



MELISSA VIEIRA LEITE

**INFLUÊNCIA DE TEMPERATURAS
FLUTUANTES SOBRE *Aphis gossypii* Glover, 1877
(Hemiptera: Aphididae) E SEUS PREDADORES
Ceraeochrysa cubana (Hagen, 1861) E *Chrysoperla
externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**

**LAVRAS - MG
2010**

MELISSA VIEIRA LEITE

INFLUÊNCIA DE TEMPERATURAS FLUTUANTES SOBRE *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) E SEUS PREDADORES *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) E *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

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

Orientador

Dr. César Freire Carvalho

Coorientadora

Dra. Vanda Helena Paes Bueno

LAVRAS - MG

2010

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

Leite, Melissa Vieira.

Influência de temperaturas flutuantes sobre *Aphis gossypii*
Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) e seus predadores
Ceraeochrysa cubana (Hagen, 1861) e *Chrysoperla externa* (Hagen,
1861) (Neuroptera: Chrysopidae) / Melissa Vieira Leite. – Lavras :
UFLA, 2010.

89 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: César Freire Carvalho.

Bibliografia.

1. Entomologia agrícola. 2. Crisopídeo. 3. Pulgão do algodoeiro.
4. Controle biológico. 5. Temperatura flutuante. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.7

MELISSA VIEIRA LEITE

INFLUÊNCIA DE TEMPERATURAS FLUTUANTES SOBRE *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) E SEUS PREDADORES *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) E *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

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

APROVADA em 29 de abril de 2010.

Dra. Alessandra de Carvalho Silva
Dra. Brígida Souza
Dr. Ernesto Prado
Dr. Rogério Antônio Silva
Dr. Ricardo Sousa Cavalcanti

UFLA
UFLA
INIA-Chile/EPAMIG
EPAMIG
UNIFENAS

Dr. César Freire Carvalho
Orientador

Dra. Vanda Helena Paes Bueno
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2010**

Ao Deus de infinita bondade, por conduzir meu caminho e iluminar
minha vida,

AGRADEÇO.

A meus queridos pais, Celso e Elga e minhas queridas irmãs, Alice e
Lara, pelo amor, carinho, conforto e orações. A todos os familiares e amigos que
tornaram a caminhada mais suave,

DEDICO.

A todos os apaixonados pelos insetos que, como eu, dedicam parte de sua vida a
observá-los e a estudá-los,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, que me permitiu um crescimento muito além do científico e concedeu-me o privilégio de fazer parte de sua história. Ao Reitor da UFLA, Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes e a toda a sua equipe de gestão, pela confiança e pelas oportunidades. Ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de cursar o doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos, tornando possível a dedicação exclusiva à pós-graduação.

Ao professor Dr. César Freire Carvalho, pela orientação, apoio e compreensão. À professora Dra. Vanda Helena Paes Bueno, pela coorientação, carinho e amizade.

Aos professores do Departamento de Entomologia, ao professor Dr. Eduardo Alves, do Departamento de Fitopatologia e ao professor Dr. Júlio Neil Cassa Louzada, pelos ensinamentos, conselhos e amizade.

Aos membros da banca, que muito contribuíram para a redação final da tese: Dra. Alessandra de Carvalho Silva, Dra. Brígida Souza, Dr. Ernesto Prado, Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira, Dr. Ricardo Sousa Cavalcanti e Dr. Rogério Antônio Silva, pela disponibilidade, carinho e amizade.

Aos pesquisadores Dra. Lenira Viana Costa Santa Cecília, Dr. Maurício Sérgio Zacarias e Dr. Paulo Rebeles Reis, pela amizade, ensinamentos e conselhos.

Ao Dr. Sérgio de Freitas, professor do Departamento de Fitossanidade da UNESP de Jaboticabal, por ter me apresentado à Entomologia Agrícola e pela colaboração. Ao amigo Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa, pelos ensinamentos, carinho, amizade e estímulo.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Edvaldo, Elaine, Eliana, Fábio, Irene, Júlio, Lisiane, Rosângela, Roseni, Virgínia e, especialmente, a Nazaré e a Viviane, pelo carinho e auxílio. Aos funcionários do Departamento de Fitopatologia, Carlos e Eloísa, pelo auxílio.

Aos meus queridos estagiários Ana Thays, Artur, Patrícia, Paulo, Pedro, Moses e Tatiana (hoje mestranda em Entomologia na UNESP de Jaboticabal), pelo precioso auxílio e pelo carinho.

Às queridas Lia e Rosane, irmãs de caminhada, pela amizade, carinho, compreensão e por estarem sempre ao meu lado e suportarem minhas longas confidências. Aos amigos Alexa e Alexandre José, pelo carinho, apoio e bons momentos que passamos juntos. Ao amigo Anderson, pelo carinho, apoio e pelo auxílio nas análises dos dados.

Aos amigos do Departamento de Entomologia, Ana Maria, Andréia, Deodoro, Diego, Ester, Giselle, Juraci, Letícia, Lívia, Lucas, Lúcia, Ludmila, Luiz Carlos, Marçal, Ricardo Tanque, Sabrina, Stephan, Vanesca e Vanessa, pelo companheirismo e apoio.

À Associação dos Pró-Graduandos da UFLA, pelas oportunidades de crescimento pessoal e às amigas consolidadas nesse órgão, Letícia, Vivian, Fernanda, Cristiane, Caroline, André, Bruno, Kátia, Leandro, Edson, Antônio Augusto, Ana Camila, Diogo, Anderson, Michelle e Taciana. A todos os funcionários da Universidade e ao pessoal do Edinho's Restaurante (especialmente Edna e Edinho) com os quais convivi durante as gestões da APG e a organização dos eventos, sem os quais seria impossível concretizar nossos trabalhos.

Ao Deyvid pela atenção e por me divertir nos momentos de maior tensão, como a impressão dos bonecos da tese.

A Deus e a minha família, pelo amor e apoio incondicional. E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

“Deus não é maior se o respeitas. Mas tu serás maior se o servires”.

Santo Agostinho

“A falsa ciência cria ateus, a verdadeira faz o homem prostrar-se diante da divindade”.

Voltaire

“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos outros dez”.

George Bernard Shaw

“E um dia os homens descobrirão que esses discos voadores estavam apenas estudando a vida dos insetos...”

Mário Quintana

RESUMO

As flutuações de temperaturas diurnas e noturnas afetam aspectos da biologia de insetos-praga e de seus inimigos naturais, sendo necessário investigar esses efeitos para se traçar estratégias de controle biológico. Objetivou-se, com o presente estudo, avaliar a influência de diferentes termoperíodos sobre o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 e os predadores *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) e *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861). Os insetos de cada espécie foram mantidos em câmaras climatizadas reguladas em quatro combinações de temperaturas diurnas e noturnas, simulando as médias nas quatro estações do ano: 11°/21°C, 18°/24°C, 21/27 e 26/30±1°C, caracterizando inverno, outono, primavera e verão, respectivamente, e fotofase de 12 horas. Os quatro tratamentos foram avaliados em 60 repetições, utilizando delineamento inteiramente casualizado. A duração dos instares, da fase ninfal, da longevidade e do ciclo biológico de *A. gossypii* em pepino, cultivar Caipira, diminuíram com o aumento das temperaturas. O aumento das temperaturas reduziu os períodos reprodutivo e pós-reprodutivo de *A. gossypii*. As temperaturas alternadas não influenciaram a viabilidade dos instares e da fase ninfal desse afídeo. As temperaturas flutuantes afetaram significativamente o desenvolvimento de *C. cubana* e *C. externa*, observando-se redução na duração dos instares, das fases de larva, pré-pupa, pupa e dos períodos de pré-pupa a pupa e de larva à emergência do adulto, com o aumento das combinações de temperaturas. A 11°/21°C, houve mortalidade de 67% dos indivíduos no período de larva à emergência do adulto de *C. cubana*, tendo sido a maior mortalidade observada na fase de pré-pupa. Para *C. externa*, as temperaturas 26/30°C provocaram 35% de mortalidade no período de larva à emergência do adulto, tendo a maior porcentagem de mortalidade ocorrido no primeiro instar.

Palavras-chave: Entomologia agrícola. Pulgão do algodoeiro. Crisopídeo. Controle biológico. Temperatura flutuante.

ABSTRACT

The fluctuations of daytime and night-time temperatures affect biological aspects of insect pests and their natural enemies thus it is necessary to investigate these effects to design strategies of biological control. The aim of this study was to evaluate the influence of different thermoperiods on the aphid *Aphis gossypii* Glover, 1877 and the predators *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) and *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861). The insects of each species were kept in climatic chambers at four different combinations of day and night temperatures simulating the averages in the four seasons of the year: 11/21, 18/24, 21/27 and 26/30±1°C, characterizing winter, autumn, spring and summer, respectively, and photoperiod of 12 hours. The four treatments were evaluated in 60 replicates using a randomized design. The durations of instars, the nymphal stage, longevity and life cycle of *A. gossypii* on Caipira cultivar of cucumber, decreased with increasing temperatures. Increased temperatures reduced the reproductive and post-reproductive periods of *A. gossypii*. The temperatures did not affect the viability of instars and the nymphal stage of this aphid. The fluctuating temperatures significantly affected the development of *C. cubana* and *C. externa* observing reductions in the duration of the instars, the larval, prepupal and pupal stages and the periods of prepupae to pupae and from larvae to adult emergence with increasing temperature combinations. The 11/21°C mortality was 67% of specimens from larvae to adult emergence of *C. cubana*, being the higher mortality observed in the prepupal stage. For *C. externa* the temperatures of 26/30°C caused 35% mortality in the period from larvae to adult emergence, and the largest percentage of deaths occurred in the first instar.

Keywords: Agricultural entomology. Cotton aphid. Lacewing. Biological control. Fluctuating temperature.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 - Introdução geral	12
1	INTRODUÇÃO	13
	REFERÊNCIAS	17
	CAPÍTULO 2 - Influência de temperaturas flutuantes na biologia de <i>Aphis gossypii</i> Glöver, 1877 (Hemiptera: Aphididae), em pepino cultivar Caipira	21
1	INTRODUÇÃO	24
2	MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1	Criação de <i>Aphis gossypii</i>	26
2.2	Biologia de <i>Aphis gossypii</i> em temperaturas flutuantes	26
2.3	Análise dos dados	27
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4	CONCLUSÕES	39
	REFERÊNCIAS	40
	CAPÍTULO 3 - Influência de temperaturas flutuantes no desenvolvimento de <i>Ceraeochrysa cubana</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)	43
1	INTRODUÇÃO	46
2	MATERIAL E MÉTODOS	49
2.1	Criação de <i>Ceraeochrysa cubana</i>	49
2.2	Biologia de <i>Ceraeochrysa cubana</i> em temperaturas flutuantes	49
2.3	Análise dos dados	50
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4	CONCLUSÕES	63
	REFERÊNCIAS	64

CAPÍTULO 4 - Influência de temperaturas flutuantes no desenvolvimento de <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)		67
1	INTRODUÇÃO	70
2	MATERIAL E MÉTODOS	72
2.1	Criação de <i>Chrysoperla externa</i>	72
2.2	Biologia de <i>Chrysoperla externa</i> em temperaturas flutuantes	72
2.3	Análise dos dados	73
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4	CONCLUSÕES	85
	REFERÊNCIAS	86
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89

CAPÍTULO 1 Introdução geral

1 INTRODUÇÃO

O pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) é um inseto com ampla distribuição geográfica, polífago e considerado um importante inseto-praga em algodoeiro e cucurbitáceas, em várias regiões (BLACKMAN; EASTOP, 2006). Também ocorre em citros, cafeeiro, cacaueteiro, soja, berinjela, pimentão, batata, alface, cebola, crucíferas e muitas espécies de plantas ornamentais (BLACKMAN; EASTOP, 1984).

Além das injúrias provocadas pela sucção de seiva, os afídeos produzem *honeydew*, que serve de substrato para a proliferação do fungo *Capnodium* spp., diminuindo a área fotossintética da planta (HENNEBERRY; JECH, 2001). Podem, ainda, ser vetores de uma enorme gama de vírus causadores de doenças nas plantas, como mosaico-do-pepino (*Cucumber mosaic virus* - CMV), mosaico-do-mamoeiro estirpe melancia (*Papaya Ringspot Virus* – type W, PRSV-W) e mosaico-amarelo-da-abobrinha (*Zucchini Yellow Mosaic Virus*, ZYMV) (PINTO et al., 2008).

Cucurbitáceas infectadas pelos vírus ZYMV e PRSV-W, individualmente ou associados, podem produzir apenas frutos inviáveis para a comercialização (PEREIRA et al., 2007). Como agravante, uma porcentagem considerável de plantas associadas aos cultivos comerciais de cucurbitáceas também são hospedeiras naturais de *A. gossypii* e vírus, sendo que esses insetos podem transmiti-los a inúmeras plantas cultivadas ou não (SÁNCHEZ; AGÜERO; RIVERA, 2001).

O Brasil está inserido entre os quinze maiores produtores de algumas espécies de cucurbitáceas (ALVARENGA; RESENDE, 2002). Somente no estado de São Paulo são cultivados 1.275 hectares de pepino, com produção estimada de 56 mil toneladas, na safra agrícola 2006/2007 (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA, 2008). No estado de Minas Gerais, a oferta foi

de 17 mil toneladas de pepino no ano de 2009 (CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS - CEASAMINAS, 2010).

Entre os métodos de controle empregados para reduzir, ou mesmo eliminar, as populações de insetos-praga, encontra-se o químico. Para o pulgão-do-algodoeiro não é diferente e a estratégia para a manutenção das culturas atacadas por esse inseto é o emprego de produtos fitossanitários. Por também se tratar de um inseto que apresenta vasta gama de hospedeiros, com o emprego de produtos para o seu controle, têm sido constatados altos índices de resistência aos inseticidas utilizados para o seu controle, tais como os piretroides. Quando esse é um fenômeno generalizado, as populações de afídeos resistentes podem crescer rapidamente (AHMED; ARIF; DENHOLM, 2003).

Como existe, atualmente, uma corrente de pensamento favorável à agricultura orgânica e temerosa à utilização de produtos fitossanitários nos cultivos (GRENIER, 2009), uma alternativa para o controle desses insetos-praga é a utilização de inimigos naturais. Segundo Symondson, Sunderland e Greenstone (2002), teoria e prática de controle biológico sugerem que predadores generalistas podem ser agentes efetivos de controle, reduzindo significativamente o número de pragas e, em alguns casos, diminuindo ou prevenindo os danos no cultivo.

Entre os potenciais predadores generalistas encontram-se espécies da família Chrysopidae que, segundo Maisonneuve (2002), são utilizados como agentes de controle biológico na redução da densidade populacional de pragas em cultivos de hortaliças e plantas ornamentais. Os crisopídeos são encontrados em muitas culturas de interesse econômico, como critos e pinus (CARDOSO et al., 2003; GITIRANA NETO et al., 2001). Foram observados também em plantios de cucurbitáceas para exportação, nos quais se verificou a presença de seis espécies, das quais *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) foi a mais

abundante, seguida por *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (LAVAGNINI et al., 2007).

