até a eclosão das ninfas. As ninfas foram, então, mantidas na placa de Petri

contendo um chumaço de algodão umedecido com água destilada e ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) como alimento *ad libitum* nas mesmas temperaturas alternantes até se tornarem adultos, os quais foram usados no experimento.

4.5 Tabela de vida de fertilidade de *O. insidiosus*

Cerca de 24 casais de *O. insidiosus* foram mantidos em placas Petri (5 cm) contendo um chumaço de algodão umedecido com água destilada e ovos de *A. kuehniella* como alimento *ad libitum*. Foram adicionados também “sanfonas” de papel filtro de, aproximadamente, 2 cm, as quais serviram como abrigo para as fêmeas do predador e uma haste de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) como substrato de oviposição. A inflorescência do picão-preto foi cortada no ápice antes de ser oferecida para o predador para assegurar a ausência de pólen na alimentação de *O. insidiosus*. Todo o material presente no interior da placa foi trocado diariamente.

Foram avaliadas a fecundidade (número diário e total de ovos/fêmeas) e a sobrevivência dos adultos nas diferentes combinações de temperaturas testadas, determinando-se a Tabela de vida de fertilidade do predador *O. insidiosus*.

4.6 Análise dos dados

Baseando-se em dados de sobrevivência e fecundidade de cada fêmea, foram elaboradas as Tabelas de vida de fertilidade. Segundo os valores de intervalo de idade (x), fertilidade específica (m_x), taxa de sobrevivência (l_x) das Tabelas de vida de fertilidade, foram calculados os valores de taxa líquida de reprodução (R_0), taxa intrínseca de aumento (r_m), intervalo médio entre gerações (T), razão finita de crescimento (λ) e o tempo que a população leva para duplicar em número (TD) em que:

$$R_0 = \sum (m_x \cdot l_x)$$

$$T = (\sum m_x \cdot l_x \cdot x) / (\sum m_x \cdot l_x)$$

$$R_m = \log_e R_0 / T = \ln R_0 / T$$

$$\lambda = e^{r \cdot m}$$

$$TD = \ln(2) / r$$

A Tabela de vida de fertilidade de *O. insidiosus* foi elaborada mediante modelos apresentados por Chi & Liu (1985) e Chi (1988). As médias dos parâmetros da Tabela de vida foram estimadas pelo uso do Método Jackknife (Sokal & Rohlf, 1995). Para a elaboração da Tabela de vida de fertilidade de *F. occidentalis* utilizou-se o software estatístico R[®] (versão 2.5.1- Survival).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *F. occidentalis*

Foi observada influência das combinações de temperaturas, tomando-se por base as taxas de sobrevivência (L_x) das fêmeas de *F. occidentalis* e da fertilidade específica (m_x). As taxas de sobrevivência (L_x) reduziram-se consideravelmente no início do ciclo reprodutivo de *F. occidentalis* nas temperaturas alternantes 21/11°C, 24/18°C e 27/21°C (Figuras 1, 2 e 3).

De acordo com os padrões de curva de sobrevivência (L_x) (Townsend et al., 2006), a curva observada para *F. occidentalis* nas combinações de temperaturas alternantes 21/11°C, 24/18°C e 27/21°C foi do tipo III, mostrando maior mortalidade nos estágios iniciais do inseto (Figuras 1, 2 e 3). Cammell & Knight (1992) relataram que a sobrevivência de um inseto sofre variações, dependendo do estágio de desenvolvimento e pode ser mais susceptível a temperaturas extremas quando comparado com a fase adulta.

Verificou-se a 21/11°C que a fecundidade (m_x) foi de 2,7 ninfas/fêmea, em função das fêmeas atingiram o máximo de fertilidade (m_x) no vigésimo terceiro dia (Figura 1).

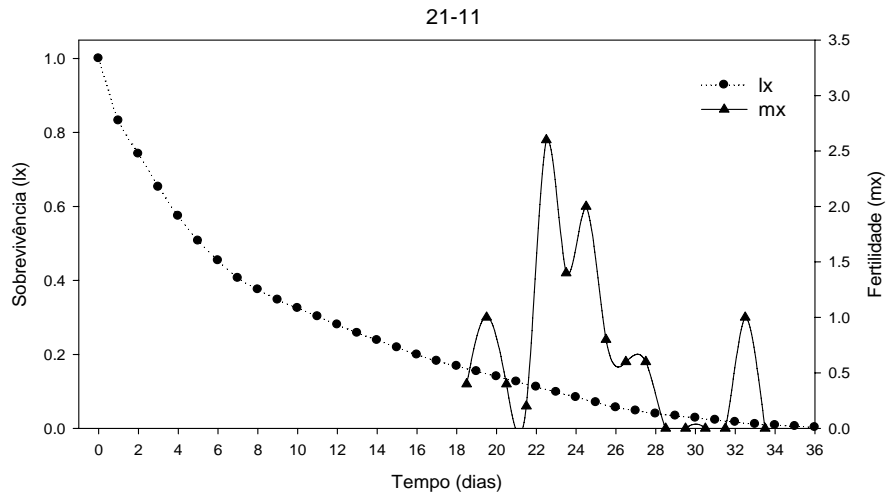


FIGURA 1 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *F. occidentalis* na combinação de temperatura 21/11°C.

Nas temperaturas 24/18°C e 27/21°C, os valores observados para a fertilidade específica (m_x) foram de 2,3 ninfas/dia e 1,2 ninfas/dia, com o pico de fertilidade atingido no vigésimo primeiro dia e no décimo primeiro dia, respectivamente (Figuras 2 e 3).

