



ANA MARIA CALIXTO PEREIRA

**BIOLOGIA DE *Geocoris punctipes* (SAY, 1832)
(HEMIPTERA: GEOCORIDAE) SOBRE OVOS
DE *Anagasta kuehniella* (ZELLER)
(LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EM REGIMES
DE TEMPERATURA ALTERNANTES E
CONSTANTES**

LAVRAS - MG

2011

ANA MARIA CALIXTO PEREIRA

**BIOLOGIA DE *Geocoris punctipes* (SAY, 1832) (HEMIPTERA:
GEOCORIDAE) SOBRE OVOS DE *Anagasta kuehniella* (ZELLER)
(LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EM REGIMES DE TEMPERATURA
ALTERNANTES E CONSTANTES**

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

Orientadora

Dra. Vanda Helena Paes Bueno

LAVRAS - MG

2011

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

Pereira, Ana Maria Calixto.

Biologia de *Geocoris punctipes* (Say, 1832) (Hemiptera: Geocoridae) sobre ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) em regimes de temperatura alternantes e constantes / Ana Maria Calixto Pereira. – Lavras : UFLA, 2011.
64 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.
Orientador: Vanda Helena Paes Bueno.
Bibliografia.

1. Parâmetros biológicos. 2. Fator abiótico. 3. Predador. 4. Presa.
5. Controle biológico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.754

ANA MARIA CALIXTO PEREIRA

**BIOLOGIA DE *Geocoris punctipes* (SAY, 1832) (HEMIPTERA:
GEOCORIDAE) SOBRE OVOS DE *Anagasta kuehniella* (ZELLER)
(LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EM REGIMES DE TEMPERATURA
ALTERNANTES E CONSTANTES**

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

APROVADA em 25 de fevereiro de 2011.

Prof. Joop C. van Lenteren Wageningen University - Holanda

Dra. Simone Martins Mendes EMBRAPA

Dra. Vanda Helena Paes Bueno
Orientadora

LAVRAS - MG

2011

A Deus Caminho, Verdade e Vida

AGRADEÇO

Aos meus pais, Francisco e Delminda,

E ao meu irmão, Odirlei

Por todo amor, apoio, compreensão e carinho

Durante todos os momentos de minha vida.

DEDICO

Ao meu esposo José Márcio,

Pelo amor, carinho e companheirismo em todos os
momentos desta realização.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade concedida para a realização do curso de Mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos.

À Profa. Vanda Helena Paes Bueno pela orientação, amizade, confiança e atenção durante a realização deste trabalho.

Aos Membros da banca, Dra. Simone Martins Mendes e Prof. Joop C. van Lenteren, pela presença e sugestões para este trabalho.

Às Pesquisadoras Dra. Alessandra Carvalho Silva e Dra. Lívia Mendes de Carvalho, pela amizade, apoio e sugestões para este trabalho.

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

Aos amigos do Laboratório de Controle Biológico, Flávio, Daniela, Ludmila, Juracy, Lívia, Diego, em especial, Flávio, Daniela e Ludmila, pela amizade e ajuda na condução do experimento.

Aos amigos e colegas de curso, Ludmila, Fabíola, Marlice, Lívia, Lucas, Jander, Marcelo, Bruno, Roberta, Roberto, Ana Carolina, Patrícia pela convivência e bons momentos.

Ao Doutorando Juracy Caldeira Lins Jr. pelas sugestões e auxílio na condução deste trabalho.

Ao Doutorando Alexandre dos Santos pelas análises estatísticas, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Elaine, Viviane Júlio, Irene, Fábio, Lisiane, Roseni, Léa, e especialmente a Nazaré, pela amizade, convivência e auxílio na condução dos experimentos.

Enfim, aos meus familiares e todos que contribuíram de forma especial para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO GERAL

Regimes de temperatura alternantes e constantes podem influenciar os parâmetros biológicos de inimigos naturais, assim, conseqüentemente o sucesso de programas de controle biológico. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes regimes de temperatura alternantes (21/11°C, 30/26°C) e constantes (16,8°C, 28,3°C), no desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e no crescimento populacional do predador *Geocoris punctipes* (Say, 1832). As ninfas de *G. punctipes* apresentaram cinco ínstares em todas as temperaturas avaliadas. A duração dos ínstares e o desenvolvimento ninfal foram mais longos nas baixas temperaturas 16,8°C e 21/11°C. A taxa de sobrevivência ninfal do predador foi menor nos regimes de baixa temperatura (16,8°, 21/11°C) (11,6% e 15,4%, respectivamente). Não houve diferença significativa na razão sexual de *G. punctipes* mantido sob os diferentes regimes de temperatura avaliados. Fêmeas mantidas nas temperaturas mais altas (28,3°C, 30/26°C) apresentaram períodos de pré-oviposição mais curtos (3,4 e 3,1 dias, respectivamente), quando comparadas àquelas expostas em temperaturas mais baixas. O período de oviposição foi mais longo para fêmeas mantidas nas baixas temperaturas, tanto na alternante 21/11°C (74,8 dias) como na constante 16,8°C (68,6 dias) comparada aquelas dos regimes de temperaturas mais altas. As fecundidades diária e total foram maiores nas altas temperaturas (28,3°C, 30/26°C). Os parâmetros estimados pela tabela de vida de fertilidade (m_x , l_x , r_m , R_0 , λ , T e TD) foram influenciados pelas baixas temperaturas, apresentando melhores resultados nas altas temperaturas. O melhor desempenho tanto biológico como de crescimento populacional de *G. punctipes* foi observado nas temperaturas mais altas (30/26°C – alternante e 28,3°C – constante), demonstrando que a espécie possui melhor adaptação em condições ou áreas onde predominam temperaturas entre 26°C e 30°C.

Palavras-chave: Predador. Temperatura. Controle biológico.