Os crisopídeos *C. externa* e *C. cubana*, além de serem predadores eficientes do pulgão *A. gossypii*, são importantes e eficientes insetos na predação de ovos e lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818), da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B, dos pulgões *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) e de várias espécies de cochonilhas, entre outros insetos-praga (ALCANTRA et al., 2008; AUAD et al., 2001, 2003; CARVALHO; SOUZA; SANTOS, 1998; COSTA et al., 2002; FIGUEIRA; LARA, 2004; FONSECA; CARVALHO; SOUZA, 2001; LÓPEZ-ARROYO; TAUBER; TAUBER, 1999; MILLER; OSWALD; MILLER, 2004; SILVA; CARVALHO; SOUZA, 2002).

Para se estabelecer uma estratégia de controle biológico, desde a escolha de um inimigo natural apropriado até a sua criação, liberação e avaliação, são imprescindíveis conhecimentos prévios sobre a biologia e o comportamento dos inimigos naturais (ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 1994).

Nesse contexto, sabe-se que os insetos são organismos pecilotérmicos e cada espécie apresenta um requerimento térmico específico, o qual também pode variar entre populações oriundas de diferentes regiões geográficas. Porém, na maioria das vezes, os estudos realizados são relativos a temperaturas constantes, o que não reflete as reais condições às quais os insetos estão submetidos, em condições de campo. As temperaturas ambientais passam por ciclos diários (termoperíodos), nos quais as temperaturas diurnas tendem a ser maiores (termofase) do que as noturnas (criofase). A alternância diária da termofase e da criofase coincide com a fotofase e a escotofase, respectivamente. Os termoperíodos apresentam um padrão sazonal de mudança e, combinados aos fotoperíodos, exercem importantes efeitos sobre as adaptações ecológicas de uma grande diversidade de insetos (BECK, 1983). Segundo Bryant, Bale e

Thomas (1999), quando se utilizam esses regimes de temperaturas alternadas, verificam-se uma aceleração do desenvolvimento em baixas temperaturas e um prolongamento em altas, quando comparados aos resultados obtidos em experimentos com temperaturas constantes. Portanto, a utilização de condições de temperaturas flutuantes pode produzir modelos mais realísticos das condições de campo, especialmente quando as temperaturas incluem aquelas mais baixas que o ótimo (TORRES; MUSOLIN; ZANUNCIO, 2002).

Devido aos problemas causados pelas injúrias em diversas plantas de importância econômica, pela transmissão de vírus e também à seleção de populações de *A. gossypii* resistentes a inseticidas, o conhecimento dos aspectos biológicos desse pulgão, bem como dos seus inimigos naturais, torna-se imprescindível para prever infestações e traçar metodologias de controle. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar alguns aspectos biológicos de *A. gossypii*, *C. cubana* e *C. externa*, em quatro diferentes combinações de temperaturas noturnas e diurnas, simulando as temperaturas médias nas estações do ano.

REFERÊNCIAS

AHMED, M.; ARIF, M. I.; DENHOLM, I. High resistance of field populations of the cotton aphid *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) to pyrethroid insecticides in Pakistan. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 96, n. 3, p. 875-878, Mar. 2003.

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potencial for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 8-13, Mar. 1994.

ALCANTRA, E. et al. Aspectos biológicos e capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1047-1054, jul./ago. 2008.

ALVARENGA, M. A. R.; REZENDE, G. M. **A cultura do melão**. Lavras: UFLA, 2002. 149 p.

AUAD, A. M. et al. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) alimentados com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 429-432, set. 2001.

_____. Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) em diferentes densidades de *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 15-18, mar. 2003.

BECK, S. D. Insect thermoperiodism. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 28, p. 91-108, 1983.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. P. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. Chichester: J. Wiley, 1984. v. 1, 466 p.

_____. **Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs**. Chichester: J. Wiley, 2006. v. 2, 1439 p.

BRYANT, S. R.; BALE, J. S.; THOMAS, C. D. Comparison of development and growth of nettle-feeding larvae of Nymphalidae (Lepidoptera) under constant and alternating temperature regimes. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 96, n. 2, p. 143-148, June 1999.

CARDOSO, J. T. et al. Ocorrência e flutuação populacional de Chrysopidae (Neuroptera) em áreas de plantio de *Pinus taeda* (L.) (Pinaceae) no sul do Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 473-475, 2003.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTOS, T. M. Predation capacity and reproduction potencial of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) eggs. **Acta Zoologica Fennica**, Helsinki, v. 209, p. 83-86, May 1998.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. **Acompanhamento de produtos do ano de 2009**. Disponível em: <http://minas.ceasa.mg.gov.br/detec/Oferta/Estado/cst_estado_mensal_acompanhamento/cst_estado_mensal_acompanhamento.php>. Acesso em: 1 maio 2010.

COSTA, R. I. F. et al. Duração e viabilidade das fases pré-imaginais de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentadas com *Aphis gossypii* Glover e *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 353-357, 2002.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M. Relação predador: presa de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) para o controle do pulgão-verde em genótipos de sorgo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 447-450, jul./ago. 2004.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 251-263, mar./abr. 2001.

GITIRANA NETO, J. et al. Flutuação populacional de espécies de *Ceraeochrysa* Adams (Neuroptera: Chrysopidae) em citros, na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 550-559, maio/jun. 2001.

GRENIER, S. *In vitro* rearing of entomophagous insects: past and future trends: a minireview. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 62, n. 1, p. 1-6, Feb. 2009.

HENNEBERRY, T. J.; JECH, L. F. **Cotton aphid biology and honeydew production**. Phoenix: University of Arizona, 2001. Disponível em: <<http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1224/az12247k.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2010.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Informações estatísticas da agricultura**. São Paulo, 2008. 132 p.

LAVAGNINI, T. C. et al. Levantamento populacional de crisopídeos em cucurbitáceas para exportação. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., 2007, Brasília. **Resumos...** Brasília: SEB, 2007. 1 CD-ROM.

LÓPEZ-ARROYO, J. I.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. Effects of prey on survival, development, and reproduction of trash-carrying chrysopids (Neuroptera: *Ceraeochrysa*). **Environmental Entomology**, College Park, v. 28, n. 6, p. 1183-1188, Dec. 1999.

MAISONNEUVE, J. C. Biological control in France in greenhouse vegetables and ornamentals. **Bulletin of International Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 25, n. 1, p. 151-154, May 2002.

MILLER, G. L.; OSWALD, J. D.; MILLER, D. R. Lacewings and scale insects: a review of predator/prey associations between Neuropterida e Coccoidea (Insecta: Neuroptera, Raphidioptera, Hemiptera). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 97, n. 6, p. 1103-1125, Nov. 2004.

PEREIRA, M. J. Z. et al. Danos na produção da abobrinha de moita causados pelo *Papaya ringspot virus – type W* e *Zucchini yellow mosaic vírus*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 33, n. 2, p. 192-194, 2007.

PINTO, Z. V. et al. Ability of *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* to transmit Cucumber mosaic virus in single and mixed infection with two potyviruses to Zucchini Squash. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 34, n. 2, p. 183-185, 2008.

SÁNCHEZ, M. V.; AGÜERO, R.; RIVERA, C. Plantas hospederas de *Aphis gossypii* (Aphididae), vector de vírus del melón *Cucumis melo* (Cucurbitaceae) em Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 49, n. 1, p. 305-311, mar. 2001.

SILVA, G. A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 682-698, jul./ago. 2002.

SYMONDSON, W. O. C.; SUNDERLAND, K. D.; GREENSTONE, M. H. Can generalist predators be effective biocontrol agents? **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 47, p. 561-594, Jan. 2002.

TORRES, J. B.; MUSOLIN, D. L.; ZANUNCIO, J. C. Thermal requirements and parasitism capacity of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) under constant and fluctuating temperatures, and assessment of development in field conditions. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 12, n. 5, p. 583-593, Oct. 2002.

CAPÍTULO 2 Influência de temperaturas flutuantes na biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae), em pepino cultivar Caipira

RESUMO

O pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 tem ampla distribuição geográfica, é polífago e considerado o principal inseto-praga em algumas culturas de importância econômica, como as cucurbitáceas. Esses afídeos provocam injúrias pela sucção de seiva, produzem *honeydew*, que propicia a proliferação de fungos e podem ser vetores de uma gama de vírus causadores de doenças nas plantas, sendo o seu controle imprescindível para a boa manutenção dos cultivos. Como as flutuações de temperaturas diurnas e noturnas podem afetar aspectos da biologia desses insetos-praga, é necessário investigar esses efeitos para se traçar estratégias de controle. Objetivou-se avaliar a influência dos termoperíodos sobre a biologia de *A. gossypii*. Confeccionaram-se discos de 4,5 cm de diâmetro de folhas de pepino, cultivar Caipira, que foram acondicionados, com a face abaxial para cima, em placas de Petri contendo uma camada de agar-água a 1,0%. Em cada disco, colocou-se uma fêmea adulta áptera de *A. gossypii*. Foram utilizadas 60 placas, vedadas com filme de PVC laminado perfurado para aeração e colocadas de forma invertida sobre uma bandeja. Após 16 horas, retirou-se a fêmea e, das ninfas produzidas, selecionou-se aleatoriamente uma para a condução do experimento. As placas foram mantidas em câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas noturnas e diurnas, simulando as médias nas quatro estações do ano em Andradadas, MG, 11°/21°C, 18°/24°C, 21°/27° e 26°/30±1°C, caracterizando inverno, outono, primavera e verão, respectivamente, e fotofase de 12 horas. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 60 repetições. Acompanhou-se diariamente o desenvolvimento até o final do ciclo, avaliando-se: número de instares, duração e viabilidade de cada instar e, quando adulto, os períodos pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo, número diário e total de ninfas produzidas. As combinações de temperaturas afetaram a duração dos instares, fase ninfal, longevidade e ciclo biológico de *A. gossypii*, criado em folhas de pepino cultivar Caipira. A duração dos instares, fase ninfal, longevidade e ciclo biológico de *A. gossypii* diminuiu com o aumento das temperaturas. O aumento das temperaturas reduziu os períodos reprodutivo e pós-reprodutivo desse afídeo. As temperaturas flutuantes não influenciaram a viabilidade dos instares e da fase ninfal e não causaram efeitos deletérios no desenvolvimento de *A. gossypii*.

Palavras-chave: Entomologia agrícola. Pulgão do algodoeiro. Biologia. Temperatura flutuante.

ABSTRACT

Aphis gossypii Glover, 1877 has a wide geographical distribution, is polyphagous and considered a major insect pest in some economically important crops such as cucurbits. These aphids cause injuries by sucking sap, producing honeydew, which promotes the proliferation of fungi and can be vectors of a range of virus that cause diseases in plants and its control is essential for successful maintenance of crops. The fluctuations of daytime and night-time temperatures can affect biological aspects of these insect pests and is necessary to investigate these effects to trace control strategies. The aim was to evaluate the influence of thermoperiods on *A. gossypii* biology. For the testing cucumber leaves were collected, washed with water, placed in a solution of sodium hypochlorite 1.0% for five minutes and rinsed. With this leaves were made 4.5 cm of diameter discs and placed with the abaxial side up on a thin layer of agar-water at 1.0% in Petri dishes. An adult apterous female of *A. gossypii* was placed on each leaf disk. Plates (60 units) were sealed with laminated PVC film perforated for aeration and placed in reverse on a tray. After 16 hours withdrew from the female, and the nymphs, one was selected randomly for the experiment. The plates were kept in climatic chambers at temperatures simulating the diurnal and nocturnal averages in the four seasons in Andradas, MG: 11/21, 18/24, 21/27 and 26/30 \pm 1°C, featuring winter, autumn, spring and summer respectively, and photoperiod of 12 hours. The design was completely randomized with four treatments and 60 repetitions. Followed up daily until the end of the development cycle by evaluation of instars, duration and viability of each instar and when adults the pre-reproductive, reproductive, post-reproductive periods, daily and total number of nymphs. The combinations of temperature influenced the duration of instars, nymph stage, longevity and life cycle of *A. gossypii* reared on leaves of cucumber Caipira cultivar. The durations of instars, the nymphal stage, longevity and life cycle of *A. gossypii* decreased with increasing temperatures. The increase of temperatures reduced the reproductive and post-reproductive periods of this aphid. The fluctuating temperatures did not influence the viability of instars and the nymphal stage and did not cause deleterious effects on development of *A. gossypii*.

Keywords: Agricultural entomology. Cotton aphid. Biology. Fluctuating temperature.

1 INTRODUÇÃO

O pepino, *Cucumis sativus* L. De Candole (1882), é uma cucurbitácea de grande aceitação comercial no Brasil e, segundo a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo, CEAGESP, foram comercializadas, em média, entre 3,1 e 4,3 mil toneladas por mês, nos últimos cinco anos (AGRIANUAL, 2009).

As cucurbitáceas são atacadas por uma série de artrópodes-praga que danificam as culturas desde o plantio até a época de colheita (BARBOSA; FRANÇA, 1982) e, entre eles, destaca-se o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae). Essa espécie pode ser encontrada em praticamente todos os meses do ano em plantas hortícolas (CARVALHO; BUENO; MARTINEZ, 2002) e, além de danos diretos provocados pela sucção de seiva, eliminação do *honeydew* com consequente formação de fumagina, é importante vetor de vírus em inúmeras espécies de plantas. O mosaico-do-pepino, o mosaico-do-mamoeiro – estirpe melancia e o mosaico-amarelo-da-abobrinha são alguns dos vírus mais importantes transmitidos por esses afídeos (PINTO et al., 2008).

Sendo organismos pecilotérmicos, cada espécie de inseto apresenta um requerimento térmico, o qual pode variar entre populações oriundas de regiões geográficas diferentes. Avaliar o efeito da temperatura sobre os insetos é um fator importante para se estudar e compreender sua dinâmica populacional e, assim, poder desenvolver estratégias de controle, como o biológico (XIA; WERF; RABBINGE, 1999). Estudos para avaliar a influência da temperatura têm sido realizados empregando-se temperaturas constantes (ALDYHIM; KHALIL, 1983; KERSTING; SATAR; UYGUN, 1999; LEITE et al., 2008; SOGLIA et al., 2002, 2003; STEENIS; EL-KHAWASS, 1995; XIA; WERF; RABBINGE, 1999), contudo, essa situação não reflete exatamente o que

acontece com o inseto em condições naturais. Bryant, Bale e Thomas (1999) verificaram que, quando expostos a uma variação térmica ao longo do dia, os insetos são capazes de sobreviver em uma faixa mais ampla de temperaturas do que a observada experimentalmente, quando essas são mantidas constantes. Além disso, as temperaturas flutuantes aumentam a sobrevivência nos regimes de temperaturas extremas. Assim, os estudos em temperaturas flutuantes podem produzir modelos acurados, pois essas condições são mais próximas das que ocorrem na natureza (DAVIS; RADCLIFFE; RAGSDALE, 2006).

Em face da relevância do pulgão *A. gossypii* como inseto-praga de inúmeras plantas de importância econômica e da necessidade de conhecer o efeito de temperaturas flutuantes sobre esse inseto, objetivou-se avaliar a influência desse fator na biologia de *A. gossypii*, visando programas futuros de manejo para esse inseto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Criação de *Aphis gossypii*

Os insetos foram criados em plantas de pepino cultivar Caipira, mantidas em bandejas de isopor de 22,0 por 38,0 cm, contendo substrato Plantmax[®], mantidas em sala climatizada, a 25°C, e fotofase de 12 horas. Três semanas após o plantio, quando as mudas apresentavam pelo menos uma das folhas definitivas expandidas, foram infestadas com pulgões. Posteriormente, as bandejas foram colocadas em gaiolas de madeira de 150,0 cm de comprimento por 60,0 cm de largura e altura, revestidas com tecido tipo *voile*. Em função da necessidade de se obter pulgões para os experimentos e do envelhecimento natural das plantas, duas a três bandejas com plantas desprovidas de pragas foram introduzidas semanalmente nas gaiolas. As folhas senescentes contendo os pulgões foram cortadas e colocadas sobre as plantas novas para possibilitar a migração natural dos insetos.