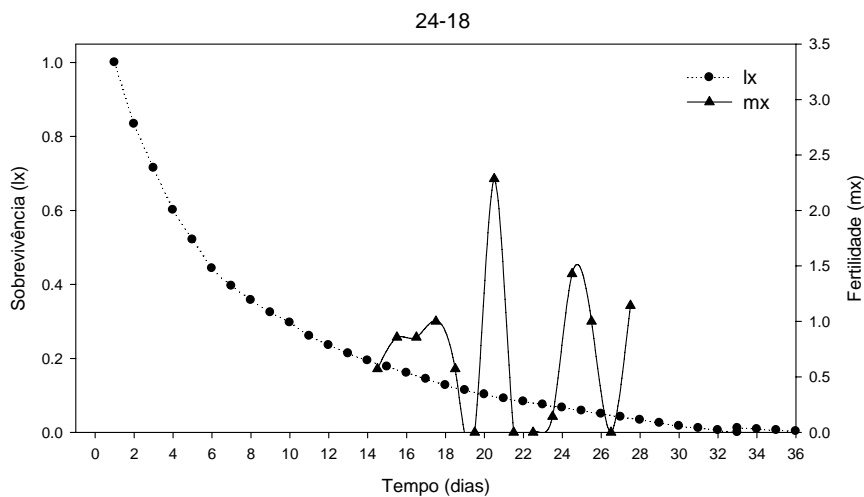


FIGURA 2 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *F. occidentalis* na combinação de temperatura 24/18°C.

A maior fertilidade específica (m_x) de *F. occidentalis* foi obtida na temperatura alternante 30/26°C ao décimo terceiro dia, no qual apresentou um total de ninfas produzidas de 3,2 ninfas/dia (Figura 4).

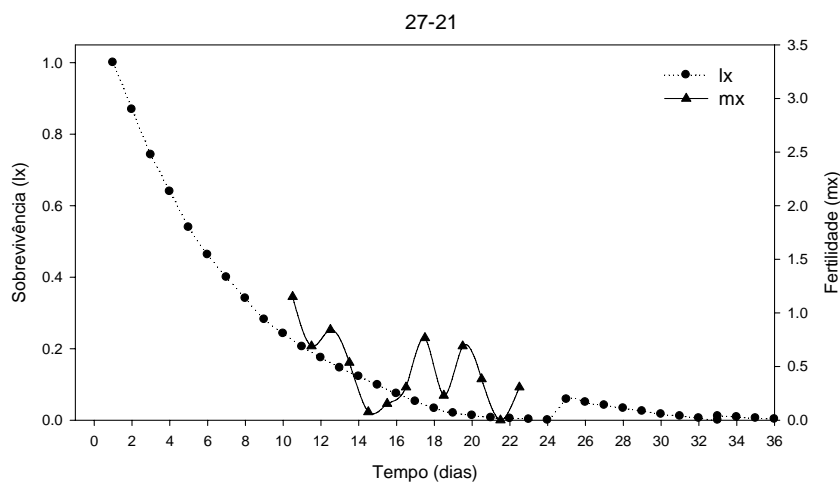


FIGURA 3 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *F. occidentalis* na combinação de temperatura 27/21°C.

A curva de sobrevivência (L_x) observada a 30/26°C mostrou o padrão diferente aos verificados para as temperaturas 21/11°C, 24/18°C e 27/21°C. A curva de sobrevivência a 30/26°C foi do tipo II, mostrando taxa de mortalidade constante do nascimento até as idades mais avançadas do tripses *F. occidentalis* (Figura 4).

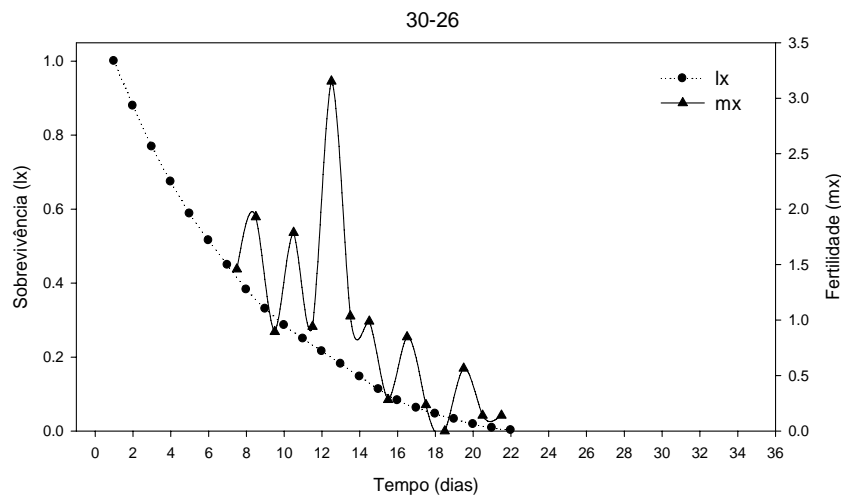


FIGURA 4 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *F. occidentalis* na combinação de temperatura 30/26°C.

A taxa de sobrevivência (L_x) a qual resulta na probabilidade do tripses “recém-emergido” estar vivo até a idade x , está relacionada com a fecundidade (m_x), o que foi constatado na temperatura alternante 30/26°C, em que a sobrevivência diminuiu com o aumento da temperatura. Esse fato também foi verificado por Gaum et al. (1994), os quais observaram que a fertilidade (m_x) foi maior a 30°C em decorrência do alto número de fêmeas e da alta taxa intrínseca de crescimento (r_m), mas com menor sobrevivência. Os autores ressaltaram que a temperatura tem influência direta sobre o período reprodutivo e a fecundidade de *F. occidentalis* e que a fertilidade específica (m_x) é bastante influenciada por temperatura em torno de 30°C. Lowry et al. (1992) também observaram para *F.*

occidentalis que a fertilidade chegou ao máximo de 30°C, mas com uma mortalidade mínima.

As temperaturas mais altas podem favorecer e aumentar a abundância de algumas espécies de pragas, nas condições de climas mais quentes, especialmente em climas temperados (Cammell & Knight, 1992). A sobrevivência e reprodução, contudo, também podem ser influenciadas pela qualidade da planta hospedeira (Dente & Walton, 1997).

5.2 Tabela de vida de fertilidade de *Frankliniella occidentalis*

A taxa líquida de reprodução (R_0) de *F. occidentalis* mostrou valores semelhantes nas combinações de temperaturas alternantes 21/11°C, 24/18°C e 27/21°C (Tabela 2), e a maior taxa (R_0) foi observada a 30/26°C (4,19 fêmeas). Nessa temperatura as fêmeas de *F. occidentalis* foram capazes de produzir o maior número de indivíduos ao longo da sua vida (Tabela 2).