GENERAL ABSTRACT

The alternating and constant temperature regimes may influence the biological and growth parameters of natural enemies, so the success of biological control programs. The objective of this work was evaluate effects of alternating and constant temperature regimes (21/11°C, 30/26°C, 16.8 °C and 28.3 °C), on the developmental time, survival, reproduction and population growth of the predator *Geocoris punctipes* (Say, 1832). Nymphs of *G. punctipes* had five instars at all temperatures evaluated. The nymphal development and the duration of the instars of *G. punctipes* were longer at low temperatures (16.8°C and 21/11°C). The nymphal survival rate was lower in low temperature regimes (16.8°C, 21/11°C) (11.6% e 15.4%, respectively). Sex ratio of *G. punctipes* didn't show significance under different temperature regimes. Females kept at higher temperatures (28.3°C, 30/26°C) showed pre-oviposition period shorter (3.4 and 3.1 days, respectively) compared to those exposed at lower temperatures. The oviposition period was longer for females reared at low temperatures in both alternating 21/11°C (74.8 days) and constant 16.8°C (68.3 days) compared to those on higher temperatures. The daily and total fecundity were higher in high temperatures. The parameters estimated by the fertility life table (m_x , l_x , r_m , R_0 , λ , T and TD) were influenced by low temperatures, showing better results in high temperatures. The best biological and population growth performance of *G. punctipes* was observed at higher temperatures (30/26°C, 28.3°C), showing that species are better adapted to conditions or areas with temperatures between 26°C and 30°C.

Keywords: Predator. Temperature. Biological control.

SUMÁRIO

	CAPITULO 1 INTRODUÇÃO GERAL	10
1	INTRODUÇÃO	10
	REFERÊNCIAS	12
	CAPÍTULO 2 DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE <i>Geocoris punctipes</i> (SAY, 1832) (HEMIPTERA: GECORIDAE) SOBRE OVOS DE <i>Anagasta kuehniella</i> (ZELLER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EM REGIMES DE TEMPERATURA ALTERNANTES E CONSTANTES.....	14
1	INTRODUÇÃO	16
2	MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1	Obtenção e criação de <i>Geocoris punctipes</i> (Say)	18
2.2	Regimes de temperatura alternantes e constantes.....	19
2.3	Desenvolvimento e sobrevivência de <i>G. punctipes</i>	20
2.4	Análise dos dados.....	21
3	RESULTADOS	22
4	DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÃO.....	27
	REFERÊNCIAS	28
	CAPÍTULO 3 REPRODUÇÃO E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE <i>Geocoris punctipes</i> (SAY, 1832) (HEMIPTERA: GECORIDAE) SOBRE OVOS DE <i>Anagasta</i> <i>Kuehniella</i> (ZELLER) EM REGIMES DE TEMPERATURA ALTERNANTES E CONSTANTES	37
1	INTRODUÇÃO	39
2	MATERIAL E MÉTODOS	41
2.1	Obtenção e criação de <i>Geocoris punctipes</i> (Say)	41
2.2	Regimes de temperatura alternante e constante.....	42
2.3	Parâmetros reprodutivos e de crescimento de <i>G. punctipes</i>	43
2.4	Análise dos dados.....	43
3	RESULTADOS	45
4	DISCUSSÃO	48
5	CONCLUSÃO.....	53
	REFERÊNCIAS	54
	ANEXOS	58

CAPITULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

Os predadores têm se destacado como importantes componentes dos agroecossistemas, e com possibilidades de serem efetivos agentes de controle biológico. Segundo Albajes e Alomar (1999) em áreas tropicais e subtropicais, inimigos naturais que são capazes de impedir o movimento de pragas, podendo atuar como barreiras ecológicas limitando ou atrasando o crescimento populacional de insetos polívoros. Neste aspecto, colonizadores cíclicos, que na maioria são predadores generalistas, podem ser particularmente úteis. A espécie *Geocoris punctipes* (Say) (Hemiptera: Geocoridae) é um predador generalista encontrado em diversas culturas nos Estados Unidos e também em outros países. São predadores vorazes de afídeos, moscas brancas, larvas de coleópteros, ovos e larvas de lepidópteros (CROCKER; WHITCOMB, 1980), e estudos tem demonstrado seu potencial como agente de controle biológico (BUENO; ZANUNCIO, 2009; ELVIN; STIMAC; WHITCOMB, 1983; LINGREN; RIDGEWAY; JONES, 1968; RICHMAN; HEMENWAY; WHITCOMB, 1980; WADDILL; SHEPARD, 1974).

Em ambientes protegidos, tanto os predadores e/ou parasitóides como as pragas são expostos e reagem de formas diferentes, de acordo com as condições climáticas e o tipo de cultura, quanto aos diferentes aspectos de sua biologia (JACKOBSEN et al., 2005). As variações e/ou flutuações de temperatura são mais frequentes em regiões tropicais e subtropicais (BUENO, 2005), significando que o inseto é submetido a uma temperatura diurna e a outra noturna.

Segundo Hallman e Delinger (1998), as pragas e os inimigos naturais sobrevivem e se reproduzem ao longo de uma ampla faixa de temperatura, mas

eles o fazem em diferentes níveis de temperatura. Portanto, o conhecimento do ciclo de vida, assim como dos parâmetros de crescimento, e da influência da temperatura sobre os insetos, seja constante ou alternante, são fundamentais para estimativas do sucesso de programas de controle e planejamento de liberações com inimigos naturais. Para se compreender melhor a distribuição e abundância dos mesmos, o método comumente utilizado é a determinação de Tabelas de vida de fertilidade, que auxiliam na tomada de decisão quanto ao melhor manejo das pragas (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006). A taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) em laboratório pode ser determinada sob várias condições como quantidade de alimento, temperatura, fotoperíodo e umidade (BOSCH, 1982).

A compreensão da relação existente entre as variações de temperatura e os parâmetros biológicos dos inimigos naturais é essencial para avaliar sua dinâmica populacional e a interação com sua presa/hospedeiro, importante em termos da aplicação do controle biológico.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes regimes de temperatura (alternante e constante) no desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e no crescimento populacional do predador *G. punctipes*.

REFERÊNCIAS

- ALBAJES, R.;ALOMAR, O. Current and potential use of polyphagous predators. In: ALBAJES, R. et al. (Ed.). **Integrated pest and disease management in greenhouse crops**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1999. p. 265-275.
- BOSCH, R. van den. An introduction to biological control. In: _____. **Life table analysis in population ecology**. Albany: Plenum, 1982. p. 95-115.
- BUENO, V. H. P. Controle biológico de tripes: pragas sérias em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n.225, p. 31-39, 2005.
- BUENO, V. H. P.; ZANUNCIO, J. C. Percevejos predadores (Heteroptera). In: PANIZZI, A. R. , PARRA, J. R. P.. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. v. 1, p. 875-930.
- CROCKER, R. L.; WHITCOMB, W. H. Feeding niches of the big-eyed bugs *Geocoris bullatus*, *G. punctipes* and *G. uliginosus* (Hemiptera: Lygaeidae: Geocorinae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 9, n. 5, p. 508-513, Oct. 1980.
- ELVIN, M. K.; STIMAC, J. L.; WHITCOMB, W. H. Estimating rates of arthropod preparation on velvet-bean caterpillar larvae in soybeans. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 66, n. 3, p. 320-330, Sept. 1983.
- HALLMAN, G. J.; DELINGER, D. L. Introduction: temperature sensitivity and integrated pest management. In: _____. **Temperature sensitivity in insects and application in integrated management**. Boulder: Westview, 1998. p. 1-5. Disponível em: <<http://pestdata.nesc.edu/ipmtext/cap1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2009.
- JAKOBSEN, L. et al. The influence of a dynamic climate on pests, diseases and beneficial organisms: recent research. **Bulletin of International Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford., v. 28, n.1, p. 127-134, Jan. 2005.