2.2 Biologia de *Aphis gossypii* em temperaturas flutuantes

Folhas de pepino cultivado em casa de vegetação foram coletadas, lavadas em água corrente, colocadas em solução de hipoclorito de sódio a 1,0%, por cinco minutos e enxaguadas duas vezes em água corrente e uma em água destilada. Desse material foram confeccionados discos de 4,5cm de diâmetro e acondicionados, com a face abaxial para cima, em placas de Petri de 5,0 cm de diâmetro, contendo uma camada de aproximadamente 5,0 mm de ágar-água a 1,0%.

Em cada disco foi colocada uma fêmea adulta áptera de *A. gossypii* oriunda da criação de manutenção. Foram utilizadas sessenta placas, vedadas

com filme de PVC laminado perfurado com alfinete fino para aeração e colocadas de forma invertida sobre uma bandeja, para simular as condições naturais. Após 16 horas, retirou-se a fêmea e, das ninfas produzidas, selecionou-se aleatoriamente uma para a condução do experimento.

As placas foram mantidas em câmaras climatizadas reguladas em quatro combinações de temperaturas noturnas e diurnas, simulando as médias, nas quatro estações do ano, em casas de vegetação, no município de Andradas, MG, 11°/21°C, 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30±1°C, caracterizando inverno, outono, primavera e verão, respectivamente, e fotofase de 12 horas (SANTANA, 2009). O delineamento foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos representados pelas temperaturas e 60 repetições, cada uma delas constituída por uma ninfa recém-emergida de *A. gossypii*.

Acompanhou-se diariamente o desenvolvimento durante toda a fase ninfal até o final de seu ciclo, avaliando-se: número de instares, duração e viabilidade de cada instar. Quando os pulgões tornaram-se adultos, foram avaliados os períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo, além do número diário e total de ninfas produzidas.

2.3 Análise dos dados

Objetivando-se comparar a duração dos instares, da fase ninfal, a longevidade e o ciclo biológico de *A. gossypii*, nas diferentes temperaturas noturno-diurnas, utilizou-se um tratamento estatístico descritivo e, para verificar a normalidade dos dados, utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. Aqueles que não seguiam uma distribuição normal foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, para comparação das médias de duração entre temperaturas.

A viabilidade dos instares e da fase ninfal caracteriza-se por apresentar distribuição binomial. Assim, para a análise, utilizou-se teste de comparação

múltipla de proporções (CMP) (BIASE, 2009). Para comparar o número total e diário de ninfas, utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que, independente das combinações de temperaturas empregadas, foram constatados quatro instares no desenvolvimento do pulgão. Em relação ao primeiro instar, observou-se redução significativa na duração desse parâmetro com o aumento das temperaturas. Ao se utilizar 11°/21°C (média 16°C), o tempo gasto foi três vezes maior do que a 26/30°C (média 28°C) (Tabela 1). A duração verificada a 11°/21°C assemelhou-se à obtida por Xia, Werf e Rabbinge (1999), que foi de 3,5 dias para ninfas de *A. gossypii* criadas a 15°C, em algodoeiro. Empregando-se as condições de temperaturas 26/30°C, a duração média foi de 1,0 dia, próxima à constatada por Aldyhim e Khalil (1983), em plantas de abóbora e por Xia, Werf e Rabbinge (1999), em algodoeiro, a 30°C, e por Leite et al. (2008), em abóbora cultivar Caserta, a 27°C. A maior duração do primeiro instar a 11°/21°C pode ser devido à proximidade da temperatura da escotofase com o limiar de desenvolvimento para esse instar que, segundo Xia, Werf e Rabbinge (1999), é de 8,2°C e decresce sucessivamente para os demais instares, demonstrando maior sensibilidade das ninfas nesse estágio em relação a temperaturas mais baixas.

Para o segundo instar, a duração na combinação de temperaturas 11°/21°C foi cerca de duas vezes superior à observada a 26°/30°C. As durações desse estágio diferiram significativamente entre si, para todas as combinações de temperatura (Tabela 1). Aldyhim e Khalil (1983) e Soglia et al. (2002) verificaram, em plantas de abóbora e em crisântemo, respectivamente, duração de 3,4 dias, à temperatura constante de 15°C. Esses resultados são superiores aos observados no presente estudo, em que a maior duração observada na combinação 11°/21°C foi de 2 dias. As durações médias a 18°/24°C (média 21°C) e a 26°/30°C assemelharam-se às observadas por Kocourek et al. (1994) a

20° e a 25°C, respectivamente (1,6 dia e 1,0 dia), em plantas de pepino cultivar Sandra. Leite et al. (2008) observaram um tempo mediano de vida de três dias, a 30°C, que é o triplo do observado neste estudo, a 26°/30°C. Isso sugere que as temperaturas flutuantes de 26/30°C favorecem o desenvolvimento dos afídeos, não causando os efeitos deletérios verificados nas temperaturas extremas constantes (CAMPBELL et al., 1974; DAVIS; RADCLIFFE; RAGSDALE, 2006).

Tabela 1 Duração média, em dias (\pm EP), dos instares de *Aphis gossypii*, em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Instares			
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
11/21	3,0 \pm 0,04a (60)	2,0 \pm 0,03a (58)	2,1 \pm 0,05a (58)	2,5 \pm 0,07a (57)
18/24	2,1 \pm 0,04b (60)	1,8 \pm 0,05b (60)	1,9 \pm 0,07b (59)	1,9 \pm 0,07b (59)
21/27	1,8 \pm 0,05c (59)	1,2 \pm 0,05c (59)	1,0 \pm 0,01c (59)	1,2 \pm 0,05c (59)
26/30	1,0 \pm 0,01d (60)	1,0 \pm 0,00d (60)	1,0 \pm 0,0c (60)	1,3 \pm 0,06c (60)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

A duração do terceiro instar decresceu com o aumento das temperaturas, variando de 2,1 a 1,0 dia. Nas temperaturas 21°/27°C (média 24°C) e 26°/30°C, as durações foram iguais. A 11°/21°C, esse instar durou de 2,1 dias, menor do que a observada por Soglia et al. (2002), em crisântemo, de 3,2 dias, a 15°C. Porém, o resultado obtido nessas temperaturas foi mais próximo ao obtido por Leite et al. (2008), que observaram duração de 2,0 dias, em plantas de abóbora, a

18°C. Nas combinações 21°/27°C e 26°/30°C, as durações foram próximas às verificadas por Kocourek et al. (1994), em plantas de pepino cultivar Sandra, a 25°C e a 30°C.

Para ninfas de quarto instar também foi observado um decréscimo na duração dos estádios, à medida que se utilizaram temperaturas mais elevadas e durações semelhantes nas combinações de temperaturas 21°/27°C e 26°/30°C (Tabela 1). A duração desse instar, obtida no presente estudo, foi menor do que as observadas por Xia, Werf e Rabbinge (1999), em algodoeiro e por Soglia et al. (2002), em crisântemo, ambas a 15°C. Steenis e El-Khawass (1995), utilizando plantas de pepino cultivar Sporu, verificaram durações menores nas temperaturas constantes 20°, 25° e 30°C, que foram de 1,1; 0,8 e 0,9 dias, respectivamente, em relação às demais temperaturas flutuantes observadas para a cultivar Caipira, neste estudo. Esse fato também pode ser verificado para os demais instares, sugerindo que, nas temperaturas mais baixas, a flutuação das mesmas acelera o desenvolvimento, enquanto, nas temperaturas mais altas, há uma desaceleração do desenvolvimento, quando comparados aos observados em temperaturas constantes.

Considerando a fase ninfal de *A. gossypii*, a combinação de temperaturas flutuantes 11°/21°C proporcionou duração de 9,6 dias, sendo mais que o dobro da duração a 26°/30°C, que foi de 4,3 dias. Houve diferença significativa no tempo necessário para o desenvolvimento do inseto até atingir a fase adulta, em todas as combinações de temperatura (Tabela 2). A duração proporcionada pelas temperaturas flutuantes 11°/21°C foi inferior às obtidas por Soglia et al. (2002), em plantas de crisântemo e por Kersting, Satar e Uygun (1999) e Xia, Werf e Rabbinge (1999), em plantas de algodão. Porém, foi semelhante à observada por Aldyhim e Khalil (1983), a 15°C (10 dias), em abóbora. As durações obtidas nas demais temperaturas flutuantes foram maiores do que as observadas nas temperaturas constantes correspondentes por Steenis e El-Khawass (1995), nas

cultivares de pepino Sporu e Aramon. Verifica-se, na maioria dos casos, tendência de diminuição na duração da fase ninfal a 11°/21°C e um discreto aumento para 18°/24°, 21°/27° e 26°/30°C, quando comparadas às obtidas em temperaturas constantes, confirmando as observações de Bryant, Bale e Thomas (1999).

Tabela 2 Duração média, em dias (\pm EP), da fase de ninfa, da longevidade e do ciclo biológico de *Aphis gossypii*, em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Fase de ninfa	Longevidade	Ciclo biológico
11/21	9,6 \pm 0,07a (57)	57,0 \pm 1,72a (57)	66,6 \pm 1,72a (57)
18/24	7,6 \pm 0,08b (59)	16,5 \pm 0,72d (59)	24,2 \pm 0,07d (59)
21/27	5,2 \pm 0,05c (59)	31,2 \pm 0,60b (59)	36,4 \pm 0,06b (59)
26/30	4,3 \pm 0,06d (60)	25,9 \pm 0,36c (60)	30,2 \pm 0,36c (60)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

A maior longevidade de *A. gossypii* foi verificada na combinação de temperaturas 11°/21°C (Tabela 2). Nessas temperaturas, os adultos sobreviveram por 40,5; 25,8 e 31,1 dias a mais do que os mantidos a 18°/24°, 21°/27° e 26°/30°C, respectivamente. A longevidade constatada a 11°/21°C (57 dias) foi superior às observadas por Aldyhim e Khalil (1983), em plantas de abóbora e por Kersting, Satar e Uygun (1999) e Xia, Werf e Rabbinge (1999), em algodoeiro, que foram de 25,5; 25,4 e 39,7 dias, respectivamente, à

temperatura constante de 15°C. As longevidades observadas a 21°/27°C e 26°/30°C foram superiores às observadas por Steenis e El-Khawass (1995), em plantas de pepino cultivar Sporu, a 25° e 30°C, respectivamente. Assim, verifica-se que, quando comparadas às temperaturas constantes, de maneira geral, as temperaturas flutuantes proporcionaram maiores longevidades em todas as combinações noturnas e diurnas, favorecendo os afídeos. Segundo Kocourek et al. (1994), o fato de apresentarem as maiores longevidades em temperaturas baixas pode habilitar fêmeas a sobreviverem, durante o inverno, em casas de vegetação não aquecidas. Nesse contexto, como as temperaturas flutuantes permitiram maior longevidade e estas são condições mais próximas das reais, a sobrevivência desses indivíduos em campo ou em ambientes protegidos em épocas mais frias pode estar sendo subestimado nos estudos feitos sob temperaturas constantes.

Observou-se, ainda, que a longevidade na combinação de temperaturas 18°/24°C foi inferior àquelas obtidas a 21°/27°C e 26°/30°C (Tabela 2). Esse fato também foi observado por Kocourek et al. (1994), em plantas de pepino, que obtiveram longevidades de 40,3; 33,6, 18,9; 28,0 e 27,1 dias para 10°, 17°, 20°, 25° e 30°C, respectivamente e por Kersting, Satar e Uygun (1999), em plantas de algodão, com durações de 39,7; 19,5; 23,1 e 16,8 dias, para 15°, 20°, 25° e 30°C, respectivamente. Assim, para ambos os autores, a temperatura constante de 20°C proporcionou longevidade aquém da esperada, o que ocorreu também no presente estudo, para as temperaturas flutuantes de 18°/24°C. Estudos fisiológicos e ecológicos sobre esses insetos devem ser feitos nessa faixa de temperatura para elucidar as razões desse fato.

A duração do ciclo biológico dos afídeos variou de 66,6 a 24,2 dias. De forma geral, diminuiu com o incremento das temperaturas, porém, na combinação 18°/24°C, a duração foi inferior às demais, em consequência da

curta longevidade (Tabela 2). Verificou-se que, quando submetido a 26°/30°C, a duração do ciclo biológico de *A. gossypii* foi de 30,2 dias, praticamente o dobro da observada por Steenis e El-Khawass (1995) em plantas de pepino, a 30°C. Leite et al. (2008), a 27°C, verificaram duração de 16,02 dias, em plantas de abóbora. Esse fato confirma as observações de Beck (1983) sobre a influência dos termoperíodos sobre o desenvolvimento dos insetos que é vantajosa para os mesmos, permitindo que permaneçam por mais tempo no ambiente.

No período pré-reprodutivo, as durações médias variaram de 0,2 a 0,3 dias, sendo semelhantes nas quatro combinações de temperaturas estudadas (Tabela 3). Durações maiores para esse período foram observadas por Kocourek et al. (1994), em plantas de pepino, por Aldyhim e Khalil (1983), em plantas de abóbora e por Xia, Werf e Rabbinge (1999), em algodoeiro, em todas as temperaturas constantes correspondentes às médias das temperaturas flutuantes utilizadas neste estudo. Durações mais próximas das obtidas neste estudo foram observadas apenas por Steenis e El-Khawass (1995), que verificaram 0,5 e 0,3 dias para o período pré-reprodutivo, nas temperaturas constantes de 25° e 30°C, respectivamente. Isso sugere que a flutuação das temperaturas favoreceu também a reprodução, diminuindo o período pré-reprodutivo, provavelmente devido à maior semelhança com as condições naturais do ambiente.

A maior duração do período reprodutivo foi de 22,9 dias, verificada a 11°/21°C. Nas temperaturas 18°/24°C e 21°/27°C, observaram-se as menores durações desse período, que foram semelhantes entre si, sendo de 14,5 e 13,6 dias, respectivamente. A 26°/30°C, a duração foi intermediária às observadas nas demais temperaturas (Tabela 3). A duração a 11°/21°C foi similar à obtida por Aldyhim e Khalil (1983), a 15°C, em plantas de abóbora, que foi de 22,1 dias. Nas temperaturas flutuantes de 26°/30°C, a duração foi maior do que as observadas por Leite et al. (2008), a 27°C, e por Steenis e El-Khawass (1995), a

30°C, que foi de cerca de 10,4 dias, para ambos. O período reprodutivo nas temperaturas flutuantes mais baixas foi próximo ao obtido por outros autores sob temperaturas constantes, porém, nas demais se verificou pequeno aumento.