TABELA 1 Parâmetros crescimento de Tabela de vida de fertilidade de *F. occidentalis* em temperaturas alternantes (diurna/ noturna). UR 70±10% e fotofase 12h

Parâmetros de crescimento (*)	T (°C)			
	21/11	24/18	27/21	30/26
R_0	1,50 **	1,44	1,43	4,19
r_m	0,02	0,02	0,03	0,14
T	23,42	20,85	12,93	10,48
λ	1,02	1,02	1,03	1,15
TD	28,91	30,96	24,27	4,87

* R_0 = taxa líquida de reprodução; r_m = taxa intrínseca de aumento; T= intervalo médio entre gerações; λ = razão finita de crescimento; TD= tempo que a população leva para duplicar em número.

Foi verificado que a taxa líquida reprodução (R_0) aumentou com o incremento da temperatura, quando comparada à temperatura mais baixa

21/11°C (média de 16°C) com a mais alta 30/26°C (média de 28°C), o (R_0) variando de 1,50 fêmeas para 4,19 fêmeas, respectivamente. Esse comportamento também foi constatado por Gaum et al. (1994), os quais verificaram que a taxa líquida de reprodução (R_0) para *F. occidentalis* em plantas de pepino a 15°C foi de 1,02 fêmeas, a 30°C, de 8,48 fêmeas. Os autores ressaltam ainda que esse crescimento é esperado em temperaturas mais altas. Isso demonstra, neste trabalho, a influência das temperaturas mínimas e máximas relacionadas.

Ao comparar o valor da taxa líquida de reprodução (R_0) na temperatura alternante 30/26°C, encontrado neste trabalho ($R_0 = 4,19$ fêmeas), verificou-se que o mesmo foi inferior ao observado por Rijin et al. (1995) para *F. occidentalis* a 25°C em plantas de pepino ($R_0 = 22,1$ fêmeas). Esse fato pode ser atribuído à falta de pólen como suplemento alimentar. De acordo Trichilo & Leigh (1988) o pólen é um fator muito importante para a nutrição e reprodução, e a ausência de pólen reflete diretamente na taxa líquida de reprodução (R_0) de *F. occidentalis*.

Zhi et al. (2005), porém, na mesma temperatura constante, observaram que, quando criados em vagem e pólen, a taxa líquida de reprodução (R_0) foi de 58,75 fêmeas, valor esse muito superior àqueles encontrados neste trabalho. No presente estudo, para a temperatura 30/26°C, o valor encontrado foi maior ao observado por Lowry et al. (1992) para *F. occidentalis* a 25°C, em plantas de amendoim, com taxa líquida de reprodução (R_0) de 2,25 fêmeas.

O potencial reprodutivo de *F. occidentalis* em consequência da taxa intrínseca de aumento (r_m) foi semelhante entre as combinações de temperaturas alternantes 21/11°C, 24/18°C e 27/21°C (0,02, 0,02 e 0,03 fêmea/fêmea/dia, respectivamente) (Tabela 2). Na temperatura alternante 30/26°C o r_m foi o mais alto, ou seja, foi adicionado 0,14 fêmea/fêmea/dia à população (Tabela 2).

Os valores encontrados no presente estudo, nas temperaturas alternantes 21/11°C, 24/18°C e 27/21°C, coincidem com aqueles obtidos por Lowry et al. (1992) para *F. occidentalis* a 25°C, em plantas de amendoim, com taxa intrínseca de aumento (r_m) de 0,02 fêmea/fêmea/dia.

Valor mais próximo ao verificado neste trabalho na temperatura alternante 30/26°C (0,14 fêmea/fêmea/dia) foi observado por Rijin et al. (1995) para *F. occidentalis* a 25°C em plantas de pepino ($r_m = 0,166$ fêmea/fêmea/dia). Já Zhi et al. (2005) notaram para o tripes nas mesmas condições, criados em vagem e pólen, o valor de 0,19 fêmea/fêmea/dia. Valor diferente ao encontrado neste trabalho foi verificado por Gaum et al. (1994) observando taxa intrínseca de aumento (r_m) de *F. occidentalis* a 30°C em pepino de 0,51 fêmea/fêmea /dia.

O intervalo médio entre gerações (T) de *F. occidentalis*, ou seja, a duração média do período entre o nascimento das ninfas de uma geração para a geração seguinte foi diminuindo com o aumento da temperatura (Tabela 2). Nas combinações de temperaturas alternantes mais baixas 21/11°C e 24/18°C, o tempo foi de 23,42 e 20,85 dias, respectivamente e, para as mais altas 27/21°C e 30/26°C de 12,93 e 10,48 dias, respectivamente (Tabela 2). Embora os valores tenham sido diferentes aos encontrados neste trabalho, o mesmo comportamento foi verificado por Gaum et al. (1994) demonstrando que o intervalo médio entre gerações (T) de *F. occidentalis*, em plantas de pepino, foi maior a 15°C (12,68 dias) e diminuindo para 4,32 dias a 30°C. Rijin et al. (1995) observaram a 25°C, em plantas de pepino, que o intervalo médio entre gerações do tripes (T) foi de 20,1 dias, valor semelhante ao verificado neste trabalho na combinação de temperatura 24/18°C (20,85 dias). Zhi et al. (2005) verificaram o tempo médio de uma geração (T) para *F. occidentalis*, a 25°C, em vagem e pólen, de 21,83 dias.

A razão finita de crescimento (λ) de *F. occidentalis*, ou seja, o fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo foi maior na temperatura alternante de 30/26°C (1,15 fêmeas/dia) (Tabela 2).

O tempo que a população leva para duplicar em número (TD) diminuiu consideravelmente com o aumento na temperatura (21/11°C e 30/26°C) de 28,91 para 4,87 dias, respectivamente (Tabela 2). Valor mais próximo ao encontrado no presente estudo, para a combinação de temperatura 30/26°C, foi constatado por Zhi et al. (1992), verificando que o tempo para a população duplicar foi de 3,71 dias a 25°C e quando os tripes foram criados em vagem e pólen. Lowry et al. (1992), também, observaram que o tempo para a população duplicar foi de 15,55 dias a 25°C, em plantas de amendoim.