LINGREN, P. D.; RIDGEWAY, R. L.; JONES, S. L. Consumption by several common arthropod predators of eggs and larvae of two *Heliothis* species that attack cotton. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 61, p. 613-618, 1968.

RICHMAN, D. B.; HEMENWAY, R. C.; WHITCOMB, W. H. Field cage evaluation of predators of the soybean looper, *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 9, n. 3, p. 315-317, June 1980.

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

WADDILL, V.; SHEPARD, M. Potential of *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae) and *Nabis* spp. (Hemiptera: Nabidae) as predators of *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Entomophaga**, Paris, v. 19, p. 421-426, 1974.

CAPÍTULO 2 DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE *Geocoris punctipes* (SAY, 1832) (HEMIPTERA: GEOCORIDAE) SOBRE OVOS DE *Anagasta kuehniella* (ZELLER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EM REGIMES DE TEMPERATURA ALTERNANTES E CONSTANTES

RESUMO

As temperaturas alternantes e constantes podem influenciar os processos biológicos e fisiológicos dos inimigos naturais e, assim, o sucesso em programas de controle biológico. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de temperaturas alternantes e constantes no desenvolvimento e sobrevivência do predador *Geocoris punctipes* (Say, 1832). Os testes foram conduzidos em câmaras climatizadas nos regimes de temperatura alternante 21/11°C e 30/26°C e suas respectivas constantes 16,8°C e 28,3°C, UR de 70± 10% e fotofase de 14h. Para cada regime de temperatura foram usadas 100 ninfas recém-eclodidas de *G. punctipes*, as quais foram individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo algodão umedecido (umidade) e ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (alimento), onde permaneceram até se tornarem adultos. As ninfas de *G. punctipes* apresentaram cinco ínstaes em todas as temperaturas avaliadas. A duração dos ínstaes e o do desenvolvimento ninfal foi mais longa nas baixas temperaturas 16,8°C e 21/11°C. Não houve diferença significativa na duração dos ínstaes a 28,3°C e 30/26°C. A taxa de sobrevivência ninfal do predador foi menor nos regimes de baixa temperatura (16,8°C, 21/11°C). Não houve diferença significativa na razão sexual de *G. punctipes* mantido sob os diferentes regimes de temperatura avaliados. Os resultados indicam que baixas e altas temperaturas, tanto no regime constante como no alternante influenciam o desenvolvimento e a sobrevivência de *G. punctipes*. Faixas de temperatura entre 26°C e 30°C proporcionam melhores condições de adaptação para *G. punctipes*.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Predador. Sobrevivência. Controle biológico.

ABSTRACT

The alternating and constant temperature regimes may influence the biological and physiological processes of natural enemies and thus the success on biological control programs. The aimed of this study was to evaluate the effect of alternating and constant temperature regimes on the developmental time and survival of *Geocoris punctipes* (Say, 1832). Tests were carried out in climate chambers in alternating and constant temperature regimes 21/11°C, 30/26°C, 16.8°C and 28.3°C, RH 70 ± 10% and 14h photophase. For each temperature regime were used 100 newly-hatched nymphs of *G. punctipes*. Nymphs were kept individually in Petri dishes (5 cm diameter) containing moistened cotton (moisture) and *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (food), and remained in the plates until they become adults. Nymphs of *G. punctipes* had five instars at all temperatures evaluated. The instars duration and nymphal development of *G. punctipes* were longer at low temperatures 16.8°C and 21/11°C. There was no significant difference in the duration of instars at 28.3°C and 30/26°C. The nymphal survival rate was lower in low-temperature regimes. There was no significant difference in sex ratio of *G. punctipes* kept under different temperature regimes evaluated. The results indicate that the low and high temperatures either alternating or constant influence the developmental time and survival of *G. punctipes*. Temperature ranges between 26°C and 30 °C provide better adaptation to *G. punctipes*.

Keywords: Development. Predator. Survival. Biological control.

1 INTRODUÇÃO

Taxas de desenvolvimento em espécies pecilotérmicas como os insetos são dependentes da temperatura, porque influencia inúmeros processos fisiológicos desses organismos (TRUDGILL et al. 2005). Variações na temperatura podem ser fatores desencadeadores de *stress* que tendem a afetar esses processos principalmente quando existem variações de temperatura, ou seja, quando a temperatura varia durante 24 horas por dia, como no ambiente natural (BECK, 1983). O desenvolvimento de imaturos e subsequente o tamanho de adultos podem ocorrer em resposta a mudanças em seu ambiente (PIGLIUCCI, 2005; SISODIA; SINGH, 2002). Particularmente em ambientes protegidos, variações de temperatura no mesmo dia são freqüentes (JACKOBSEN et al., 2005), significando que o inseto é submetido a uma temperatura diurna e a outra noturna. Já em sistemas de criação massal em laboratório, geralmente são mantidos em temperaturas constantes (BUENO, 2009), o que pode refletir em problemas de adaptação quanto ao estabelecimento em novos ambientes.

Geocoris spp. estão entre os predadores heterópteros bastante abundantes e importantes em muitos agroecossistemas. Particularmente a espécie *Geocoris punctipes* (Say) (Hemiptera: Geocoridae) é encontrada em diversos cultivos nos Estados Unidos e também em outros países, predando afídeos, moscas brancas, larvas de coleópteros, ovos e larvas de lepidópteros (CROCKER; WHITCOMB, 1980), além de ninfas de *Lygus*. Trabalhos têm demonstrado possibilidades de seu potencial como agente de controle biológico (BUENO; ZANUNCIO, 2009; ELVIN; STIMAC; WHITCOMB, 1983; RICHMAN; HEMENWAY; WHITCOMB, 1980; SWEET, 2000), e também a comercialização em pequena escala de *G. punctipes* na América do Norte (BUENO; LENTEREN, 2011). No Brasil, não existem trabalhos sobre a

biologia desse predador, sendo somente relatada a ocorrência de *Geocoris* sp. em cultivos de soja, algodão, milho, tomate (BRONDANI et al., 2008; PARRA et al., 2002).