Tabela 3 Duração média, em dias (\pm EP), dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo de *Aphis gossypii*, em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Períodos		
	Pré-reprodutivo	Reprodutivo	Pós-reprodutivo
11/21	0,3 \pm 0,07a (57)	22,9 \pm 0,54a (57)	33,8 \pm 1,52a (57)
18/24	0,3 \pm 0,07a (59)	14,5 \pm 0,62c (59)	1,7 \pm 0,36d (59)
21/27	0,2 \pm 0,05a (59)	13,6 \pm 0,25c (59)	17,5 \pm 0,61b (59)
26/30	0,3 \pm 0,05a (60)	15,6 \pm 0,36b (60)	10,0 \pm 0,43c (60)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

O período pós-reprodutivo de *A. gossypii* a 11°/21°C foi aproximadamente o dobro e o triplo dos verificados a 21°/27°C e 26°/30°C, respectivamente. Similar ao ocorrido na longevidade, as temperaturas 18°/24°C provocaram uma redução nesse período e mais estudos devem ser feitos para elucidar as razões desse fato (Tabela 3). Na combinação de temperaturas 11°/21°C, o período foi duas vezes maior que o observado por Leite et al. (2008), a 18°C. A duração do período pós-reprodutivo nas temperaturas testadas foi, de forma geral, mais elevada do que as observadas por Steenis e El-Khawass (1995), em pepino e por Aldyhim e Khalil (1983) e Leite et al. (2008), em plantas de abóbora, todos utilizando temperaturas constantes.

Quanto às fecundidades diárias, constataram-se 3,50 e 3,76 ninfas para 11°/21° e 18°/24°C, respectivamente, que foram semelhantes entre si e praticamente a metade do observado nas demais temperaturas, que foram 6,71 e 6,47 ninfas, a 21°/27° e 26°/30°C, respectivamente, e também semelhantes entre si (Tabela 4). Embora os pulgões mantidos nas temperaturas 18°/24°C tenham apresentado redução na longevidade e no total de descendentes, a fecundidade diária não foi afetada. As fecundidades diárias obtidas a 11°/21° e a 18°/24°C foram próximas às verificadas por Leite et al. (2008) em plantas de abóbora, na temperatura constante de 21°C, que foi de 3,67 ninfas. Resultados semelhantes aos constatados nas temperaturas flutuantes de 21°/27°C e 26°/30°C foram relatados por Steenis e El-Khawass (1995), quando avaliaram os aspectos biológicos de *A. gossypii* em plantas de pepino, sendo a fecundidade diária igual a 6,7 ninfas, a 30°C.

Tabela 4 Número médio total e diário de ninfas (\pm EP) produzidas por *Aphis gossypii* em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Número de ninfas	
	Diário	Total
11/21	3,50 \pm 0,07b (57)	78,58 \pm 1,51c (57)
18/24	3,76 \pm 0,12b (59)	51,51 \pm 1,31d (59)
21/27	6,71 \pm 0,09a (59)	90,44 \pm 1,64b (59)
26/30	6,47 \pm 0,10a (60)	99,22 \pm 1,51a (60)
Valor-p	<0,0001	<0,0001

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

A fecundidade total dos afídeos observada a 26°/30°C foi de 99,22 ninfas. De forma geral, houve um aumento na produção de ninfas com o incremento das temperaturas, exceto para a combinação 18°/24°C (51,51 ninfas) (Tabela 4). Fato semelhante foi observado por Leite et al. (2008) que obtiveram 17,53; 53,00; 73,66 e 55,45 ninfas, respectivamente, nas temperaturas 18°, 21°, 24° e 30°C, em plantas de abóbora. Esses autores verificaram redução na fecundidade total na temperatura constante de 20°C, da mesma forma que o observado neste estudo, nas temperaturas flutuantes de 18°/24°C. Porém, não foi possível elucidar o motivo dessa redução em ambos os experimentos. Para os demais tratamentos, a fecundidade foi superior à observada em temperaturas constantes correspondentes às médias das flutuantes por Kocourek et al. (1994), Leite et al. (2008) e Steenis e El-Khawass (1995). Cabe ressaltar que, a 26°/30°C, os pulgões produziram, em média, 23,12 e 29,42 ninfas a mais, na comparação com os resultados relatados por Kocourek et al. (1994) e Steenis e El-Khawass (1995), em plantas de pepino, a 30°C. Isso confirma a influência dos termoperíodos sobre *A. gossypii*, aumentando a produção de ninfas, quando comparada à obtidas por outros autores, em temperaturas constantes.

A viabilidade das ninfas nos respectivos instares e na fase ninfal total não foi afetada pelas temperaturas, variando de 95% a 100% (Tabela 5). Esses resultados diferiram dos obtidos por Steenis e El-Khawass (1995), os quais relataram que *A. gossypii* criado em plantas de pepino apresentou mortalidade das formas imaturas entre 18,4% e 24,5%, sendo significativamente maior no primeiro instar. É importante ressaltar que, nas temperaturas flutuantes, não foi verificado efeito deletério de temperaturas mais elevadas, como observado por Leite et al. (2008), trabalhando com *A. gossypii* em plantas de abóbora, à temperatura constante de 30°C. Estes autores constataram que apenas 31,7% das ninfas atingiram a fase adulta e que menos de um terço delas produziu descendentes. Fato semelhante foi observado por Kersting, Satar e Uygun

(1999), em algodoeiro, os quais, quando mantiveram as ninfas a 35°C, constataram a mortalidade de todas elas. Contudo, ao empregarem as temperaturas flutuantes 30°/35°C, os mesmos autores observaram que 83% das ninfas atingiram a fase adulta. Este fato corrobora o verificado em temperaturas flutuantes no presente estudo, confirmando as observações de Torres, Musolin e Zanuncio (2002) de que as condições de temperaturas flutuantes podem produzir modelos mais realísticos das condições de campo.

Tabela 5 Viabilidade (%) dos instares e da fase ninfal de *Aphis gossypii* em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotoperíodo de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Instares				Fase ninfal
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	
11/21	100,0a (60)	97,0a (60)	100,0a (58)	98,0a (58)	95,0a (60)
18/24	100,0a (60)	100,0a (60)	98,0a (60)	100,0a (59)	98,0a (60)
21/27	98,0a (60)	100,0a (59)	100,0a (59)	100,0a (59)	98,0a (60)
26/30	100,0a (60)	100,0a (60)	100,0a (60)	100,0a (60)	100,0a (60)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de CMP, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Assim, considera-se que a combinação 26°/30°C foi a faixa de temperatura ótima para o desenvolvimento e a reprodução de *A. gossypii*, uma vez que proporcionou menor tempo de desenvolvimento e maior produção diária e total de ninfas. Conforme Kersting, Satar e Uygun (1999), o menor tempo de desenvolvimento e a maior porcentagem de reprodução indicam que a colônia de afídeos utilizada apresenta potencial para aumentar rapidamente a densidade populacional nos cultivos durante a estação quente.

4 CONCLUSÕES

As combinações de temperaturas afetam a duração dos instares, a fase ninfal, a longevidade e o ciclo biológico de *A. gossypii*, criado em folhas de pepino, cultivar Caipira.

A duração dos instares, a fase ninfal, a longevidade e o ciclo biológico de *A. gossypii* diminuem com o aumento das temperaturas.

O aumento das temperaturas reduz os períodos reprodutivo e pós-reprodutivo de *A. gossypii*.

As temperaturas flutuantes não influenciam a viabilidade dos instares e da fase ninfal de *A. gossypii*.

As combinações de temperaturas flutuantes utilizadas não causam efeitos deletérios no desenvolvimento de todas as fases de *A. gossypii*.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2009. 495 p.

ALDYHIM, Y. N.; KHALIL, A. F. Influence of temperature and daylength on population development of *Aphis gossypii* on *Cucurbita pepo*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 67, n. 2, p. 167-172, May 1983.

BARBOSA, S.; FRANÇA, F. H. Pragas de cucurbitáceas e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 85, p. 54-56, jan. 1982.

BECK, S. D. Insect thermoperiodism. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 28, p. 91-108, 1983.

BIASE, N. G. **Inferência sobre proporções binomiais: testes frequentistas e bayesianos**. 2009. 152 p. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

BRYANT, S. R.; BALE, J. S.; THOMAS, C. D. Comparison of development and growth of nettle-feeding larvae of Nymphalidae (Lepidoptera) under constant and alternating temperature regimes. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 96, n. 2, p. 143-148, June 1999.

CAMPBELL, A. et al. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 11, n. 2, p. 431-438, 1974.

CARVALHO, L. M.; BUENO, V. H.; MARTINEZ, R. P. Levantamento de afídeos alados em plantas hortícolas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 523-532, maio/jun. 2002.

DAVIS, J. A.; RADCLIFFE, E. B.; RAGSDALE, D. W. Effects of high fluctuating temperatures on *Mizus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 35, n. 6, p. 1461-1468, Dec. 2006.

KERSTING, U.; SATAR, S.; UYGUN, N. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 123, n. 1, p. 23-27, Feb. 1999.

KOCOUREK, F. et al. Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared in greenhouses cucumbers. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 71, n. 1, p. 59-64, Apr. 1994.

LEITE, M. V. et al. Biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em abobrinha cultivar Caserta (*Cucurbita pepo* L.) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1394-1401, set./out. 2008.

PINTO, Z. V. et al. Ability of *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* to transmit Cucumber mosaic virus in single and mixed infection with two potyviruses to Zucchini Squash. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 34, n. 2, p. 183-185, 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing, reference index. Version 2.8.0. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

SANTANA, A. G. **Biologia e tabela de vida de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) e de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) em temperaturas alternantes**. 2009. 119 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SOGLIA, M. C. M. et al. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 211-216, Apr./June 2002.

_____. Fecundidade e longevidade de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae) em diferentes temperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 49-54, mar. 2003.

STEENIS, M. J. van; EL-KHAWASS, K. A. M. H. Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 76, n. 2, p. 121-131, Aug. 1995.

TORRES, J. B.; MUSOLIN, D. L.; ZANUNCIO, J. C. Thermal requirements and parasitism capacity of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) under constant and fluctuating temperatures, and assessment of development in field conditions. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 12, n. 5, p. 583-593, Oct. 2002.

XIA, J. Y.; WERF, W. van der; RABBINGE, R. Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 90, n. 1, p. 25-35, Jan. 1999.

CAPÍTULO 3 Influência de temperaturas flutuantes no desenvolvimento de
Ceraeochrysa cubana (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

RESUMO

Os predadores da família Chrysopidae apresentam potencial como agentes de controle biológico e podem ser utilizados no controle de insetos-praga, em cultivos. A determinação de seus aspectos biológicos, em condições mais próximas das que ocorrem em campo, pode auxiliar no sucesso dos programas de controle biológico. Assim, objetivou-se, com a realização do presente estudo, avaliar a influência dos termoperíodos sobre o desenvolvimento de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861). Ovos de *C. cubana*, com até 24 horas, foram acondicionados em placas de microtitulação, vedadas com filme PVC laminado e mantidos em câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas noturnas e diurnas, simulando as médias nas quatro estações do ano, em Andradas, MG: 11°/21°C, 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30±1°C, com fotofase de 12 horas. Avaliaram-se o período embrionário e a viabilidade dos ovos nas quatro combinações de temperaturas com delineamento inteiramente casualizado, com 96 repetições. Para os experimentos com larvas, utilizou-se a mesma metodologia, tendo, após a eclosão, os crisopídeos sido transferidos para tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura, alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), vedados com filme de PVC laminado. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelos 4 conjuntos de temperaturas, com 60 repetições. Avaliaram-se, a cada 24 horas, a duração e a viabilidade de cada estágio, a duração e a viabilidade das fases de larva, pré-pupa e pupa, a duração e a viabilidade dos períodos de pré-pupa a pupa e de larva à emergência do adulto. As temperaturas flutuantes afetaram significativamente o desenvolvimento de *C. cubana*, verificando-se redução na duração dos instares, das fases de larva, pré-pupa, pupa e dos períodos de pré-pupa a pupa e de larva à emergência do adulto com o aumento das temperaturas diurnas e noturnas. A combinação de temperaturas 11°/21°C provocou mortalidade de 67% na fase de larva a adulto, principalmente na fase de pré-pupa, na qual a mortalidade foi de 59%. As temperaturas flutuantes mais adequadas para a manutenção da fase de larva à emergência do adulto de *C. cubana* são 26°/30°C, pois propiciaram menor tempo de desenvolvimento e viabilidade de 80%.

Palavras-chave: Entomologia agrícola. Crisopídeo. Biologia. Temperatura flutuante.

ABSTRACT

Predators of the family Chrysopidae have potential as biological control agents and can be used to control insect pests in crops. The determination of its biological aspects in conditions closer to those found in field may assist in the success of biological control programs. Thus the aim with this study was to evaluate the influence of thermoperiods on *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861). Eggs of *C. cubana*, with up to 24 hours, were placed in microtiter plates, sealed with laminated PVC film and kept in climatic chambers at temperatures simulating the diurnal and nocturnal averages in the four seasons in Andradas, MG: 11/21, 18/24, 21/27 and 26/30±1°C, and with photoperiod of 12 hours. We evaluated the embryonic period and egg viability in the four combinations of temperatures with a completely randomized design with 96 replications. In the experiments with larvae, we used the same methodology, and, after hatching, the lacewings were transferred to glass tubes 2.5 cm in diameter and 8.5 cm in height, fed with *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), sealed with laminated PVC film. The design was completely randomized with treatments consisting of the four sets of temperatures, with 60 repetitions. We evaluated every 24 hours the duration and viability of each instar, duration and viability of the larval, prepupal and pupal stages, the duration and viability of the periods of prepupae to pupae and from larvae to adult emergence. Fluctuating temperatures significantly affected the development of *C. cubana* and there was a reduction in the duration of instars, the larval, prepupal and pupal stages and the periods of prepupae to pupae and from larvae to adult emergence with increasing temperature combinations. The combination of temperatures 11/21°C caused 67% of mortality in the period from larvae to adult emergence, especially in the prepupal stage, in which mortality was 59%. The fluctuating temperatures more appropriate for the maintenance of *C. cubana* in the period from the larvae to adult emergence are 26/30°C, since they allow less development time and viability of 80%.

Keywords: Agricultural entomology. Lacewing. Biology. Fluctuating temperature.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há maior conscientização sobre os riscos da utilização em larga escala de produtos fitossanitários que, além de contaminarem o ambiente, podem permitir a seleção de indivíduos resistentes. Esse é um dos aspectos que têm contribuído para se investigar alternativas viáveis no controle dos artrópodes-praga. Nesse contexto, as estratégias relacionadas ao controle biológico, em programas de manejo integrado de pragas (MIP), poderão ter, como mecanismo auxiliar, o emprego de insetos predadores.

Entre os inimigos naturais estão aqueles pertencentes ao gênero *Ceraeochrysa* Adams 1982 (Neuroptera: Chrysopidae), os quais apresentam potencial como agentes de controle biológico. Esses insetos são encontrados em regiões de clima temperado e tropical, estando presente em agroecossistemas. As larvas dos insetos desse gênero são conhecidas como larvas lixeiras, por carregarem restos de tegumentos de presas sobre o dorso, no qual possuem cerdas longas que permitem reter os detritos (PENNY, 2002). Esse hábito lhe confere uma vantagem adaptativa, visto que esses materiais proporcionam camuflagem às larvas. Os casulos são tecidos de maneira que o lixo permaneça sobre ele (CANARD; PRINCIPI, 1984), fazendo com que pré-pupas e pupas permaneçam protegidas.