Os resultados obtidos evidenciam que *F. occidentalis* é capaz de se reproduzir mesmo em temperaturas mais baixas. Segundo Toapanta et al. (1996), as populações desse tripe são baixas durante o inverno, mas aumentam rapidamente durante o início da primavera, quando os adultos podem ser encontrados nas flores de muitas espécies de plantas espontâneas. O conhecimento do potencial reprodutivo de *F. occidentalis*, quanto à taxa intrínseca de aumento (r_m) e com o tempo em que a população leva para duplicar em número (TD), poderá auxiliar no manejo dessa praga em condições de cultivo protegido.

5.3 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *O. insidiosus*

Foi observado que houve variação da fertilidade do predador *O. insidiosus* entre as temperaturas alternantes diurna/noturna avaliadas (Figuras 5, 6, 7 e 8). As temperaturas alternantes influenciaram a fertilidade específica (m_x) das fêmeas de *O. insidiosus* e o número de ovos colocados pelas fêmeas na idade x , quando comparados os valores na temperatura alternante mais baixa com os valores daquelas mais altas.

A 21/11°C houve uma intensa redução nas taxas de sobrevivência (L_x) no início do ciclo (Figura 5), indicando os efeitos negativos das temperaturas mais baixas, resultando em menor fertilidade da fêmea nessa condição.

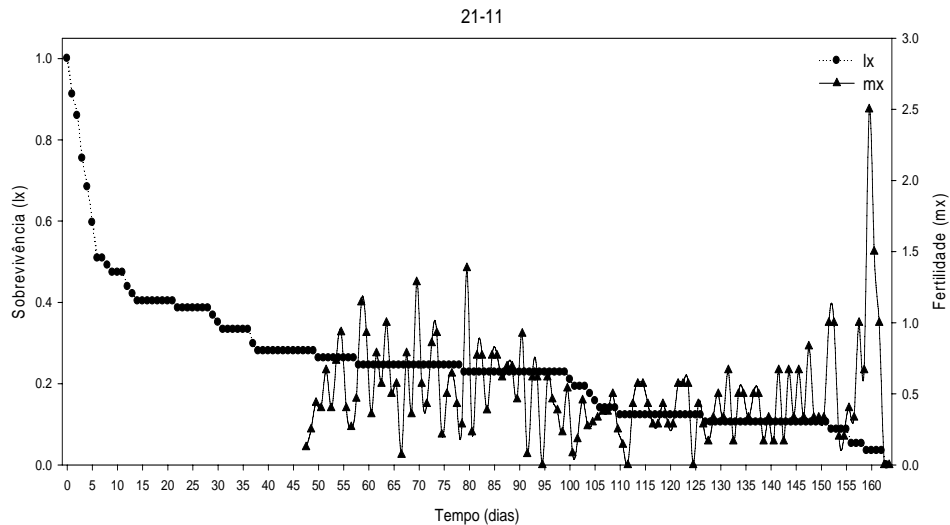


FIGURA 5 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *Orius insidiosus* na combinação de temperatura 21/11°C.

Esse resultado, também, foi verificado por Cocuzza et al. (1997) para *Orius albidipennis* (Reuter) e *Orius laevigatus* (Fieber) a 15°C. Considerando os padrões de curva de sobrevivência (L_x) propostos por Townsend et al. (2006), a curva obtida para *O. insidiosus* a 21/11°C foi do tipo III, a qual demonstra uma maior mortalidade nos estágios iniciais (Figura 5). A fertilidade específica (m_x) foi no máximo de 2,5 ovos/fêmea, verificada após o quadragésimo quinto dia (Figura 1).

Para a combinação de temperatura 24/18°C, as taxas de sobrevivência (L_x) para *O. insidiosus* foram maiores no início do ciclo reprodutivo, diferentemente do que ocorreu na temperatura 21/11°C. A curva observada para *O. insidiosus* a 24/18°C foi do tipo I, a qual descreve uma situação em que a

mortalidade está concentrada em indivíduos com idades mais avançadas (Figura 6). A fertilidade específica (m_x) do predador foi de cinco ovos/fêmea, com maior fertilidade obtida entre o vigésimo quinto e o quadragésimo dia (Figura 6).

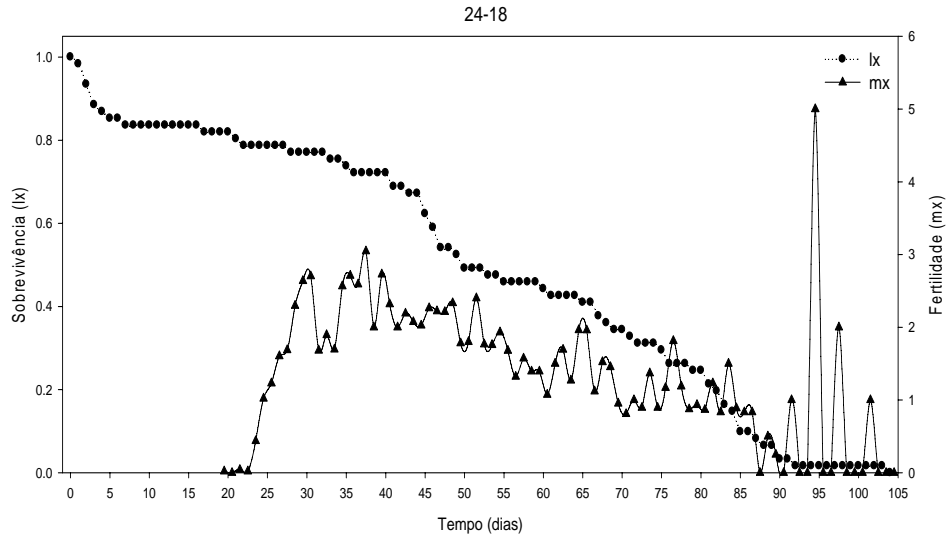


FIGURA 6 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *Orius insidiosus* na combinação de temperatura 24/18°C.