Assim, como a mudança da temperatura média e a frequência de eventos extremos podem ter forte impacto sobre a população de pragas e de inimigos naturais interferindo entre outros no desenvolvimento, sobrevivência, distribuição local e geográfica (BALE, 2002; HOFFMANN et al., 2008; PORTER; PARRY; CARTER, 1991), avaliar se condições de regimes de temperatura alternantes ou constantes e/ou de altas e baixas temperaturas afetam o desenvolvimento e sobrevivência de *G. punctipes*, poderá ser útil e auxiliar tanto na otimização de sua criação em laboratório, como para o conhecimento da resposta quanto ao crescimento populacional e conseqüente estabelecimento principalmente em ambientes de casas de vegetação. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de regimes de temperaturas alternantes (diurnas/noturnas) e constantes no desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *G. punctipes*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção e criação de *Geocoris punctipes* (Say)

Insetos adultos foram coletados no período de outubro de 2009 a março de 2010 em plantas de caruru *Amaranthus viridis* L. no campus da UFLA em Lavras/MG, localizada a 21° 14'S, 45° 00'W e 918m de altitude. As plantas foram cortadas com auxílio de uma tesoura e levadas em sacos plásticos para o laboratório. No laboratório, por meio do método da batida (*tapping method*), ou seja, através de batidas leves nas inflorescências em cima de uma bandeja branca, os insetos foram desalojados das plantas. Tão logo eram visualizados foram coletados com o auxílio de um sugador manual, para sua posterior triagem e separação. Com o auxílio de uma chave de identificação proposta por Mead (2008), sob microscópio estereoscópico, foi feita a identificação da espécie *G. punctipes*.

Adultos de *G. punctipes* foram colocados em recipientes de vidro (1,7 litros) contendo papel toalha picado, inflorescências de caruru acondicionadas em tubo de vidro (10 mL), com água (fonte de umidade) e ovos de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) (alimento), de acordo com metodologia modificada de Bueno (2009). Tanto o papel toalha quanto as inflorescências de caruru serviram como substrato de oviposição as fêmeas do predador. Esses substratos foram avaliados diariamente sob microscópio estereoscópico quanto à presença de ovos, e transferidos para placas de Petri (20 cm de diâmetro) contendo algodão umedecido (manutenção da umidade) e ovos de *A. kuehniella* (alimento) para o desenvolvimento das ninfas até a fase adulta. Estes recipientes foram manuseados duas vezes/semana para adição do alimento

e umedecimento do algodão. Os adultos foram retirados das placas de Petri por meio de um aparelho de sucção (compressor de ar, modelo 089/CA, marca Fanem) e colocados novamente em recipientes de vidro (1,7 litros) em número médio de 50 indivíduos/pote (ao acaso). Assim iniciou-se a criação de manutenção de *G. punctipes* no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), a qual foi mantida sob temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotoperíodo 14L:10E. Dessa criação foram retirados os ovos utilizados na condução do experimento (6ª geração).

2.2 Regimes de temperatura alternantes e constantes

Foram utilizados dois regimes de temperatura, um alternante e outro constante, sendo que em cada um deles foram avaliadas duas baixas e duas altas temperaturas. As temperaturas alternantes utilizadas no experimento foram definidas a partir dos dados de temperaturas médias, máximas e mínimas, diurnas e noturnas, coletados diariamente no interior de casas de vegetação com cultivo de rosas, no sítio Reijers, município de Andradas, estado de Minas Gerais, localizado a $22^{\circ} 04' 05''\text{S}$ e $46^{\circ} 34' 09''\text{W}$, 920m de altitude. Essas temperaturas foram agrupadas formando-se as combinações de temperatura diurna-noturna, caracterizando as estações do ano: 21/11°C (inverno), 24/18°C (outono), 27/21°C (primavera) e 30/26°C (verão). As temperaturas médias constantes correspondentes a essas combinações foram 16,8°C, 21,5°C, 24,5°C e 28,3°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) (fotoperíodo 14L:10E). Essas temperaturas foram obtidas a partir do cálculo de média ponderada, utilizando-se da fórmula: $TM = (Td \times Fd) + (Tn \times Fn) / \Sigma F$, sendo, **TM**: temperatura média, **Td**: temperatura diurna, **Tn**: temperatura noturna, **Fd**: fotoperíodo diurno, **Fn**: fotoperíodo noturno, ΣF : somatório dos fotoperíodos. Foram avaliados neste estudo os parâmetros de

desenvolvimento e sobrevivência nas temperaturas 16,8°C, 21/11°C, 28,3°C e 30/26°C ($\pm 1^\circ\text{C}$).

O experimento foi conduzido em câmaras climatizadas com umidade relativa de $70\pm 10\%$, onde as mais altas temperaturas, ou seja, as diurnas foram associadas com a fotofase de 14 horas e as mais baixas, as noturnas, com a escotofase de 10h. As temperaturas constantes também foram associadas com o fotoperíodo 14L: 10E.

2.3 Desenvolvimento e sobrevivência de *G. punctipes*

Ovos de *G. punctipes* com até 24h de idade, obtidos da criação de manutenção, foram individualizados em placas de Petri (20 cm de diâmetro) contendo um pedaço de algodão umedecido para evitar a dessecação dos mesmos. Essas placas foram mantidas em câmaras climatizadas, em cada uma das diferentes combinações avaliadas de temperaturas alternantes (diurna/noturna) e nas constantes até a eclosão das ninfas. Para cada temperatura foram usadas 100 ninfas recém-eclodidas de *G. punctipes*. Essas ninfas foram individualizadas em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo ovos de *A. kuehniella* (alimento) *ad libitum* e um chumaço de algodão umedecido com água destilada, e mantidas nas temperaturas alternantes 21/11°C e 30/26°C e nas constantes 16,8°C e 28,3°C. A água e o alimento foram fornecidos a cada dois dias. Diariamente foram registradas a presença/ausência de exúvias e a mortalidade das ninfas, avaliando-se o número e a duração dos instares, a sobrevivência em cada instar, o período de desenvolvimento e a sobrevivência ninfal.