Outro aspecto relacionado ao hábito de carregar detritos refere-se à proteção física que esses insetos têm a uma eventual exposição direta aos produtos fitossanitários. Ainda, esses restos de presas aderidos às pupas podem contribuir para a tolerância desses insetos a certos compostos (SCHUSTER; STANSLY, 2000). *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861), por exemplo, foi constatado tratar-se de uma espécie que apresenta seletividade a vários inseticidas, como óxido de fembutatina e fenvalerate. Assim, o uso desses crisopídeos como agentes de controle biológico poderá contribuir com o manejo

integrado de pragas, aumentando as opções quando o uso do controle químico contra insetos-praga ainda for necessário (SOUZA; SANTA-CECÍLIA; CARVALHO, 1996).

Em pesquisas conduzidas por Alcantra et al. (2008), com o pulgão *A. gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) e por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a, 1999b), com *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), foi evidenciado que *C. cubana* foi eficiente no controle desses insetos, demonstrando que a utilização de predadores do gênero *Ceraeochrysa* seria uma alternativa para aumentar e diversificar o arsenal de agentes de controle biológico. As espécies desse gênero têm potencial para serem produzidas massalmente e vendidas por insetários comerciais, pois oferecem grandes possibilidades para uso extensivo por todo o sudeste dos Estados Unidos, o México e as Américas Central e do Sul (LÓPEZ-ARROYO; TAUBER; TAUBER, 1999a).

No que concerne ao método de controle biológico clássico, conforme Albuquerque, Tauber e Tauber (1994), o enfoque era a importação e a liberação de inimigos naturais exóticos, contudo, o uso de inimigos naturais nativos tem recebido crescente atenção. Assim, *C. cubana*, uma espécie que pode ser encontrada em vários cultivos, entre eles o de cucurbitáceas (LAVAGNINI et al., 2007), poderá ser uma alternativa promissora no controle de alguns organismos-praga. Além disso, Gitirana Neto et al. (2001) verificaram que adultos de espécies do gênero *Ceraeochrysa* podem estar presentes em pomares de citros praticamente em todos os meses do ano, com aumento populacional durante o inverno. Esse resultado corrobora os verificados por Canard (1997), de que existem agentes de controle biológico na ordem Neuroptera capazes de trabalhar eficientemente, durante o inverno, em campo ou em casas de vegetação não aquecidas.

Um dos fatores que interferem no desenvolvimento dos insetos é a temperatura que, segundo Beck (1983), quando utilizada de forma flutuante e com as mais elevadas associadas à fotofase e as menores à escotofase, podem produzir resultados diferentes dos obtidos em temperaturas constantes. Bryant, Bale e Thomas (1999) observaram que as temperaturas flutuantes mais baixas tendem a reduzir o tempo de desenvolvimento, enquanto as mais elevadas podem provocar um pequeno aumento no mesmo, quando comparados aos resultados obtidos em temperaturas constantes. Assim, os resultados sobre a influência dos termoperíodos no desenvolvimento dos insetos poderiam auxiliar em estudos das dinâmicas populacionais e, segundo Torres, Musolin e Zanuncio (2002), forneceriam informações mais próximas das verificadas em campo.

Devido à importância desses predadores, torna-se necessário conhecer aspectos relacionados à influência dos termoperíodos na sua biologia para se traçar metodologias de criação, liberação e conservação desses inimigos em campo e em cultivos protegidos. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar alguns aspectos biológicos de *C. cubana*, utilizando quatro combinações de temperaturas diurnas e noturnas, simulando as estações do ano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Criação de *Ceraeochrysa cubana*

Adultos de *C. cubana* foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC com 20 cm de altura e 20 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel filtro, que serve como substrato para oviposição, vedadas na parte superior com PVC laminado e apoiadas sobre um prato de polietileno forrado com papel toalha. Os adultos foram alimentados com dieta à base de lêvedo de cerveja e mel (1:1), fornecida em tiras de Parafilm[®] presas na parte superior e lateral das gaiolas. A água foi fornecida por meio de dois frascos de vidro de 20 ml, contendo um chumaço de algodão embebido em água destilada.

As larvas foram criadas nesse mesmo tipo de recipiente, mas vedado com PVC laminado nas duas extremidades, colocando-se pedaços de papel corrugado no interior de cada um deles para aumentar a superfície de caminhamento e reduzir o canibalismo. Utilizaram-se como alimento ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). As pupas foram retiradas e colocadas em gaiolas de acrílico (0,4 m x 0,4 m x 1 m), para a emergência dos adultos. Após a emergência, os insetos foram recolhidos e transferidos para a gaiola de PVC. A criação foi mantida em sala climatizada, a 25°C e fotofase de 12 horas.

2.2 Biologia de *Ceraeochrysa cubana* em temperaturas flutuantes

Ovos de *C. cubana* oriundos da criação de manutenção, com até 24 horas, foram acondicionados em placas de microtitulação de 96 poços, vedadas com PVC laminado. Essas placas foram mantidas em câmaras climatizadas reguladas em quatro combinações de temperaturas noturnas e diurnas, simulando

as médias nas quatro estações do ano em casas de vegetação, no município de Andradas, MG, 11°/21°C, 18°/24°C, 21°/27°C e 26/30±1°C, caracterizando inverno, outono, primavera e verão, respectivamente, e fotofase de 12 horas (SANTANA, 2009). O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelos 4 conjuntos de temperaturas, com 96 repetições, cada uma constituída por um ovo de *C. cubana*. Avaliaram-se o período embrionário e a viabilidade dos ovos em cada combinação de temperaturas.

Para os experimentos relacionados aos estudos com larvas, utilizou-se a mesma metodologia. Após a eclosão, os crisopídeos foram transferidos, com auxílio de um pincel fino, para tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura e vedados com PVC laminado, contendo, como alimento, ovos de *A. kuehniella*. Nesse ensaio foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelos 4 conjuntos de temperaturas, com 60 repetições, cada uma constituída por uma larva de *C. cubana*.

Avaliaram-se, a cada 24 horas, a duração e a viabilidade de cada estágio, a duração e a viabilidade das fases de larva, pré-pupa e pupa, bem como a duração e a viabilidade dos períodos de pré-pupa a pupa e larva à emergência do adulto.

2.3 Análise dos dados

Objetivando-se comparar as durações do período embrionário, instares, das fases de larva, pré-pupa e pupa e dos períodos de pré-pupa a pupa e larva à emergência do adulto, utilizou-se um tratamento estatístico descritivo. Para verificar a normalidade dos dados, utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. Constatando-se que os dados não seguiam uma distribuição normal, realizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, para comparação das médias de duração entre temperaturas.

A viabilidade do período embrionário, instares, das fases de larva, pré-pupa e pupa e dos períodos de pré-pupa a pupa e larva à emergência do adulto, e a porcentagem de larvas que permaneceram aderidas ao córion apresentaram distribuição binomial. Assim, para a análise, utilizou-se o teste de comparação múltipla de proporções (CMP) (BIASE, 2009). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre as durações dos períodos embrionários com o aumento das temperaturas, sendo de 12,12; 8,12; 5,40; 3,96 dias a 11°/21°C (média de 16°C), 18°/24°C (média de 21°C), 21°/27°C (média de 24°C) e 26°/30°C (média de 28°C), respectivamente (Tabela 1). Na temperatura flutuante de 11°/21°C e associado à maior amplitude térmica entre os tratamentos, constatou-se a maior duração do período embrionário, porém, foi 4,2 dias menor do que a obtida por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), na temperatura constante de 15,6°C, que foi de 16,4 dias. Silva (1991) verificou duração de 8,17 dias na temperatura constante 20°C, próxima à obtida no presente estudo para 18°/24°C, porém, as obtidas a 25° e a 30°C foram inferiores às obtidas nesse trabalho a 21°/27°C e 26°/30°C. Isso confirma as observações de Beck (1983) sobre a influência dos termoperíodos no desenvolvimento dos insetos os quais, segundo Bryant, Bale e Thomas (1999), favorecem o desenvolvimento em temperaturas próximas ao limiar térmico estimado para a espécie que, segundo López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), foi de 11°C, desacelerando em temperaturas mais altas, comparado aos resultados obtidos por outros autores em temperaturas constantes.

Não foi verificada diferença significativa nas viabilidades do período embrionário de *C. cubana* nas quatro combinações de temperaturas avaliadas. As viabilidades variaram entre 68% e 76%, tendo de 3% a 7% das larvas que eclodiram permanecido aderidas ao córion. Porém, não houve diferença significativa entre as temperaturas testadas (Tabela 1).

Tabela 1 Duração média, em dias (\pm EP), do período embrionário, porcentagem de ovos viáveis e larvas aderidas ao córion de *Ceraeochrysa cubana*, em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Período embrionário* (dias)	Viabilidade de ovos (%)	Larvas aderidas ao córion (%)
11/21	12,12 \pm 0,88a (65)	68,0a	4,0a
18/24	8,12 \pm 0,50b (73)	76,0a	7,0a
21/27	5,40 \pm 0,49c (67)	70,0a	4,0a
26/30	3,96 \pm 0,21d (67)	70,0a	3,0a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância, para período embrionário e pelo teste de CMP, a 5% de significância, para viabilidade e larvas aderidas ao córion. *Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Com relação à duração dos instares, observou-se, para o primeiro, um decréscimo significativo com o aumento das temperaturas, tendo a 11°/21°C, sido, aproximadamente o triplo da observada a 26°/30°C. A duração nas combinações de temperaturas 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C, embora tenham apresentado diferenças, não foram tão evidentes quanto à anterior (Tabela 2). Alcantra et al. (2008) e López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), utilizando temperaturas constantes, também verificaram diminuição da duração do primeiro instar, com o aumento das temperaturas. A duração a 11°/21°C foi 5,9 dias menor do que a verificada por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), a 15,6°C. A duração a 18°/24°C foi a mesma obtida por Venzon, Carvalho e Silva (1996), na temperatura constante de 20°C. Nas temperaturas flutuantes 21°/27°C e 26°/30°C, a duração foi mais próxima às obtidas por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), a 23,9° e a 26,7°C e por Venzon, Carvalho e Silva (1996), a 25° e a 30°C. Assim, quando se comparam os resultados obtidos com os de outros autores, em temperaturas constantes, confirma-se o verificado por Bryant, Bale e

Thomas (1999), de que houve uma aceleração do desenvolvimento em baixas temperaturas e um retardamento do mesmo, em baixas temperaturas.

Tabela 2 Duração média em dias (\pm EP) dos instares e da fase larval de *Ceraeochrysa cubana*, em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Instares			Fase larval
	Primeiro	Segundo	Terceiro	
11/21	11,5 \pm 0,14a (58)	9,9 \pm 0,21a (56)	12,6 \pm 0,27a (54)	34,0 \pm 0,52a (56)
18/24	7,3 \pm 0,06b (60)	6,0 \pm 0,14b (60)	7,0 \pm 0,21b (60)	20,3 \pm 0,30b (60)
21/27	4,9 \pm 0,08c (59)	3,7 \pm 0,07c (58)	5,7 \pm 0,11c (58)	14,2 \pm 0,12c (58)
26/30	3,8 \pm 0,05d (59)	3,1 \pm 0,04d (59)	3,4 \pm 0,09d (59)	10,3 \pm 0,12d (59)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Para o segundo instar, verificou-se que as durações diminuíram com o aumento da temperatura com diferenças significativas entre os tratamentos. A 11°/21°C e a 18°/24°C, a duração foi de 9,9 e 6,0 dias, respectivamente, enquanto, entre as combinações de temperaturas mais elevadas, houve uma diferença de 0,6 dias na duração desse instar (Tabela 2). A duração obtida nas temperaturas flutuantes 11°/21°C foi 5,4 dias menor do que a observada por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), a 15,6°C. Contudo as durações nas temperaturas flutuantes 21°/27°C e 26°/30°C foram próximas à verificada por esses autores, nas temperaturas constantes de 23,9° e 26,7°C, que foram de 3,4 e 3,2 dias, respectivamente.

Santa-Cecília, Souza e Carvalho (1997), para larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella*, constataram 4,0 dias e Venzon, Carvalho e Silva (1996) observaram duração de 5,5 dias, ambas a 25°C. As durações desse instar nas temperaturas mais elevadas foram semelhantes às durações verificadas por outros autores em temperaturas constantes. Além disso, confirmando as observações de Bryant, Bale e Thomas (1999), nas temperaturas mais baixas, a flutuação favoreceu o desenvolvimento.

Para o terceiro instar, também foi observado um decréscimo significativo na duração com o aumento das temperaturas, aspecto esse que é observado para insetos, de maneira geral, com o aumento de temperaturas constantes. A 11°/21°C, o desenvolvimento foi de 5,6 dias a mais do que a 18°/24°C, em temperaturas flutuantes. Entre as temperaturas flutuantes de 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C, o aumento na duração desse instar não ultrapassou 2,3 dias. A duração nas temperaturas flutuantes 11°/21°C foi 5,1 dias menor do que a verificada por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), na temperatura constante de 15,6°C e, a 18°/24°C, a duração foi superior à observada por esses autores a 21,1°C. A 21°/27°C, a duração do terceiro instar foi próxima à observada por Alcantra et al. (2008), a 24°C, porém, a 26°/30°C, foi 1,6 dia menor o que o observado por esses autores, na temperatura constante de 28°C. Assim pode-se inferir que, em baixas temperaturas, a flutuação das mesmas proporciona diminuição no tempo necessário para a mudança de instar, quando comparado ao obtido em temperaturas constantes e, para as temperaturas mais elevadas, embora haja variações, a mesma não é tão acentuada.

O aumento das temperaturas ocasionou uma diminuição significativa na duração da fase larval, tendo a maior variação sido verificada entre as temperaturas mais baixas. Larvas mantidas a 11°/21°C apresentaram duração 13,7 dias maior em relação àquelas confinadas a 18°/24°C. Para as demais combinações de temperaturas, as durações foram de, no máximo, 6 dias. López-

Arroyo, Tauber e Tauber (1999a) verificaram, para *C. cubana*, mantida a 15,6°C, uma duração da fase larval de 16,4 dias a mais do que no presente estudo, nas temperaturas flutuantes de 11°/21°C. A 18°/24°C, a duração da fase larval foi inferior à obtida por Venzon e Carvalho (1983), a 20°C. A 21°/27°C, a duração foi cerca de dois dias mais longa do que a obtida por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999b), a 24°C. No entanto, na temperatura constante de 26,7°C foi semelhante à observada a 26°/30°C. Assim, quando se compara a duração a 11°/21°C com temperaturas constantes correspondentes à média entre elas, verifica-se uma redução da fase, sugerindo que, em temperaturas baixas, a temperatura diurna ameniza os efeitos negativos da baixa temperatura noturna, corroborando o observado por Bryant, Bale e Thomas (1999) de que a flutuação das mesmas favorece o desenvolvimento dos insetos na fase larval. À medida que se consideram temperaturas mais altas, a flutuação não exerce tanta influência na duração da fase, quando comparada a temperaturas constantes.