Para a combinação de temperatura 27/21°C a fertilidade específica (m_x) foi de quatro ovos/fêmea e as fêmeas apresentaram maior fertilidade a partir do décimo nono dia (Figura 7).

A 30/26°C a fertilidade (m_x) foi de seis ovos/fêmeas (Figura 8), com fertilidade máxima atingida no décimo primeiro dia.

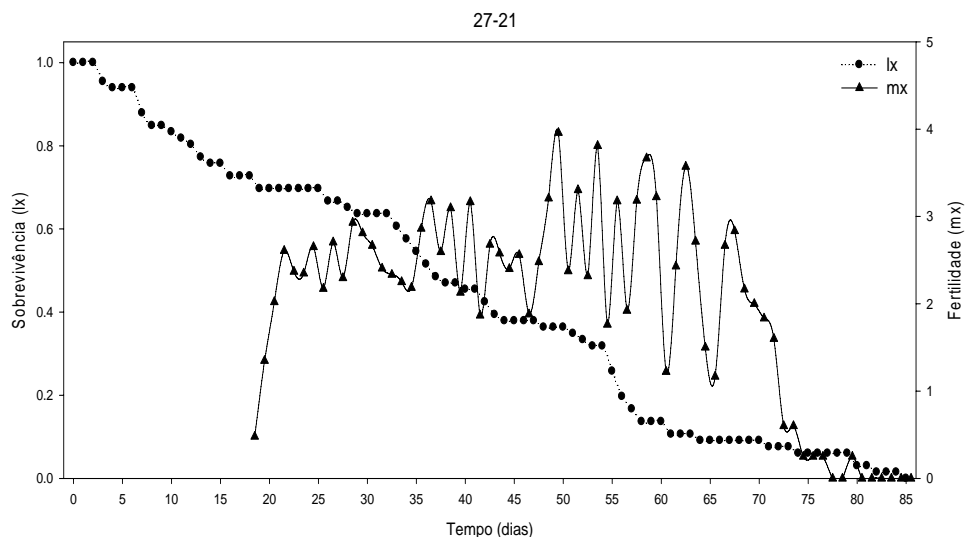


FIGURA 7 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *Orius insidiosus* na combinação de temperatura 27/21°C.

Nas combinações de temperaturas mais altas 27/21°C e 30/26°C as taxas de sobrevivência (L_x) foram reduzindo ao longo do ciclo reprodutivo de *O. insidiosus*, indicando que curvas de sobrevivência observadas para o predador foram do tipo II. Esse tipo de curva demonstra que a taxa de mortalidade foi constante, desde o nascimento até as idades mais avançadas, ou seja, a mortalidade das fêmeas, em baixas densidades, não interfere no potencial reprodutivo do predador (Figuras 7 e 8).

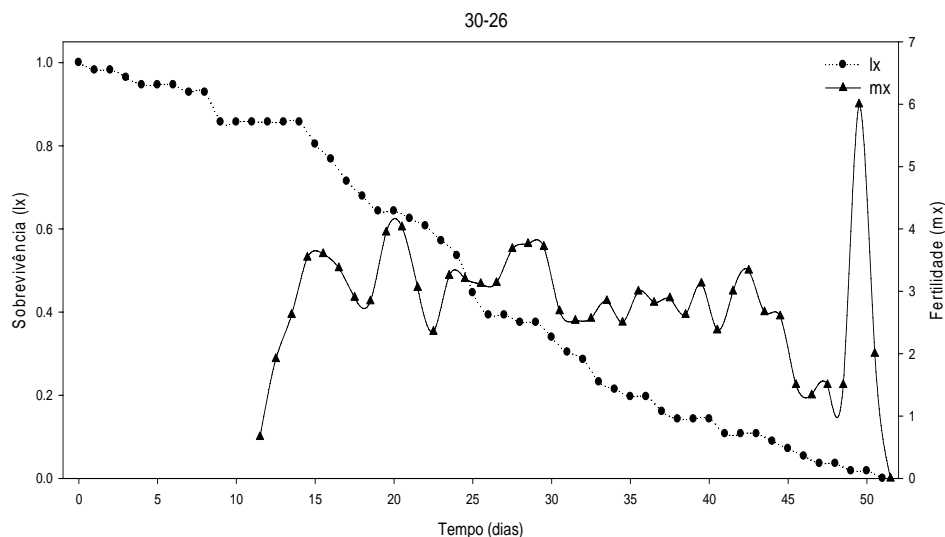


FIGURA 8 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *Orius insidiosus* na combinação de temperatura 30/26°C.

A taxa de sobrevivência (L_x) que resulta na probabilidade do predador recém - emergido sobreviver até a idade x , começou a diminuir ao longo do tempo nas combinações de temperaturas mais altas (27/21°C e 30/26°C). Esse fato também foi verificado por Cocuzza et al. (1997) a 25°C para *O. laevigatus* e *O. albidipennis*, com a sobrevivência diminuindo com o avanço da longevidade desses predadores.

Os padrões de sobrevivência de *O. insidiosus* encontrados neste estudo assemelham-se àqueles observados para outras espécies como *O. laevigatus* (Tommasini et al., 2004) e *Orius sauteri* (Poppius) (Nagai & Yano, 1994).

5.4 Tabela de vida de fertilidade de *O. insidiosus*

A taxa líquida de reprodução (R_0), ou seja, a capacidade de produzir descendentes fêmeas por fêmea ao final da geração de *O. insidiosus* na temperatura 21/11° C (10,18 fêmeas) foi significativamente menor em relação às

demais combinações de temperaturas avaliadas (Tabela 1). Nas temperaturas alternantes 27/21 e 24/18°C, foram obtidos os maiores valores para R_0 , 52,89 e 58,06 fêmeas, respectivamente. Já na combinação de temperatura 30/26°C, a taxa líquida de reprodução (R_0) foi de 43,89 fêmeas.

TABELA 2 Parâmetros de crescimento de Tabela de vida de fertilidade de *Orius insidiosus* em temperaturas alternantes (diurna/ noturna), UR 70±10% e fotofase 12h.