Foi avaliada a razão sexual de 11, 15, 46 e 50 adultos, para os regimes de temperatura 16,8°C, 21/11°C, 28,3°C e 30/26°C, respectivamente.

2.4 Análise dos dados

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Para cada temperatura, as médias foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ANOVA, utilizando-se o software estatístico R Development Core Team (2009).

O período ninfal foi analisado, por meio de análise de sobrevivência quanto ao tempo de permanência em cada instar independente do sexo. A curva de permanência em cada instar (duração) foi calculada por meio do estimador não paramétrico de Kaplan-Meier, e estimado o tempo mediano de duração de cada instar. Esse tempo foi obtido, traçando-se uma reta paralela ao eixo x (tempo de vida), partindo de 0,5 de permanência naquele instar (eixo y), até a interceptação com as curvas de duração do instar. O ponto de encontro plotado no eixo x corresponde ao tempo mediano de vida. Esse tempo corresponde ao valor no qual 50% dos indivíduos de uma amostra passam pelo evento de interesse, que no caso, se refere à mudança de instar ou fase, de acordo com metodologia proposta por Colosimo & Giolo (2006).

Para avaliação da razão sexual de *G. punctipes* foi utilizado o teste Qui-quadrado ao nível de 5% de significância.

3 RESULTADOS

As ninfas de *G. punctipes* apresentaram cinco ínstaes nos diferentes regimes de temperaturas avaliados, alternantes (21/11°C, 30/26°C) ou constantes (16,8°C, 28,3°C). Foi observada maior duração de todos os ínstaes do predador a 16,8°C e 21/11°C, quando comparado com as demais temperaturas avaliadas (Tabela 1). Não houve diferença significativa na duração dos ínstaes a 28,3°C e 30/26°C. O desenvolvimento ninfal de *G. punctipes* foi mais longo, 89,7 e 84,4 dias, respectivamente, nas baixas temperaturas 16,8°C e 21/11°C. Nas temperaturas 28,3°C e 30/26°C esse desenvolvimento foi de 23,3 e 21,7 dias, respectivamente (Tabela 1).

Ninfas de *G. punctipes* apresentaram um tempo mediano de vida mais longo nos regimes de baixa temperatura, constante ou alternante, ou seja, houve um prolongamento desse tempo para que 50% das ninfas mudassem de um ínstar para outro ínstar (Figuras 1, 2 e 3). Já nos regimes de alta temperatura, ocorreu uma redução nesse tempo. Em quatro dias metade das ninfas do primeiro, terceiro e quarto ínstaes sob as temperaturas 28,3°C e 30/26°C passaram para o ínstar seguinte. Cinco dias foram suficientes para que 50% das ninfas do quinto ínstar se tornassem adultos, evidenciando assim o efeito positivo das altas temperaturas ao predador (Figuras 1, 2 e 3).

Observou-se que houve influência das diferentes temperaturas avaliadas nas percentagens de sobrevivência em todos os ínstaes e na fase ninfal. Nas baixas temperaturas, a sobrevivência foi menor para todos os ínstaes quando comparada com aquela referente às altas temperaturas (Tabela 2). A sobrevivência na fase ninfal também foi menor nas baixas temperaturas. A 16,8°C, a sobrevivência ninfal foi 11,6% e a 21/11°C de 15,4% (Tabela 2). Nas temperaturas 16,8°C e 21/11°C, a percentagem de sobrevivência das ninfas de quinto ínstar de *G. punctipes* foi menor em relação às ninfas de outros ínstaes

mantidas na mesma temperatura. A 30/26°C e 28,3°C a percentagem de sobrevivência foi maior no primeiro, segundo e terceiro ínstars (Tabela 2). O ínstar mais sensível a baixas temperaturas (16,8°C, 21/11°C) foi o quinto ínstar. Já a 28,3°C e 30/26°C, a maior mortalidade das ninfas ocorreu nos quarto e quinto instares.

A razão sexual expressa pela proporção de fêmeas de *G. punctipes* foi de 0,54; 0,46; 0,48 e 0,48, para 16,8°C, 21/11°C, 28,3°C e 30/26°C, respectivamente.

4 DISCUSSÃO

Regimes de temperatura constante ou alternante influenciaram diretamente o desenvolvimento de *G. punctipes*. As ninfas deste predador apresentaram cinco ínstars nos diferentes regimes de temperaturas avaliados, alternantes (21/11°C, 30/26°C) ou constantes (16,8°C, 28,3°C), estando de acordo com estudos referentes às espécies do gênero *Geocoris* quando submetidas a temperaturas constantes (CHAMPLAIN; SHOLDT, 1966, 1967a, 1967b; COHEN, 1985).

Quando expostos às baixas temperaturas, 16,8°C e 21/11°C, houve um prolongamento na duração dos ínstars e conseqüentemente na duração do período ninfal de *G. punctipes*. Provavelmente isto ocorreu devido ao efeito do resfriamento provocado pela exposição às baixas temperaturas, o que de acordo com Roy, Brodeur e Cloutier (2002), afeta principalmente o desenvolvimento dos insetos, os quais apresentam redução da taxa metabólica e conseqüentemente um desenvolvimento mais lento em função deste efeito.

Por outro lado, o predador foi influenciado positivamente pelas altas temperaturas, alternante ou constante a que foi exposto durante o seu desenvolvimento. Os valores correspondentes para a duração dos ínstars nas altas temperaturas neste estudo foram similares aos reportados para a espécie *Geocoris floridanus* Blatchley a 26°C (3 a 7 dias) (TORRES; SILVA-TORRES; RUBERSON, 2004), e para *Geocoris lubra* Kirkaldy, (3 a 8 dias) a 27°C (MANSFIELD et al., 2007). Também o período ninfal de *G. punctipes* nas altas temperaturas foi semelhante ao valor apresentado por Torres, Silva-Torres e Ruberson (2004) para *G. floridanus* (21,1 dias).