Em relação à duração da fase de pré-pupa, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos, constatando-se 13,1; 7,4; 4,8 e 3,7 dias, respectivamente, nos tratamentos representados pelas temperaturas 11°/21°C, 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C. Observou-se que, a 11°/21°C, há um prolongamento de 5,7 dias na duração, em relação a 18°/24°C e de 2,6 dias, para 18°/24°C, quando comparado ao tempo necessário para completar essa fase a 21°/27°C. Entre as temperaturas flutuantes 21°/27°C e 26°/30°C, verifica-se diminuição de cerca de um dia na duração da fase (Tabela 3). Esse prolongamento deve-se, possivelmente, ao fato de a temperatura noturna de 11°C ser próxima ao limiar de desenvolvimento constatado por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a). As durações obtidas nesse estudo, a 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C, foram próximas às observadas por Alcantra et al. (2008), nas temperaturas constantes de 22°, 25° e 28°C. Isso demonstra qu, para as

temperaturas mais elevadas, os resultados obtidos em temperaturas flutuantes são mais próximos dos obtidos em temperaturas constantes.

Tabela 3 Duração média, em dias (\pm EP), das fases de pré-pupa, pupa e dos períodos de pré-pupa a pupa e de larva à emergência do adulto de *Ceraeochrysa cubana*, em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Fases		Períodos	
	Pré-pupa	Pupa	Pré-pupa+Pupa	Larva-adulto
11/21	13,1 \pm 0,19a (22)	23,3 \pm 0,29a (20)	36,4 \pm 0,27a (20)	68,9 \pm 0,38a (20)
18/24	7,4 \pm 0,10b (45)	13,4 \pm 0,11b (42)	20,7 \pm 0,11b (42)	40,8 \pm 0,34b (42)
21/27	4,8 \pm 0,07c (48)	9,6 \pm 0,21c (46)	14,6 \pm 0,07c (46)	28,6 \pm 0,25c (46)
26/30	3,7 \pm 0,07d (49)	7,0 \pm 0,0d (48)	10,7 \pm 0,07d (48)	21,0 \pm 0,12d (48)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Para a fase de pupa e considerando as combinações de temperaturas, os resultados também foram significativos, tendo, a 11°/21°C, ocorrido duração de 9,9 dias a mais em relação a 18°/24°C. Entre as demais temperaturas, a diferença máxima foi de 3,8 dias. Além de haver diferença entre os tratamentos, as durações decresceram com o aumento das temperaturas. As durações obtidas a 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C foram próximas às verificadas por Alcantra et al. (2008), a 22°, 25° e 28°C, que foram de 13,0; 9,0 e 8,0 dias, respectivamente.

As durações do período de pré-pupa a pupa decresceram significativamente com o aumento das temperaturas noturno-diurnas de 11°/21°C a 26°/30°C. López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a) obtiveram durações, para as

fases pré-pupa e pupa, de 59,0; 25,8; 17,1; 13,6; 11,4 e 9,8 dias a 15,6°, 18,3°, 21,1°, 23,9°, 26,7° e 29,4°C, respectivamente. A duração verificada a 11°/21°C foi 22,6 dias mais curta do que a obtida por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), na temperatura constante de 15,6°C. Para as demais temperaturas, as diferenças diminuíram com o aumento desse fator. Assim, observa-se que, a 11°/21°C, o fato de as temperaturas serem flutuantes acelera o desenvolvimento de *C. cubana*, no período de pré-pupa a pupa, quando comparado ao obtido em temperaturas constantes.

Verificou-se que a duração do período de larva até a emergência do adulto de *C. cubana* diferiu significativamente nas temperaturas testadas, sendo 3,2; 1,9 e 1,4 vezes menor a 26°/30°C, 18°/24°C e 21°/27°C, respectivamente, quando comparadas às temperaturas de 11°/21°C. A maior duração observada a 11°/21°C deve-se ao fato de a temperatura mais baixa ser o limiar de desenvolvimento para a espécie, segundo López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), estimado a partir de experimentos em temperaturas constantes. Como observado isoladamente na fase larval e nas fases de pré-pupa e pupa, a maior diferença foi observada nas temperaturas 11°/21°C, que abreviaram a fase jovem em 40,5 dias, quando comparadas à duração obtida por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), na temperatura constante de 15,6°C, sugerindo que as temperaturas mais elevadas da fotofase atenuam o efeito da temperatura da escotofase, permitindo um desenvolvimento mais acelerado. A 21°/27°C, os predadores levaram dois dias a mais, em relação aos estudos de López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999b), na temperatura constante de 24°C, o que confirma o observado por Bryant, Bale e Thomas (1999) de que as temperaturas flutuantes mais elevadas podem desacelerar o desenvolvimento, quando comparadas às temperaturas constantes.

Para a viabilidade dos instares de *C. cubana* não houve diferenças significativas, variando entre 96% e 100%. Porém, quando se considerou a fase

larval, a viabilidade foi de 100%, a 18/24°C e diferiu significativamente da obtida a 11°/21°C, que foi de 90%. Nessa fase, as viabilidades nas temperaturas 21°/27°C e 26°/30°C foram estatisticamente iguais entre si, porém, não diferiram das demais (Tabela 4). Santa-Cecília, Souza e Carvalho (1997) observaram viabilidades de 100% para todos os instares de *C. cubana* alimentada com ovos de *A. kuehniella*, a 25°C. López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999b) verificaram viabilidade larval de 100%, a 24°C. Alcantra et al. (2008) constataram viabilidades de 67,5% 52,5% e 62,5%, a 22°, 25° e 28°C, na fase larval desse predador, que foi menor do que as observadas no presente estudo, provavelmente devido a diferenças nas metodologias utilizadas.

Tabela 4 Viabilidade (%) dos instares e da fase larval de *Ceraeochrysa cubana* em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Instares			Fase larval
	Primeiro	Segundo	Terceiro	
11/21	97,0a (60)	97,0a (58)	96,0a (56)	90,0b (60)
18/24	100,0a (60)	100,0a (60)	100,0a (60)	100,0a (60)
21/27	98,0a (60)	98,0a (59)	100,0a (58)	97,0ab (60)
26/30	98,0a (60)	100,0a (59)	100,0a (59)	98,0ab (60)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de CMP, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Na fase de pré-pupa, houve diferença significativa na viabilidade a 11°/21°C, uma vez que cerca de 59% dos insetos não passaram para a fase de pupa. Para as demais combinações de temperaturas, não foi verificada diferença significativa nas viabilidades que variaram entre 75% e 83% (Tabela 5). Venzon

e Carvalho (1997) obtiveram viabilidades superiores para essa fase em *C. cubana* alimentada com ovos de *A. kuehniella*, que foi de 100% nas temperaturas de 20°, 25° e 30°C. Alcantra et al. (2008) observaram viabilidades de 100,0%, 100,0% e 96,0%, a 22°, 25° e 28°C. Nesses experimentos, não foram utilizadas temperaturas inferiores a 20°C, não permitindo observar se as populações de *C. cubana* também apresentavam sensibilidade a temperaturas próximas ao limiar relatado por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), como verificado neste estudo. As viabilidades obtidas nas demais temperaturas foram superiores às verificadas nessa pesquisa, possivelmente devido às metodologias utilizadas e à ausência de afídeos na dieta dos crisopídeos.

Tabela 5 Viabilidade das fases de pré-pupa, pupa e dos períodos de pupa a pré-pupa e de larva à emergência do adulto de *Ceraeochrysa cubana*, em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Fases		Períodos	
	Pré-pupa	Pupa	Pré-pupa+pupa	Larva-adulto
11/21	41,0b (54)	91,0a (22)	37,0b (54)	33,0b (60)
18/24	75,0a (60)	93,0a (45)	70,0a (60)	70,0a (60)
21/27	83,0a (58)	96,0a (48)	79,0a (58)	77,0a (60)
26/30	83,0a (59)	98,0a (49)	81,0 (59)	80,0a (60)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de CMP, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

As viabilidades na fase de pupa foram acima de 91% e não diferiram significativamente entre os tratamentos, sugerindo que, nessa fase, os insetos são mais resistentes a baixas temperaturas (Tabela 5). As viabilidades nessa fase

foram semelhantes às obtidas por Alcantra et al. (2008), que foram acima de 95% e superiores às constatadas por Venzon e Carvalho (1997) a 20°, 25° e 30°C, respectivamente de 62,22%, 86,67% e 72,22%. Verificou-se menor viabilidade a 11°/21°C, no período de pré-pupa a pupa, em relação aos demais tratamentos.

As viabilidades no período de larva até a emergência do adulto foram semelhantes a 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C, sendo de 70%, 77% e 80%, respectivamente. Na combinação 11°/21°C, a viabilidade foi de apenas 33%, diferindo significativamente das demais. A fase crítica foi a de pré-pupa, influenciando, efetivamente, o período de larva à emergência do adulto de *C. cubana* (Tabela 5). Nessas temperaturas, a mortalidade (67%) foi inferior àquela observada por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a), para essa mesma espécie, mantida na temperatura constante de 15,6°C, na qual nenhuma larva atingiu a fase adulta. Assim, sugere-se que a flutuação das temperaturas permitiu a sobrevivência, ainda que reduzida, de *C. cubana*, mesmo passando a escotofase na temperatura de 11°C que, segundo esses autores, é o limiar de desenvolvimento para essa espécie de crisopídeo.

As viabilidades de *C. cubana* no período de larva à emergência do adulto, para as temperaturas flutuantes de 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C, foram inferiores às obtidas por López-Arroyo, Tauber e Tauber (1999a). Sugere-se que possam haver diferenças entre as populações, ocasionadas, provavelmente, pelas condições climáticas a que as populações foram submetidas, aos longo dos anos. Outro possível motivo para a maior viabilidade obtida por esses autores foi a suplementação da dieta à base de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae) com afídeos *M. persicae*, corroborando o observado por Santa-Cecília, Souza e Carvalho (1997) de que a suplementação da dieta à base de *A. kuehniella* com *Pinaspis* sp. (Hemiptera: Diaspididae) ou *Pinaspis* sp. e *Toxoptera* sp. (Hemiptera: Aphididae) permitiu uma maior viabilidade dos

crisopídeos, sugerindo que essas presas foram nutricionalmente adequadas quando oferecidas conjuntamente. Venzon e Carvalho (1983) também obtiveram viabilidades superiores quando suplementaram a dieta à base de *A. kuehniella* com o pulgão *Toxoptera* spp. associado ou não com Aminosteril® (poliaminoácidos).

Diante dos resultados obtidos no presente estudo, sugere-se que as temperaturas adequadas para a manutenção da fase jovem de *C. cubana* são de 26° e 30°C, associadas, respectivamente, à escotofase e à fotofase, uma vez que propiciaram o menor tempo de desenvolvimento e viabilidade de larva até a emergência do adulto de 80%.

4 CONCLUSÕES

Temperaturas flutuantes afetam significativamente o desenvolvimento de *C. cubana*.

Verifica-se redução na duração dos instares, fases larval, pré-pupa, pupa, e larva à emergência do adulto, com o aumento das temperaturas flutuantes.

A combinação de temperaturas 11°/21°C provoca alta mortalidade no período de larva à emergência do adulto, principalmente na fase de pré-pupa.

As temperaturas flutuantes mais adequadas para a manutenção da fase de larva à emergência do adulto de *C. cubana* são de 26°/30°C.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potencial for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 8-13, Mar. 1994.

ALCANTRA, E. et al. Aspectos biológicos e capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1047-1054, jul./ago. 2008.

BECK, S. D. Insect thermoperiodism. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 28, p. 91-108, 1983.

BIASE, N. G. **Inferência sobre proporções binomiais**: testes frequentistas e bayesianos. 2009. 152 p. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

BRYANT, S. R.; BALE, J. S.; THOMAS, C. D. Comparison of development and growth of nettle-feeding larvae of Nymphalidae (Lepidoptera) under constant and alternating temperature regimes. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 96, n. 2, p. 143-148, June 1999.

CANARD, M. Can lacewing feed on pests in winter (Neur.: Chrysopidae and Hemerobiidae). **Entomophaga**, Paris, v. 42, n. 1/2, p. 113-117, 1997.

CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Development of Chrysopidae. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk, 1984. p. 57-75.

GITIRANA NETO, J. et al. Flutuação populacional de espécies de *Ceraeochrysa* Adams, 1982 (Neuroptera: Chrysopidae) em citros, na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 550-559, maio/jun. 2001.

LAVAGNINI, T. C. et al. Levantamento populacional de crisopídeos em cucurbitáceas para exportação. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10., 2007, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Entomológica do Brasil, 2007. 1 CD-ROM.

LÓPEZ-ARROYO, J. I.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. Comparative life histories of predators *Ceraeochrysa cincta*, *C. cubana*, *C. smithi* (Neuroptera: Chrysopidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 92, n. 2, p. 208-217, Mar. 1999a.

_____. Effects of prey on survival, development, and reproduction of trash-carrying Chrysopids (Neuroptera: Chrysopidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 28, n. 6, p. 1183-1188, Dec. 1999b.

PENNY, N. D. A guild to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, Sacramento, v. 53, n. 2, p. 161-457, Oct. 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing, reference index. Version 2.8.0. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Influência de diferentes dietas em fases imaturas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 309-314, 1997.

SANTANA, A. G. **Biologia e tabela de vida de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) e de *Frankliniella occidentalis* (Pergante, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) em temperaturas alternantes.** 2009. 119 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SCHUSTER, D. J.; STANSLY, P. A. Response of two lacewing species to Biorational and broad-spectrum insecticides. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 28, n. 4, p. 297-304, 2000.

SILVA, R. L. X. **Aspectos biológicos e determinação das exigências térmicas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório.** 1991. 160 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; CARVALHO, C. F. Seletividade de alguns inseticidas e acaricidas a ovos e larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. 775-779, nov. 1996.

TORRES, J. B.; MUSOLIN, D. L.; ZANUNCIO, J. C. Thermal requirements and parasitism capacity of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) under constant and fluctuating temperatures, and assessment of development in field conditions. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 12, n. 5, p. 583-593, Oct. 2002.

VENZON, M.; CARVALHO, C. F. Desenvolvimento larval, pré-pupal e pupal de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas e temperaturas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 477-483, 1983.

VENZON, M.; CARVALHO, C. F.; SILVA, R. L. X. Effects of various diets and temperature on larval development in the Neotropical Green lacewing *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1961) (Neuroptera: Chrysopidae): pure and applied research in neuropterology. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NEUROPTEROLOGY, 5., 1994, Cairo. **Proceedings...** Toulouse: SINRP, 1996. p. 251-257.