Parâmetros de crescimento (*)	Temperaturas (°C)			
	21/11	24/18	27/21	30/26
R_0^*	10,18	58,06	52,89	43,89
r_m	0,03	0,11	0,13	0,19
T	78,86	38,03	31,07	19,21
λ	1,02	1,11	1,13	1,21
TD	23,57	6,49	5,42	3,52

* R_0 = taxa líquida de reprodução; r_m = taxa intrínseca de aumento; T= intervalo médio entre gerações; λ = razão finita de crescimento; TD= tempo que a população leva para duplicar em número.

O valor encontrado para a taxa líquida de reprodução (R_0) em 30/26°C (43,89 fêmeas) foi mais alto do que o verificado por Tommasini et al. (2004) para *O. insidiosus* a 26°C R_0 (30,1 fêmeas). Meiracker (1999) constatou, para o predador a 25°C, o valor de R_0 de 86,3 fêmeas. Já Cocuzza et al. (1997) a 25°C verificaram que taxa líquida de reprodução (R_0) foi de 26,63 fêmeas para *O. albidipennis* e de 19,08 fêmeas para *O. laevigatus*.

Na temperatura alternante 21/11°C o potencial reprodutivo do predador *O. insidiosu*, considerando a taxa intrínseca de aumento, foi o mais baixo (r_m = 0,03 fêmea/fêmea/dia), quando comparado com aquelas encontradas nas demais temperaturas avaliadas (Tabela 1). Nas demais combinações de temperaturas (27/21, 24/18°C e 30/26°C) não houve diferença significativa (r_m = 0,13, 0,11 e 0,19 fêmea/fêmea/dia, respectivamente).

Ao comparar o valor obtido no presente estudo a 30/26°C ($r_m = 0,19$ fêmea/fêmea/dia) com os valores verificados por outros autores sob condições de temperaturas constantes, como para *O. insidiosus* (Meiracker, 1999; Tommasini et al., 2004), para *O. albidipennis* e *O. laevigatus* (Cocuzza et al., 1997), observaram-se diferenças entre essas espécies. De acordo com Tommasini et al. (2004) essas diferenças, quanto à taxa intrínseca de crescimento, podem ser atribuídas à alimentação, ou seja, ao tipo de presa.

Valor semelhante ao verificado no presente trabalho para a combinação de temperatura 24/18°C ($r_m = 0,11$ fêmea/fêmea/dia), foi obtido por Cocuzza et al. (1997) para *O. laevigatus* a 25°C ($r_m = 0,105$ fêmea/fêmea/dia), com o predador alimentado com tripes *F. occidentalis*.

Valor igual ao encontrado neste trabalho a 27/21°C para a taxa intrínseca de aumento ($r_m = 0,13$ fêmea/fêmea/dia), foi estimado por Baniameri et al. (2005) para *Orius niger* (Wolff) a 29°C ($r_m = 0,13$ fêmea/fêmea/dia), também alimentado com ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller. Yano et al. (2002), no entanto, verificaram que, quando o predador *Orius sauteri* (Poppius) foi alimentado com *Thrips palmi* a 25°C, apresentou um r_m de 0,128 fêmea/fêmea/dia. Esse fato indica que, embora, o alimento influencie a taxa intrínseca de aumento, ela também é dependente de cada espécie.

Valor semelhante ao encontrado no presente estudo na temperatura 27/21°C foi observado por Cocuzza et al. (1997) a 25°C para *O. albidipennis* ($r_m = 0,121$ fêmea/fêmea/dia), alimentados com o tripes *F. occidentalis*. Já Meiracker (1999) verificou que a taxa intrínseca de aumento (r_m) foi de 0,131 fêmea/ fêmea/dia, a 25°C quando *O. insidiosus* foi alimentado com ovos de *E. kuehniella*.

Foi verificado que o valor da taxa intrínseca de aumento quando o predador *O. insidiosus* foi submetido à temperatura de 30/26°C ($r_m = 0,19$ fêmea/fêmea/dia) foi superior ao encontrado por Nagai & Yano (1999) para *O.*

sauteri alimentados com *Thrips palmi* a 30°C ($r_m = 0,166$ fêmea/ fêmea/dia). Tommasini et al. (2004) verificaram r_m de 0,116 fêmea/fêmea/dia, para *O. insidiosus* alimentado com tripes *F. occidentalis* a 26°C,

Segundo Siddiqui & Barlow (1973), a taxa intrínseca de aumento (r_m) dos insetos é superior em laboratório sob condições constantes de temperatura, mas quando o mesmo é submetido a condições de temperaturas alternantes essa capacidade de crescimento é reduzida. Por meio do potencial reprodutivo em função da taxa intrínseca de aumento de *O. insidiosus* nas temperaturas com alternância entre diurna e noturna avaliadas, essa afirmação não foi observada no presente estudo.

O intervalo médio entre gerações (T), isto é, a duração média do período entre o nascimento do indivíduo de uma geração para a geração seguinte de *O. insidiosus*, para as combinações de temperaturas testadas, diminuiu com o incremento da temperatura de 78,86 dias para 19,21 dias (30/26°C e 21/11°C, respectivamente) (Tabela 1). Valores divergentes aos obtidos no presente estudo foram verificados por Tommasini et al. (2004) para *O. insidiosus* a 26°C (T = 33,6 dias). Já Cocuzza et al. (1997) verificaram a 25°C, para *O. albidipennis* e *O. laevigatus*, valores de (T) iguais a 27,1 e 28,2 dias, respectivamente.

A razão finita de crescimento (λ), que é um fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo, significando que quanto maior a razão finita crescimento (λ) maior o número de indivíduos adicionados à população, foi de 1,21 fêmeas/dia na temperatura de 30/26°C. Foi observada uma diminuição da razão finita, de acordo com a variação entre as temperaturas diurna/noturna mais altas, em relação à combinação de temperatura mais baixa 21/11°C (1,02 fêmeas/dia) (Tabela 1).

O tempo que a população leva para duplicar em número (TD) foi maior na temperatura 21/11°C (23,57 dias) e menor para as demais temperaturas alternantes 30/26°C (3,52 dias) (Tabela 1).