A mortalidade de ninfas em todos os ínstars do predador foi maior com a diminuição da temperatura, ou seja, acima de 85%. Bowler e Terblanche (2008) mencionam que insetos expostos a baixas temperaturas têm sua

respiração e circulação afetadas, podendo ocorrer rompimento dos vasos sanguíneos, interrompendo o acesso de oxigênio e outros nutrientes essenciais para a sobrevivência das células. Isto também pode explicar a alta mortalidade ocorrida neste estudo com o predador *G. punctipes* em baixas temperaturas. A sobrevivência de *G. punctipes* em cada instar foi maior quando o mesmo foi exposto aos regimes de altas temperaturas (30/26°C e 28,3°C), no entanto nessas temperaturas a sobrevivência foi em torno de 50%. Isso provavelmente ocorreu em função da metodologia utilizada e/ou outros fatores abióticos, e também porque as altas temperaturas usadas podem estar acima do limite térmico superior para esta espécie de predador. Segundo Cohen e Debolt (1983), ovos de lepidópteros têm demonstrado ser o melhor alimento para espécies do gênero *Geocoris*. Mansfield et al. (2007), observaram que a sobrevivência de *G. lubra* a 27°C foi acima de 89% em todos os ínstaes, e a sobrevivência ninfal de 64,81 %, valores estes superiores aos encontrados para *G. punctipes* neste estudo.

A ação direta da temperatura nos insetos consiste na redução da taxa metabólica, interferindo no seu desenvolvimento e comportamento. Assim, quando se encontram em um ambiente onde a temperatura é favorável são beneficiados pela fácil troca de calor com o ambiente, o que foi o caso da espécie *G. punctipes* quando exposto às altas temperaturas, alternantes (21/11°C, 30/26°C) ou constantes (16,8°C, 28,3°C). Com isso, apresentaram também o benefício de maior eficiência nas atividades respiratória e circulatória, de mais intensa atividade metabólica e, normalmente de maior capacidade de aproveitamento dos recursos alimentares. O desenvolvimento e a sobrevivência de *G. punctipes* foram influenciados igualmente nos regimes de temperaturas alternantes e constantes, o que não aconteceu quanto foram expostos a baixas e altas temperaturas tanto constante como alternante. Nas temperaturas baixas (16,8° e 21/11°C), é importante ressaltar que *G. punctipes* sobrevive nessas

temperaturas e que no inverno é possível encontrar este predador em campo, mas em número reduzido. Isso indica que este predador possui melhor capacidade de adaptação em ambientes com temperaturas altas (26°C a 30°C), sendo essa característica importante para a otimização de sua criação em laboratório e para o seu uso em programas de controle biológico envolvendo sua liberação e estabelecimento principalmente em áreas e ou ambientes em que existe predominância de temperaturas mais altas.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do predador *G. punctipes* é influenciado pelas combinações de temperaturas alternantes (21/11° e 30/26°C) e suas respectivas constantes (16,8°C e 28,3°C) no que se refere a baixa e alta temperatura.

Nos regimes de temperaturas mais baixas, 21/11°C (alternante) e 16,8°C (constante) ocorre maior duração dos ínstars e conseqüentemente, maior duração do período ninfal.

Ocorre maior mortalidade de ninfas de *G. punctipes* em temperaturas baixas (16,8°C e 21/11°C).

A espécie *G. punctipes* se desenvolve melhor em temperaturas mais altas (30/26°C – alternante e 28,3°C – constante).

A espécie *G. punctipes* apresenta melhor adaptação para regiões e ou ambientes onde predominam temperaturas entre 26°C e 30°C.

REFERÊNCIAS

BALE, J. S. Insects and low temperature: from molecular biology to distributions and abundance. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, v. 357, n. 1423, p. 849-861, July 2002.

BECK, S. D. Insect thermoperiodism. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.28, n. 1, p. 91-108, Jan. 1983.

BOWLER, K.; TERBLANCHE, J. S. Insect thermal tolerance: what is the role of ontogeny, ageing and senescence? **Biological Reviews**, Washington, v. 83, n. 3, p. 339-355, Aug. 2008.

BRONDANI, D. et al . Ocorrência de insetos na parte aérea da soja em função do manejo de plantas daninhas em cultivar convencional e geneticamente modificada resistente a glyphosate. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2132-2137, Nov. 2008 .

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e criação massal de percevejos predadores *Orius*. In: _____. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2009. p. 33-76.

BUENO, V. H. P.; ZANUNCIO, J. C. Percevejos predadores (Heteroptera). In: PANIZZU, A. R. , PARRA, J. R. P.. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos - base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. v. 1, p. 875-930.

BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C. Bioecology and nutrition of predatory Heteroptera. In: PANIZZU, A. R., PARRA, J, R, P. (eds.), **Bioecology and insect nutrition for Integrated Pest Management** Boca Raton: CRC, 2011. p. 51-70.

CHAMPLAIN, R.A.; SHOLDT, L.L. Life history of *Geocoris punctipes* in the laboratory. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 60, n. 5 p. 881-883, 1967a.

_____. Rearing *Geocoris punctipes*, a *Lygus* bug predator, in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v.59, n.5, p.1301-1305, Oct. 1966.

_____. Temperature range for development of immature stages of *Geocoris punctipes*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.60, n.5, p.883-885, Sept.1967b.

COHEN, A. C. Simple method for rearing the insect predator *Geocoris punctipes* (Heteroptera: Lygaeidae) on a meat diet. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 78, n. 5, p. 1173-1175, Oct. 1985.

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

CROCKER, R. L.; WHITCOMB, W. H. Feeding niches of the big-eyed bugs *Geocoris bullatus*, *G. punctipes* and *G. uliginosus* (Hemiptera: Lygaeidae: Geocorinae). **Environmental Entomology**, Riverside, v. 9, n. 5, p. 508-513, Oct. 1980.

ELVIN, M. K.; STIMAC, J. L.; WHITCOMB, W. H. Estimating rates of arthropod preparation on velvet-bean caterpillar larvae in soybeans. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 66, n. 3, p. 320-330, Sept. 1983.

HOFFMANN, A. A. et al. The changing status of invertebrate pests and the future of pest management in the Australian grains industry. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 48, n. 12, p.1481-1493, Nov. 2008.

JAKOBSEN, L. et al. The influence of a dynamic climate on pests, diseases and beneficial organisms: recent research. **Bulletin of International Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford., v. 28, n. 1, p. 127-134, Jan. 2005.

MANSFIELD, S. et al. Effects of diet, temperature and photoperiod on development and survival of the bigeyed bug, *Geocoris lubra*. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 52, n. 1, p. 63-74, Feb. 2007.

MEAD, F. W. **Big eyed bug, *Geocoris* spp. (Insecta: Hemiptera: Lygaeidae)**. EENY – 252 document. Gainesville: University of Florida, 2008. 6p.

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

PIGLIUCCI, M. Evolution of phenotypic plasticity: where are we going now? **Trends Ecology Evolution**, Amsterdam, v. 20, n. 9, p. 481-486, Sept. 2005.