CAPÍTULO 4 Influência de temperaturas flutuantes no desenvolvimento de
Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

RESUMO

Chrysoperla externa (Hagen, 1861) é uma das espécies de crisopídeo mais comuns no Brasil e demonstra potencial como agente de controle biológico, uma vez que apresenta alta capacidade de predação e pode ser criada massalmente com eficiência. Assim, objetivou-se, com a realização do presente estudo, avaliar a influência dos termoperíodos sobre o desenvolvimento de *C. externa*. Ovos de *C. externa*, com até 24 horas, foram acondicionados em placas de microtitulação, vedadas com PVC laminado e mantidos em câmaras climatizadas reguladas nas temperaturas noturnas e diurnas, simulando as médias nas quatro estações do ano, em Andradas, MG, 11°/21°C, 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30±1°C e fotofase de 12 horas. Avaliaram-se o período embrionário e a viabilidade dos ovos nas quatro combinações de temperaturas com delineamento inteiramente casualizado com 96 repetições. Para os experimentos com larvas, utilizou-se a mesma metodologia, tendo, após a eclosão, os crisopídeos sido transferidos para tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura, alimentados com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) e vedados com PVC laminado. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelos 4 conjuntos de temperaturas, com 60 repetições. Avaliaram-se, a cada 24 horas, a duração e a viabilidade de cada estágio, das fases de larva, pré-pupa e pupa, dos períodos de pré-pupa a pupa e de larva à emergência do adulto. As temperaturas flutuantes afetaram significativamente o desenvolvimento de *C. externa*, observando-se redução na duração dos instares, das fases de larva, pré-pupa, pupa e dos períodos de pré-pupa a pupa e de larva à emergência do adulto com o aumento das temperaturas diurnas e noturnas. A combinação de temperaturas 26°/30°C provocou 35% de mortalidade no período de larva à emergência do adulto, tendo 25% das larvas morrido no primeiro instar. As temperaturas flutuantes mais adequadas para a manutenção da fase jovem de *C. externa* são 21°/27°C, por proporcionarem curto período de desenvolvimento e viabilidade de 93%.

Palavras-chave: Entomologia agrícola. Crisopídeo. Biologia. Temperatura flutuante.

ABSTRACT

Chrysoperla externa (Hagen, 1861) is one of the most common lacewing species in Brazil and shows potential as a biological control agent, since it has a high ability to predation and can be created with mass production efficiency. Thus the aim with this study was to evaluate the influence of thermoperiods on the development of *C. externa*. Eggs of *C. externa*, with up to 24 hours, were placed in microtiter plates, sealed with laminated PVC film and kept in climatic chambers at temperatures simulating the diurnal and nocturnal averages in the four seasons in Andradas, MG: 11/21, 18/24, 21/27 and 26/30±1°C, and with photoperiod of 12 hours. We evaluated the embryonic period and egg viability in the four combinations of temperatures with a completely randomized design with 96 replications. In the experiments with larvae, we used the same methodology, and, after hatching, the lacewings were transferred to glass tubes 2.5 cm in diameter and 8.5 cm in height, fed with *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), sealed with laminated PVC film. The design was completely randomized with treatments consisting of the four sets of temperatures, with 60 repetitions. Was evaluated every 24 hours duration and viability of each instar, of the larval, prepupal and pupal stages, of the periods of prepupae to pupae and from larvae to adult emergence. The fluctuating temperatures significantly affected the development of *C. externa* observing reductions in the duration of instars, the larval, prepupal and pupal stages, the periods of prepupae to pupae and from larvae to adult emergence with increasing temperature combinations. The nocturnal and diurnal temperatures 26/30°C caused 35% mortality in the period from larvae to adult emergence and 25% of larvae died at first instar. The fluctuating temperatures more appropriate for the maintenance of the young stage of *C. externa* are 21/27°C, by offering short period of development and viability of 93%.

Keywords: Agricultural entomology. Lacewing. Biology. Fluctuating temperature.

1 INTRODUÇÃO

Os insetos da família Chrysopidae são considerados predadores potenciais e compõem parte do grupo de inimigos naturais que podem ser liberados ou mantidos nos agroecossistemas ou em cultivos protegidos para o controle de artrópodes-praga (BRODEUR; CLOUTIER; GILLESPIE, 2002).

Dentro dessa família encontram-se os insetos do gênero *Chrysoperla* Steinmann, 1964 (Neuroptera: Chrysopidae), com 50 espécies conhecidas. A oviposição dos crisopídeos ocorre de forma isolada ou próxima a concentrações de *honeydew* e a presença de algum tipo de presa. As larvas desse gênero não carregam restos de tegumentos das presas sobre o dorso e os adultos podem ser encontrados em grandes números nas pastagens, gramados e outras áreas onde as gramíneas são abundantes (PENNY, 2002).

Dentre as espécies de Chrysopidae encontradas no Brasil, *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) é uma das mais comuns (FREITAS, 2003). Essa espécie ocorre nas Américas, sendo encontrada do sul dos Estados Unidos da América (Flórida) até o sul da Argentina (PENNY, 2002).

Segundo Carvalho e Souza (2009), *C. externa* possui alto potencial como agente de controle biológico e pode ser criada massalmente com eficiência, pois apresenta alta viabilidade nas fases imaturas, curto tempo de desenvolvimento sob ampla gama de condições de temperaturas e alto potencial reprodutivo. Essas características são semelhantes às apresentadas por outras espécies de crisopídeos que já são produzidas comercialmente e utilizadas como agentes de controle biológico.

Estudos demonstram que *C. externa* apresenta potencial para o controle de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (CARVALHO; SOUZA; SANTOS, 1998; SILVA; CARVALHO; SOUZA, 2002), *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) (AUAD et al.,

2001), *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) (COSTA et al., 2002), *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) (AUAD et al., 2003) e *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) (FIGUEIRA; LARA, 2004; FONSECA; CARVALHO; SOUZA, 2001; MAIA; CARVALHO; SOUZA, 2000). Além disso, *C. externa* apresenta seletividade a vários inseticidas, podendo ser utilizada em programas de manejo integrado de pragas (BUENO; FREITAS, 2004; SILVA et al., 2006).

Estudos relacionados aos aspectos biológicos dos insetos têm como propósito avaliar o desenvolvimento, o comportamento, a fisiologia e a dinâmica populacional, entre outros, os quais podem ser afetados pela temperatura. Os insetos são organismos ectotérmicos e seus processos fisiológicos e metabólicos encontram-se associados a variações da temperatura ambiente. Nesse contexto, a grande maioria das pesquisas envolve estudos sobre temperaturas constantes para a determinação das exigências térmicas e pouco se conhece sobre o efeito dos termoperíodos sobre a biologia dos insetos (BECK, 1983). Segundo Bryant, Bale e Thomas (1999), um dos efeitos dos regimes alternados de temperaturas é que aceleram o desenvolvimento em baixas temperaturas e retardam o mesmo em altas temperaturas, quando comparados aos obtidos em temperaturas constantes.

Assim, em face da importância e das possibilidades reais de utilização de *C. externa* em programas de controle biológico e no manejo integrado de pragas, torna-se necessário o conhecimento dos efeitos dos termoperíodos sobre sua biologia. Desse modo, objetivou-se estudar alguns aspectos biológicos de *C. externa* em quatro diferentes combinações de temperaturas diurnas e noturnas, simulando as quatro estações do ano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Criação de *Chrysoperla externa*

Adultos de *C. externa* foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC com 20 cm de altura e 20 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel filtro, que serve como substrato para oviposição, vedadas na parte superior com PVC laminado e apoiadas sobre um prato de polietileno forrado com papel toalha. Os adultos foram alimentados com dieta à base de lêvedo de cerveja e mel (1:1), fornecida em tiras de Parafilm[®], presas na parte superior e lateral das gaiolas. A água foi fornecida por meio de dois frascos de vidro de 20 ml, contendo um chumaço de algodão embebido em água destilada.

As larvas foram criadas nesse mesmo tipo de recipiente, mas vedado com PVC laminado nas duas extremidades, colocando-se pedaços de papel corrugado no interior de cada um deles para aumentar a superfície de caminhamento e reduzir o canibalismo. Utilizaram-se como alimento ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). As pupas foram retiradas e colocadas em gaiolas de acrílico (0,4m x 0,4m x 1m), para a emergência dos adultos. Após a emergência, os insetos foram recolhidos e transferidos para a gaiola de PVC. A criação foi mantida em sala climatizada, a 25°C e fotofase de 12 horas.

2.2 Biologia de *Chrysoperla externa* em temperaturas flutuantes

Ovos de *C. externa* oriundos da criação de manutenção, com até 24 horas, foram acondicionados em placas de microtitulação de 96 poços, vedadas com PVC laminado. Essas placas foram mantidas em câmaras climatizadas reguladas em quatro combinações de temperaturas noturnas e diurnas, simulando

as médias nas quatro estações do ano em casas de vegetação no município de Andradas, MG, 11°/21°, 18°/24°, 21°/27° e 26°/30±1°C, caracterizando inverno, outono, primavera e verão, respectivamente, e fotofase de 12 horas (SANTANA, 2009). O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelos quatro conjuntos de temperaturas, com 96 repetições, cada uma constituída por um ovo de *C. externa*. Avaliaram-se o período embrionário e a viabilidade dos ovos em cada combinação de temperaturas.

Para os experimentos relacionados aos estudos com larvas, utilizou-se a mesma metodologia. Após a eclosão, os crisopídeos foram transferidos, com auxílio de um pincel fino, para tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro por 8,5 cm de altura, vedados com PVC laminado e contendo, como alimento, ovos de *A. kuehniella*. Nesse ensaio foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelos quatro conjuntos de temperaturas, com 60 repetições, cada uma constituída por uma larva de *C. externa*.

Avaliaram-se, a cada 24 horas, duração e viabilidade de cada estágio, das fases de larva, pré-pupa e pupa e dos períodos de pré-pupa a pupa e de larva à emergência do adulto.

2.3 Análise dos dados

Objetivando-se comparar as durações do período embrionário, instares, das fases de larva, pré-pupa e pupa e dos períodos de pré-pupa a pupa e de larva à emergência do adulto, utilizou-se um tratamento estatístico descritivo. Para verificar a normalidade dos dados, utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. Constatando-se que os dados não seguiam uma distribuição normal, realizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, para comparação das médias de duração entre temperaturas.

As viabilidades do período embrionário, instares, das fases de larva, pré-pupa, pupa e dos períodos de pré-pupa a pupa e de larva à emergência do adulto, e a porcentagem de larvas que permaneceram aderidas ao córion apresentaram distribuição binomial. Assim, para a análise, utilizou-se o teste de comparação múltipla de proporções (CMP) (BIASE, 2009). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período embrionário diminuiu significativamente com o aumento das combinações de temperaturas noturnas e diurnas utilizadas. Observou-se diminuição de 3,83 dias na duração desse período a 18°/24°C, quando comparadas à obtida a 11°/21°C, porém, verificou-se a diminuição de 1,0 dia no desenvolvimento embrionário, à medida que aumentaram as temperaturas noturnas e diurnas, demonstrando maior sensibilidade dos embriões a faixas mais baixas (Tabela 1). Em relação à obtenção de larvas, os ovos mantidos a 18°/24°C eclodiram no quinto dia e, a 21°/27°C, no sexto dia, proporcionando desvios padrões de 0,00. Observou-se homogeneidade na eclosão, a qual pode contribuir para as técnicas de criação e permitir a sincronização das criações, iniciando no mesmo dia a fase de larva. Fonseca, Carvalho e Souza (2001) verificaram durações de 17,3; 11,0; 7,0; 4,0; 3,9 e 3,2 dias para o período embrionário, nas temperaturas constantes 15°, 18°, 21°, 24°, 27° e 30°C, respectivamente. Quando se comparam esses resultados com os obtidos no presente trabalho, verifica-se que as temperaturas flutuantes 11°/21°C (média de 16°C) provocaram uma diminuição de 7,5 dias no período embrionário, quando comparado à temperatura constante de 15°C. Nas combinações 18°/24°C (média de 21°C) e 21°/27°C (média de 24°C), as durações estão relativamente próximas às obtidas a 21° e a 24°C, respectivamente, apresentando variações de apenas um dia, para mais ou para menos. A duração a 26°/30°C (média de 28°C) foi igual à obtida por esses autores a 27°C. Assim, pode-se concluir que temperaturas flutuantes mais baixas afetaram menos o desenvolvimento de *C. externa*, provocando redução de cerca de 43% na duração do período embrionário, quando comparadas ao resultado obtidos para o mesmo período por Fonseca, Carvalho e Souza (2001), na temperatura constante de 15°C.

Tabela 1 Duração média, em dias (\pm EP), do período embrionário, porcentagem de ovos viáveis e larvas aderidas ao córion de *Chrysoperla externa*, em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Período embrionário* (dias)	Viabilidade de ovos (%)	Larvas aderidas ao córion (%)
11/21	9,83 \pm 0,46a (84)	87,0a	2,0a
18/24	6,00 \pm 0,00b (86)	90,0a	6,0a
21/27	5,00 \pm 0,00c (84)	87,0a	6,0a
26/30	3,91 \pm 0,28d (83)	86,0a	4,0a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância, para período embrionário e pelo teste de CMP, a 5% de significância, para viabilidade e larvas aderidas ao córion. *Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Não houve diferença significativa entre as viabilidades dos ovos nas diferentes combinações de temperaturas, sendo todas acima de 85%. Verificou-se que entre 2% e 6% das larvas não conseguiram abandonar o córion, porém, as porcentagens foram semelhantes para todos os tratamentos (Tabela 1).

Ao se avaliar a duração do primeiro instar, verificou-se que houve diferença significativa entre as combinações de temperaturas testadas. A maior foi observada a 11°/21°C, que durou 2,6 dias a mais do que a 18°/24°C. Para as demais temperaturas, a diferença foi de, no máximo, 1,0 dia (Tabela 2). Comparando-se a duração obtida a 11°/21°C com as obtidas em temperaturas constantes por Albuquerque, Tauber e Tauber (1994), a 15,6°C e por Figueira, Carvalho e Souza (2000) e Fonseca, Carvalho e Souza (2001), a 15°C, observou-se redução de 34,2%, 30,5% e 42,5%, respectivamente. Assim, as temperaturas flutuantes com médias entre diurna e noturna de 15°C favorecem o desenvolvimento das larvas de *C. externa*, provocando uma redução no tempo

gasto para a mudança de instar, quando comparadas com as temperaturas constantes de 15° e 15,6°C.

Tabela 2 Duração média, em dias (\pm EP), dos instares e fase larval de *Chrysoperla externa* em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Instares			Fase larval
	Primeiro	Segundo	Terceiro	
11/21	7,3 \pm 0,07a (60)	5,8 \pm 0,05a (60)	6,5 \pm 0,08a (60)	19,6 \pm 0,11a (60)
18/24	4,7 \pm 0,07b (58)	3,8 \pm 0,05b (57)	4,5 \pm 0,10b (57)	13,0 \pm 0,12b (57)
21/27	4,0 \pm 0,02c (57)	2,9 \pm 0,05c (57)	3,0 \pm 0,13c (57)	9,9 \pm 0,14c (57)
26/30	3,0 \pm 0,00d (45)	2,4 \pm 0,07d (42)	2,4 \pm 0,09d (42)	7,7 \pm 0,11d (42)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

No segundo instar, a diminuição de 7° e 3°C nas temperaturas noturnas e diurnas, respectivamente, provocou maior duração do segundo instar a 11°/21°C do que observada a 18°/24°C, sendo essa diferença de 2,0 dias. Houve uma variação de 0,9 dia entre 18°/24°C e 21°/27°C e de 0,5 dia entre as durações a 21°/27°C e a 26°/30°C. Verificou-se que temperaturas mais baixas e com maior amplitude entre a diurna e a noturna proporcionaram maior duração do estágio, corroborando as observações de Beck (1983). As durações desse instar, para *C. externa*, observadas por Albuquerque, Tauber e Tauber (1994), Figueira, Carvalho e Souza (2000) e Fonseca, Carvalho e Souza (2001), nas temperaturas constantes correspondentes às médias das temperaturas flutuantes de 18°/24°C, 21°/27°C e de 26°/30°C, apresentaram diferenças de, no máximo, 0,4 dias.