Os resultados obtidos nas diferentes combinações de temperaturas flutuantes mais altas avaliadas, baseando-se na taxa intrínseca de aumento (r_m), indicam que *Orius insidiosus* é um estrategista- r apresentando alto valor da taxa de crescimento, alta fecundidade e tempo curto entre as gerações, ou seja, produzem um elevado número de descendentes a cada ciclo reprodutivo, com maior probabilidade de sobreviver até a idade adulta.

As características de Tabela de vida de fertilidade dos inimigos naturais em comparação com o inseto-praga (Sabelis & Rijn, 1997) são importantes aspectos ecológicos a serem considerados na avaliação do potencial de um inimigo natural para o controle biológico. O modelo de um-predador-uma-presa, proposto por Sabelis & Rijn (1997), estima o potencial de predadores antocorídeos em reduzir populações de *F. occidentalis*, assumindo uma escala espacial pequena com uma coerente população local de presa, concluindo que *O. insidiosus* é capaz de alterar drasticamente a dinâmica populacional local do tripses.

Neste estudo, para todos os parâmetros avaliados na Tabela de vida de fertilidade de *F. occidentalis* sob a condição de temperatura mais alta (30/26°C), os valores foram inferiores quando comparados com aqueles determinados na Tabela de vida de fertilidade *O. insidiosus* (Tabelas 1 e 2). O número de descendentes produzidos em média por fêmea ao longo de uma geração (R_0) foi menor para o tripses *F. occidentalis* ($R_0 = 4,20$ fêmeas) em relação ao predador *O. insidiosus* ($R_0 = 43,89$ fêmeas), (Tabelas 1 e 2). Também para *F. occidentalis* a taxa intrínseca de aumento (r_m) de 0,14 fêmea/fêmea/dia foi menor que a do predador a 30/26°C (0,19 fêmea/fêmea/dia) (Tabelas 1 e 2). De acordo com Roy et al. (2003), a taxa intrínseca de aumento (r_m) do predador deve ser igual ou maior que o da presa, o que indica melhor eficiência do agente de controle para regular a população da presa.

O intervalo médio entre gerações (T), ou seja, a duração média do período entre o nascimento dos indivíduos de uma geração e da geração seguinte, observado para *F. occidentalis*, foi menor que o verificado para o predador de 10,48 e 19,21 dias, respectivamente (Tabelas 1 e 2). Enquanto o número de indivíduos adicionados à população, isto é, a razão finita de crescimento (λ), observado para *O. insidiosus*, também foi maior do que o obtido para o tripes *F. occidentalis*. Já o tempo em que a geração leva para duplicar (TD) para *F. occidentalis* (TD= 4,87 dias) foi maior ao obtido para *O. insidiosus* (TD= 3,52 dias) (Tabelas 1 e 2), o que significa que a capacidade *O. insidiosus* em duplicar em número é 1,4 vezes maior em relação a *F. occidentalis*, ou seja, o tempo em que o predador leva para duplicar sua população é menor que o da praga, o que indica ser uma característica importante para o controle biológico.

As características tanto da praga quanto dos inimigos naturais podem sofrer alterações em decorrência de inúmeros fatores, principalmente, pelos fatores ambientais e esta afirmação pode ser notada por meio da Tabela de vida de fertilidade nas temperaturas com alternância entre diurna e noturna, nas quais o predador e a praga foram expostos. Quando os mesmos foram submetidos à temperatura alternante mais baixa 21/11°C, o que representa uma média igual a 16°C, houve a interferência na suas atividades. Segundo Hallmam & Denlinger (1998), não são somente as mudanças na temperatura média ambiental e o comprimento das estações do ano que são importantes para os insetos, mas também suas respostas aos extremos a que são submetidos no ambiente onde se encontram.

De acordo com Tommasini et al. (2004), as espécies do gênero *Orius* mudam a sua performance, dependendo das condições ambientais, o que pode ser considerada uma característica muito importante para o controle biológico.

Os resultados obtidos para *O. insidiosus* decorrentes da taxa intrínseca de aumento (r_m), maior que o da presa *F. occidentalis*, para as temperaturas com alternância entre diurna e noturna a 24/18°C, 27/21°C e 30/26°C, demonstram que o predador é capaz de sobreviver e se reproduzir melhor em temperaturas mais altas do que naquelas mais baixas. Esses aspectos são de suma importância para o controle biológico, pois indica em um mesmo espaço de tempo qual a capacidade de crescimento da população, tanto da praga como do inimigo natural.

Baseando-se nessas informações pode-se prever que *O. insidiosus* tem grande potencial como agente de controle biológico do tripses *F. occidentalis* e com maior eficiência das liberações do predador durante o verão em um regime climático dinâmico na casa de vegetação, em que o predador será mais favorecido do que em condições de inverno. Sugere-se, assim, que o predador pode apresentar um papel importante na regulação de populações de tripses.

6 CONCLUSÕES

Os parâmetros biológicos obtidos por meio das Tabelas de vida de fertilidade de *O. insidiosus* e do tripes *F. occidentalis* são influenciados pelas combinações de temperaturas alternantes diurna/noturna a que são submetidos. *O. insidiosus* é um predador potencial como agente de controle biológico de *F. occidentalis* considerando-se os parâmetros avaliados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANIAMERI, V.; NEJADIAN-SOLEIMAN, E.; MOHAGHEGH, J. Life table and age-dependent reproduction of the predatory bug *Orius niger* Wolff (Heteroptera: Anthocoridae) at three constant temperatures: a demographic analysis. **Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 40, n. 4, p. 545-550, Dec. 2005.
- BOSCH, R. van den. An introduction to biological control. In: _____. **Life table analysis in population ecology**. Alban: Plenun, 1982. p. 95-115.
- BUENO, V. H. P. Controle biológico de tripes: pragas sérias em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 31-39, 2005.
- BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; MOURA, N. Optimization of mass rearing of the predator *Orius insidiosus*: how far we are? **Global IOBC Bulletin**, Quebec, v. 3, n. 1, p. 18-19, 2007.
- CAMMELL, M. E.; KNIGHT, J. D. Effects of climatic change on the population dynamics of crop pests. In: BEGON, M.; FITTER, A. H.; MACFADYEN, A. **Advances in ecological research**. London: Academic, 1992. p. 117-162.
- CASTAÑÉ, C.; ZALOM, F. G. Artificial oviposition substrate for rearing *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 88-91, Jan. 1994.
- CHAMBER, R. J.; LONG, S.; HELYER, N. L. Effectiveness of *Orius laevigatus* (Hem.: Anthocoridae) for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. **Biological Science and Technology**, New Delhi, v. 3, n. 3, p. 295-307, 1993.
- CHI, H. Life-table analysis incorporatinhg both sexes and variable development rate among individuals. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 17, n. 11, p. 26-34, Nov. 1988.