PORTER, J. H.; PARRY, M. L.; CARTER, T. R. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 57, n. 1/3, p.221-240, Dec. 1991.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**, reference index version 2.8.1. Vienna. R Foundation for Statistical Computing, 2009. 1 CD-ROM.

RICHMAN, D. B.; HEMENWAY, R. C.; WHITCOMB, W. H. Field cage evaluation of predators of the soybean looper, *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, Riverside, v. 9, n. 3, p. 315-317, June 1980.

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

SISODIA, S.; SINGH, B. N. Effect of temperature on longevity and productivity in *Drosophila ananassae*: evidence for adaptive plasticity and trade-off between longevity and productivity; **Genetica**, Austin, v. 114, n. 1, p. 95-102, Jan. 2002.

SWEET, M. H. Economic importance of predation by big-eyed bugs (Geocoridae). In: SCHAEFER, C. W.; PANIZZI, A. R. (Ed.) **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC, 2000. p. 713-724.

TORRES, J. B.; SILVA-TORRES, C. S. A.; RUBERSON, J. R. Effect of two prey types on life-history characteristics and predation rate of *Geocoris floridanus* (Heteroptera: Geocoridae). **Environmental Entomology**, Riverside, v. 33, n. 4, p. 964-974, Aug. 2004.

TRUDGILL, D. L. et al. Thermal time – concepts and utility. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 146, n. 1, p. 1-14, Jan. 2005.

ANEXOS

Tabela 1 Duração em dias (\pm EP) dos diferentes ínstars e da fase ninfal de *Geocoris punctipes* em regimes de temperatura alternantes (diurna/noturna) e constantes. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

T (°C)	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar	5° ínstar	Fase ninfal
16,8	15,9 \pm 1,04aA*	17,8 \pm 1,18aA	18,2 \pm 1,13aA	18,5 \pm 1,23aA	19,3 \pm 4,32aA	89,7 \pm 2,82a
21/11	15,6 \pm 0,79 aA	16,1 \pm 0,88aA	17,3 \pm 1,30aA	16,6 \pm 1,22aA	18,8) \pm 1,13aA	84,4 \pm 1,87a
28,3	4,4 \pm 0,83 bA	5,1 \pm 0,84bA	4,5 \pm 0,80bA	4,1 \pm 0,71bA	5,2 \pm 0,86bA	23,3 \pm 0,68b
30/26	3,9 \pm 0,64 bA	5,2 \pm 0,81bA	3,8 \pm 0,79bA	3,8 \pm 0,76bA	5,0 \pm 0,94bA	21,7 \pm 0,66b
H ₂	17,8574	21,1576	14,1256	32,0482	44,3350	22,0259
<i>p</i>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

* Médias seguidas de letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal – Wallis ANOVA.

Tabela 2 Sobrevivência (%) (\pm EP) dos diferentes ínstar e da fase ninfal de *Geocoris punctipes* em regimes de temperatura alternantes (diurna/noturna) e constantes. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

T (°C)	1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar	5° ínstar	Fase ninfal
16,8	74,2 \pm 3,02 bA*	80,8 \pm 3,13bA	50,7 \pm 1,95bB	53,2 \pm 1,49bB	30,1 \pm 1,05bC	11,6 \pm 2,54b
21/11	78,4 \pm 2,88bA	77,8 \pm 2,75bA	55,2 \pm 2,02bB	54,3 \pm 1,23bB	29,4 \pm 0,98bC	15,4 \pm 3,16b
28,3	90,1 \pm 2,34aA	84,3 \pm 2,53aA	77,1 \pm 1,87aA	68,7 \pm 2,35aB	64,0 \pm 1,32aB	46,7 \pm 3,47a
30/26	91,3 \pm 3,13aA	86,2 \pm 2,64aA	80,0 \pm 2,14aA	72,5 \pm 2,61aB	67,5 \pm 1,51aB	50,2 \pm 3,85a
H ₂	34,7160	22,1078	6,7346	14,1083	7,2025	22,1184
p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

* Médias seguidas de letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal – Wallis ANOVA.

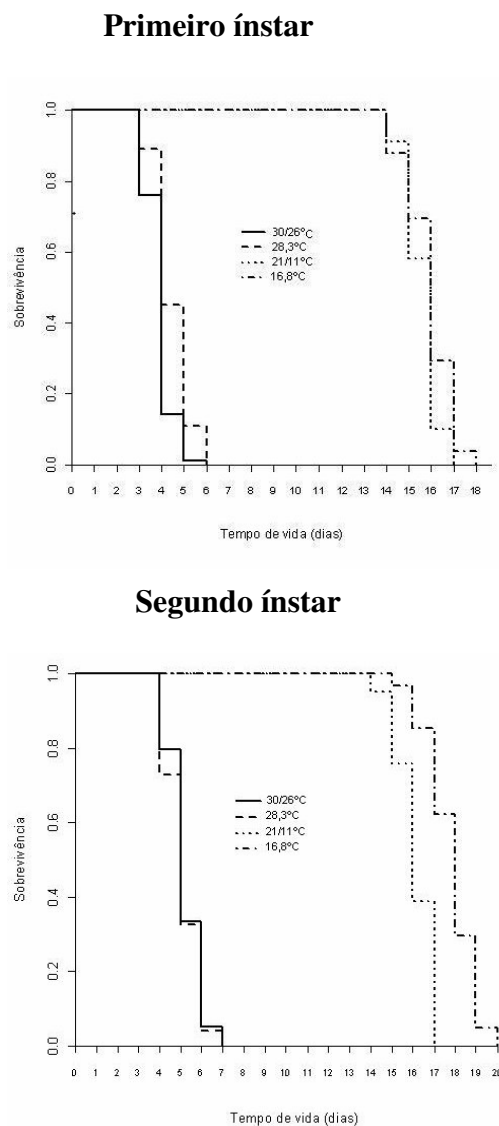


Figura 1 Curvas de sobrevivência para o tempo mediano de vida, em dias, de ninfas de primeiro e segundo ínstars de *Geocoris punctipes* em regimes de temperatura alternantes e constantes. UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