Contudo, a 11°/21°C, verificou-se redução de 34% a 42% na duração do estágio, confirmando as observações de Bryant, Bale e Thomas (1999) de que há uma tendência de insetos expostos a temperaturas flutuantes mais baixas em diminuir o tempo necessário para a mudança de instar.

Considerando o terceiro instar, a duração nas temperaturas flutuantes 11°/21°C foi cerca de 30% maior do que a obtida a 18°/24°C. Entre as demais combinações de temperaturas noturnas e diurnas testadas, as durações foram de 1,5 e 0,6 dias. Nesse instar verificaram-se as maiores reduções na duração, nas temperaturas flutuantes 11°/21°C, quando comparados às menores temperaturas constantes estudadas por Albuquerque, Tauber e Tauber (1994), Figueira, Carvalho e Souza (2000) e Fonseca, Carvalho e Souza (2001), que foram de 48%, 46% e 54%, respectivamente.

A duração da fase larval foi influenciada significativamente pelas temperaturas testadas, tendo, a 11°/21°C, sido constatados 6,6 dias a mais em relação a 18°/24°C. Nas demais temperaturas, a variação não ultrapassou 3,1 dias, encontrada em relação a essa última e 21°/27°C, demonstrando que houve um menor efeito desse fator para as demais faixas de temperaturas testadas. Maia, Carvalho e Souza (2000) também verificaram menor efeito das temperaturas constantes de 21° a 24°C sobre o desenvolvimento desses predadores. Assim, em temperaturas flutuantes mais baixas, o prolongamento no tempo de desenvolvimento foi mais acentuado do que aquele observado em temperaturas flutuantes mais altas. Além desse aspecto, as durações da fase larval a 11°/21°C apresentaram reduções de 12,6 e 16,9 dias em relação às observadas a 15°C, por Figueira, Carvalho e Souza (2000) e Fonseca, Carvalho e Souza (2001), respectivamente. As durações observadas por Figueira, Carvalho e Souza (2000), nas temperaturas constantes 21°, 24° e 27°C, foram próximas às obtidas nas temperaturas flutuantes de 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C, respectivamente, não tendo as diferenças ultrapassado 0,9 dias. Porém, Fonseca,

Carvalho e Souza (2001) verificaram, para larvas alimentadas com *S. graminum* a 21°, 24° e 27°C, durações 2,8; 1,0 e 2,0 dias superiores às obtidas nas temperaturas flutuantes 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C, respectivamente. Essas diferenças podem ser atribuídas à qualidade nutricional da presa oferecida ou a alguma variação entre as populações.

A duração da fase de pré-pupa a 11°/21°C foi o triplo da observada a 26°/30°C. A diferença entre as demais temperaturas foi de, no máximo, 1,4 dia e todos os tratamentos apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 3). As durações dessa fase a 11°/21°C foram 35,7% e 52,4% menores, quando comparadas às verificadas por Figueira, Carvalho e Souza (2000) e Fonseca, Carvalho e Souza (2001), respectivamente, nas temperaturas mais próximas às médias das utilizadas nesse experimento. Para as demais temperaturas constantes correspondentes às médias das flutuantes testadas, as diferenças não ultrapassaram 1,3 dia. Esse fato confirma as observações de Bryant, Bale e Thomas (1999) de que as temperaturas flutuantes mais baixas aceleram o desenvolvimento, quando comparado ao obtido quando as mesmas foram mantidas constantes.

Na fase de pupa, houve diferença significativa entre as durações, nas quatro combinações de temperaturas. Nas temperaturas flutuantes 11°/21°C, verificou-se um aumento de 6,5 dias em relação às de 18°/24°C e, entre as demais temperaturas, houve um aumento menor na duração da fase. Para as temperaturas mais elevadas, a variação em relação aos resultados obtidos por Figueira, Carvalho e Souza (2000) e Fonseca, Carvalho e Souza (2001) não ultrapassou 0,8 dias, porém, a 11°/21°C, houve redução de 9,1 e 8,3 dias, respectivamente, quando comparadas aos obtidos nas pesquisas citadas, a 15°C.

Tabela 3 Duração média, em dias (\pm EP), das fases de pré-pupa, pupa e dos períodos de pupa a pré-pupa e de larva à emergência do adulto *Chrysoperla externa*, em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Fases		Períodos	
	Pré-pupa	Pupa	Pré-pupa+Pupa	Larva-adulto
11/21	8,1 \pm 0,04a (60)	16,7 \pm 0,07a (60)	24,8 \pm 0,06a (60)	44,4 \pm 0,13a (60)
18/24	5,3 \pm 0,06b (57)	10,2 \pm 0,05b (56)	15,5 \pm 0,08b (56)	28,5 \pm 0,11b (56)
21/27	3,9 \pm 0,06c (56)	8,1 \pm 0,06c (56)	12,0 \pm 0,07c (56)	21,8 \pm 0,10c (56)
26/30	2,7 \pm 0,08d (41)	6,1 \pm 0,05d (39)	8,8 \pm 0,08d (39)	16,5 \pm 0,11d (39)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

A duração da fase de larva à emergência do adulto de *C. externa* apresentou diferenças significativas, quando mantida a 11°/21°C, 18°/24°C, 21°/27°C e 26°/30°C, tendo, para 11°/21°C, ocorrido um aumento de 15,9 dias na duração dessa fase em relação a 18°/24°C, o que representa um acréscimo de 35,8%. Contudo, aumentos nas temperaturas noturno-diurnas de 3° a 5°C, nas faixas acima de 18°/24°C, provocaram diminuições entre 5,3 e 6,7 dias. Os resultados observados confirmam aqueles obtidos por Figueira, Carvalho e Souza (2000) de que as larvas dessa espécie possivelmente são mais sensíveis a temperaturas constantes inferiores a 18°C e melhor adaptadas a uma condição climática com temperaturas médias mais elevadas.

No primeiro instar, as viabilidades variaram entre 100% e 95% de 11°/21°C a 21°/27°C e não diferiram significativamente entre si. Contudo, nas temperaturas flutuantes 26°/30°C, verificou-se mortalidade de 25% das larvas de *C. externa* significativamente diferente das demais temperaturas (Tabela 4). Esse resultado difere do obtido por Albuquerque, Tauber e Tauber (1994), no qual

não houve mortalidade nos estágios imaturos nas temperaturas constantes 15,6°, 18,3°, 21,1°, 23,9° e 26,7°C. Figueira, Carvalho e Souza (2000) também não verificaram diferenças significativas entre as viabilidades para o primeiro instar a 15°, 18°, 21°, 24°, 27° e 30°C, as quais podem ser atribuídas à utilização de diferentes populações, pelos autores.

Tabela 4 Viabilidade (%) dos instares e da fase larval de *Chrysoperla externa* em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Instares			Fase larval
	Primeiro	Segundo	Terceiro	
11/21	100,0a (60)	100,0a (60)	100,0a (60)	100,0a (60)
18/24	97,0a (60)	98,0a (58)	100,0a (57)	95,0a (60)
21/27	95,0a (60)	100,0a (57)	100,0a (57)	95,0a (60)
26/30	75,0b (60)	93,0a (45)	100,0a (42)	70,0b (60)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de CMP, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

No segundo instar não houve diferença significativa entre as viabilidades das larvas, variando de 93% a 100%. Esses resultados coincidem com os obtidos por Albuquerque, Tauber e Tauber (1994) e Figueira, Carvalho e Souza (2000).

Observou-se que todas as larvas *C. externa* completaram o terceiro instar nos quatro tratamentos, propiciando viabilidades de 100% em todas as combinações de temperaturas flutuantes. Albuquerque, Tauber e Tauber (1994) e Figueira, Carvalho e Souza (2000) também não observaram diferenças

significativas entre as viabilidades, demonstrando que, nesse instar, os insetos são menos sensíveis às temperaturas elevadas.

A fase larval apresentou viabilidades semelhantes nas temperaturas 11°/21°C, 18°/24°C e 21°/27°C, com porcentagens iguais ou superiores a 95%. A 26°/30°C, houve redução de 30% na viabilidade, diferenciando-a das demais, a qual foi consequência direta dos efeitos adversos observados no primeiro instar. Esses resultados diferem dos obtidos por Fonseca, Carvalho e Souza (2001), os quais verificaram diferenças significativas na viabilidade a 15°C. Nas temperaturas de 11°/21°C e, mesmo trabalhando com 60 larvas, todas alcançaram a fase adulta.

As viabilidades foram semelhantes, variando de 98% a 100% e de 95% a 100% nas fases de pré-pupa e pupa de *C. externa*, respectivamente, nas quatro combinações de temperaturas flutuantes (Tabela 5), sendo superiores às observadas por Fonseca, Carvalho e Souza (2001). Figueira, Carvalho e Souza (2000) detectaram 100% de viabilidade em todas as temperaturas na fase de pré-pupa, porém, na fase de pupa, a viabilidade foi de 61,1%, a 15°C, diferindo do presente estudo, no qual se verificou viabilidade de 100%, nessa fase, a 11°/21°C. Essas variações podem ser devido a diferenças entre as populações e também ao fato de as temperaturas constantes baixas causarem efeitos deletérios em algumas fases do desenvolvimento dos insetos. Considerando-se todo o período de pré-pupa a pupa, não houve diferença entre os tratamentos.

No que concerne à fase de larva à emergência do adulto, todos os insetos mantidos a 11°/21°C atingiram a fase adulta, propiciando viabilidade de 100%. As viabilidades foram semelhantes a 11°/21°C, 18°/24°C e 21°/27°C. Para as temperaturas 18°/24°C e 21°/27°C, a viabilidade foi de 93%. Contudo, nas temperaturas mais elevadas (26°/30°C), verificou-se 35% de mortalidade.

Tabela 5 Viabilidade (%) das fases de pré-pupa e pupa e dos períodos de pupa a pré-pupa e de larva à emergência do adulto de *Chrysoperla externa* em quatro combinações de temperaturas noturno-diurnas e fotofase de 12 horas.

Temperaturas noturnas/diurnas (°C)	Fases		Períodos	
	Pré-pupa	Pupa	Pré-pupa+Pupa	Larva-adulto
11/21	100,0a (60)	100,0a (60)	100,0a (60)	100,0a (60)
18/24	100,0a (57)	98,0a (57)	98,0a (57)	93,0a (60)
21/27	98,0a (57)	100,0a (56)	98,0a (57)	93,0a (60)
26/30	98,0a (42)	95,0a (42)	92,0a (42)	65,0b (60)

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de CMP, a 5% de significância. Valores entre parênteses indicam o número de observações.

A fase crítica para *C. externa*, nessas temperaturas, foi o primeiro instar, no qual 25% das larvas morreram. Essa mortalidade afetou a viabilidade da fase larval e de larva à emergência do adulto, proporcionando viabilidades de 70% e 65%, respectivamente. Esses resultados diferenciam dos obtidos por Figueira, Carvalho e Souza (2000) e Fonseca, Carvalho e Souza (2001), os quais verificaram viabilidades inferiores a 15°C, quando comparadas à obtida a 11°/21°C. Albuquerque, Tauber e Tauber (1994) não verificaram mortalidade em nenhum dos estágios imaturos, nas temperaturas constantes 15,6°, 18,3°, 21,1°, 23,9° e 26,7°C.

Pelos resultados do presente estudo verifica-se que as temperaturas adequadas para a manutenção da fase jovem de *C. externa* são de 21° e 27°C, associadas, respectivamente, à escotofase e à fotofase, uma vez que propiciaram curto tempo de desenvolvimento e alta viabilidade. Contudo, em condições de escassez de alimento, as larvas podem ser mantidas em temperaturas mais baixas, sem prejuízos na viabilidade em seus instares e fases. Além disso, é

necessária uma atenção especial para a liberação dessa espécie na fase de ovo e no primeiro instar, em períodos quentes, uma vez que demonstrou certa fragilidade a temperaturas mais altas, sendo necessários outros estudos para elucidar esse fato.

4 CONCLUSÕES

As temperaturas flutuantes afetam significativamente *C. externa* com redução na duração dos instares, da fase larval, de pré-pupa, pupa e de larva à emergência do adulto, com o aumento das combinações de temperaturas.

A combinação de temperaturas 26°/30°C provoca mortalidade larval, principalmente no primeiro instar.

As temperaturas flutuantes mais adequadas para a manutenção da fase jovem de *C. externa* são 21°/27°C, por proporcionarem curto período de desenvolvimento e viabilidade de 93%.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potencial for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 8-13, Mar. 1994.

AUAD, A. M. et al. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) alimentados com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 429-432, set. 2001.

_____. Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) em diferentes densidades de *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 15-18, mar. 2003.

BECK, S. D. Insect thermoperiodism. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 28, p. 91-108, 1983.

BIASE, N. G. **Inferência sobre proporções binomiais**: testes frequentistas e bayesianos. 2009. 152 p. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

BRODEUR, J.; CLOUTIER, C.; GILLESPIE, D. Higher-order predators in greenhouse systems. **Bulletin of International Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford, v. 25, n. 1, p. 33-36, May 2002.

BRYANT, S. R.; BALE, J. S.; THOMAS, C. D. Comparison of development and growth of nettle-feeding larvae of Nymphalidae (Lepidoptera) under constant and alternating temperature regimes. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 96, n. 2, p. 143-148, June 1999.

BUENO, A. F.; FREITAS, S. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions.

BioControl, Dordrecht, v. 49, n. 3, p. 277-288, June 2004.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos.

In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas**. Lavras: UFLA, 2009. p. 77-116.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTOS, T. M. Predation capacity and reproduction potencial of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuropera,

Chrysopidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) eggs. **Acta Zoologica Fennica**, Helsinki, v. 209, p. 83-86, May 1998.

COSTA, R. I. F. et al. Duração e viabilidade das fases pré-imaginais de

Chrysoperla externa (Hagen) alimentadas com *Aphis gossypii* Glover e *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 353-357, 2002.

FIGUEIRA, L. K.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 319-326, abr./jun. 2000.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M. Relação predador: presa de *Chrysoperla*

externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) para o controle do pulgão-verde em genótipos de sorgo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 447-450, jul./ago. 2004.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)

(Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 251-263, mar./abr. 2001.

FREITAS, S. de. *Chrysoperla* Steinmann, 1964 (Neuroptera: Chrysopidae): descrição de uma nova espécie do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 385-387, 2003.

MAIA, W. J. M. S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 81-86, jan./mar. 2000.

PENNY, N. D. A guild to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, Sacramento, v. 53, n. 2, p. 161-457, Oct. 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing, reference index. Version 2.8.0. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

SANTANA, A. G. **Biologia e tabela de vida de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) e de *Frankliniella occidentalis* (Pergante, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) em temperaturas alternantes**. 2009. 119 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SILVA, G. A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 682-698, jul./ago. 2002.

SILVA, R. A. et al. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 8-14, jan./fev. 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, evidenciou-se que as temperaturas flutuantes diurnas e noturnas, associadas à fotofase e à escotofase, respectivamente, afetam os aspectos biológicos do pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) e dos seus predadores *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861).

Nesse contexto, como as temperaturas flutuantes são condições mais próximas das reais, os resultados obtidos podem auxiliar o estabelecimento de estratégias de controle biológico, desde a escolha do inimigo natural apropriado até a sua criação, liberação e avaliação.