CHI, H.; LIU, H. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute Zoology Academy**, Sinica, v. 24, n. 2, p. 225-240, 1985.

COCUZZA, G. E.; CLERCQ, P. de; LIZZIO, S.; VEIRE, M. van de; TIRRY, L.; DEGLEELE, D.; VACANTE, V. Life tables and predation activity of *Orius laevigatus* and *O. albidipennis* at three constant temperatures. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 85, n. 3, p. 189-198, Dec. 1997.

CROWDER, D. W. Impact of release rate on the effectiveness of augmentative biological control agents. **Journal of Insect Science**, Madison, v. 7, n. 15, p. 1-11, Feb. 2007.

DENT, D. R.; WALTON, M. P. Methods in ecological e agricultural entomology. In: _____. **Quantifying insect populations: estimates and parameters**. Wallingford: CAB Internacional, 1997. p. 57-107.

FUNDERBURK, J.; STAVISKY, J.; OLSON, S. Predation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in field pepers by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, n. 2, p. 376-382, Apr. 2000.

GAUM, W. G.; GILIOME, J. H.; PRINGLE, K. L. Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 84, n. 22, p. 219-224, Aug. 1994.

HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. Introduction: temperature sensitivity and integrated pest management. In: HALLMAN, G. J.; DENLINGER, D. L. (Ed.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder: Westview, 1998. chap. 1, p. 1-5. Disponível em: <<http://pestdata.nesc.edu/ipmtext/cap1.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2006.

LOWRY, V. K.; SMITH JUNIOR, J. W.; MITCHELL, F. L. Life-fertility tables for *Frankliniella fusca* (Hinds) and *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE) (Thysanoptera: Thripidae) on peanut. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 85, n. 6, p. 745-754, Dec. 1992.

MEIRACKER, R. A. F. van den. **Biocontrol of western flower thrips by heteropteram bugs.** 1999. 145 f. Thesis (Ph.D. in Biological Control) – Amsterdam University, Amsterdam.

MEIRACKER, R. A. F. van den; RAMAKERS, P. M. J. Biological control of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*, on sweet pepper with the anthocorid predator *Orius insidiosus*. **Mededelingen Landbouwwet Rijksuniv.** Gent, v. 56, n. 2, p. 241-249, Apr. 1991.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Orius insidiosus* (SAY) (Heteroptera: Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 49, n. 4, p. 575-579, dez. 2005.

NAGAI, D.; YANO, E. Effect of temperature on the development and reproduction of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae) a predator of *Thrips palmi* karny (Thysanoptera: Thripidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 34, n. 2, p. 223-229, June 1999.

RIJN, P. C. J. van; MOLLEMA, C.; STEENHUIS-BROERS, G. M. Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 85, n. 4, p. 285-297, Dec. 1995.

RIUDAVETS, J. Predators of *Frankliniella occidentalis* (Perg.) and *Thrips tabaci* Lind.: a review. In: LOOMANS, A. J. M.; LENTEREN, J. C. van; TOMMASINI, M. G.; MAINI, S.; RIUDAVETS, J. (Ed.). **Biological control of thrips pests.** The Netherlands: Wageningen Agricultural University, 1995. p. 46-87.

ROY, M.; BRODEUR, J.; CLOUTIER, C. Relationship between temperature and developmental rate of *Stetorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 31, n. 1, p. 177-186, Jan. 2002.

SABELIS, M. W.; RIJN, P. C. J. van. Predation by insects and mites. In: LEWIS, T. (Ed.). **Thrips as crops pests.** London: CABI, 1997. p. 259-354.

SIDDIQI, W. H.; BARLOW, C. A. Population growth of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) at constant and alternating temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 66, n. 3, p. 579-585, July 1973.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; LENTERN, J. C. *Orius insidiosus* as biological control agent of thrips in greenhouse chrysanthemum in the tropics. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 57, n. 2, p. 103-109, Apr. 2004.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. 3. ed. San Francisco: W.H. Freeman, 1995. 887 p.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. 2. ed. New York: Chapman and Hall, 1978. 524 p.

TOAPANTA, M.; FUNDERBURK, J. E.; BESHEAR, R. J.; OLSON, S. M.; MACK, T. P. Abundance of *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) on winter and spring host plants. **Environmental Entomology**, College Park, v. 25, n. 1, p. 793-800, Jan. 1996.

TOMMASINI, M. G. **Evaluation of *Orius* species for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergrande) (Thysanoptera: thripidae)**. 2003. 215 f. Thesis (Doctorate in Entomology) - Wageningen University, Wageningen.

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**, Bologna, v. 57, n. 2, p. 79-93, June 2004.

TOMMASINI, M. G.; MAINI, S. *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe. In: _____. **Biological control of thrips pest**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1995. p. 201.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. Fundamentos em ecologia. In: _____. **Natalidade, mortalidade e dispersão**. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 184-219.

TRICHILO, P. J.; LEIGH, T. F. Influence of resource quality on the reproductive fitness of flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). **Annals Entomological Society of America**, College Park, v. 81, n. 1, p. 64-70, Jan. 1988.

YANO, E.; NAGAI, K.; WATANABE, K.; YARA, K. Biological parameters of *Orius* spp. for control of thrips in Japan. **Bulletin of International Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 25, n. 1, p. 305-308, Jan. 2002.

ZHI, J.; FITCH, G. K.; MARGOLIES, D. C.; NECHOLS, J. R. Apple pollen as supplemental food for the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*: response of individuals and populations. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 117, n. 3, p. 185-192, Nov. 2005.