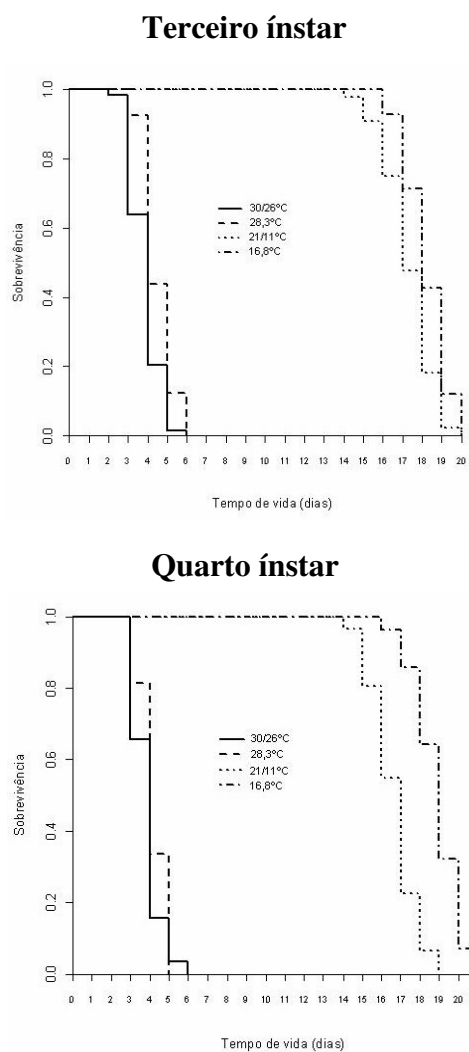


Figura 2 Curvas de sobrevivência para o tempo mediano de vida, em dias, de ninfas de terceiro e quarto ínstares de *Geocoris punctipes* em regimes de temperatura alternantes e constantes. UR $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h.

Quinto ínstar

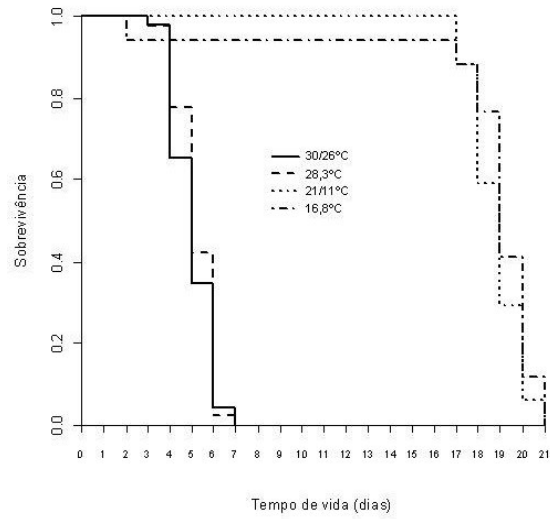


Figura 3 Curva de sobrevivência para o tempo mediano de vida, em dias, de ninfas de quinto ínstar de *Geocoris punctipes* em regimes de temperatura alternantes e constantes. UR $70\pm 10\%$ e fotofase de 14h.

**CAPÍTULO 3 REPRODUÇÃO E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE
DE *Geocoris punctipes* (SAY, 1832) (HEMIPTERA:
GEOCORIDAE) SOBRE OVOS DE *Anagasta kuehniella*
(ZELLER) EM REGIMES DE TEMPERATURA
ALTERNANTES E CONSTANTES**

RESUMO

Condições climáticas dinâmicas podem influenciar os parâmetros reprodutivos e de crescimento dos insetos, tanto de pragas como de inimigos naturais. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de temperaturas alternantes e constantes nos parâmetros reprodutivos e de crescimento do predador *Geocoris punctipes* (Say, 1832). Os testes foram conduzidos em câmaras climatizadas nos regimes de temperatura alternante 21/11°C e 30/26°C e suas respectivas constantes 16,8°C e 28,3°C, UR de 70± 10% e fotofase de 14h. Ninfas foram mantidas nos mesmos regimes de temperatura até a formação dos adultos. Os adultos, com idade de 24h, foram acasalados e mantidos em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (alimento), algodão umedecido (umidade) e papel toalha (2 x 2 cm) (substrato de oviposição). Fêmeas mantidas nas temperaturas altas (28,3°C, 30/26°C) apresentaram períodos de pré-oviposição mais curtos, comparado a aquelas expostas em baixas temperaturas. O período de oviposição foi mais longo para fêmeas mantidas nas baixas temperaturas, tanto na alternante 21/11°C (74,8 dias) como na constante 16,8°C (68,6 dias) comparada aquelas dos regimes de altas temperaturas (28,3°C, 30/26°C). A fecundidade diária e total foram maiores nas altas temperaturas (28,3°C, 30/26°C). Os parâmetros estimados pela tabela de vida de fertilidade (m_x , l_x , r_m , R_0 , λ , T e TD) sofreram influência das baixas temperaturas, apresentando melhores resultados nas altas temperaturas. O melhor desempenho, tanto biológico como de crescimento populacional de *G. punctipes*, foi observado nas altas temperaturas (30/26°C – alternante e 28,3°C – constante), demonstrando que a espécie possui melhor adaptação em condições ou áreas onde predominam temperaturas entre 26°C e 30°C.

Palavras-chave: Predador. Fecundidade. Parâmetros de crescimento. Controle biológico.

ABSTRACT

The alternating and constant temperature regimes may influence the biological and growth parameters of insects, both pests and natural enemies. The objective of this work was to evaluate the effects of alternating and constant temperature regimes on the reproductive parameters and population growth of the predator *Geocoris punctipes* (Say, 1832). Tests were carried out in climate chambers in alternating and constant temperature regimes, 21/11°C, 30/26°C, 16.8°C and 28.3°C, RH 70 ± 10% and 14h photophase. Nymphs were kept in the same temperature regimes until the adult's formation. Adults, aged 24h, were mated and kept in Petri dishes (5 cm diameter) containing *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (food), moistened cotton (moisture) and towel paper (2 x 2 cm) as oviposition substrate. Females kept at higher (28.3°C, 30/26°C) temperatures showed pre-oviposition period shorter compared to those exposed at lower temperatures. The oviposition period was longer for females reared at low temperatures in both alternating 21/11°C (74.8 days) and constant 16.8°C (68.6 days) compared with those kept on higher temperatures. The daily and total fecundities were higher at high temperatures (28.3°C, 30/26°C). The parameters estimated by the fertility life table (m_x , l_x , r_m , R_0 , λ , T and TD) were influenced by low temperatures, showing better population growth of the predator in high temperatures. The best biological and population growth performance of *G. punctipes* was observed at higher temperatures (30/26°C and 28.3°C), showing that species are better adapted to conditions or areas with temperatures between 26°C and 30°C.

Keywords: Predator. Fecundity. Growth parameters. Biological control.

1 INTRODUÇÃO

Os predadores heterópteros (*Geocoris* sp., *Orius* sp., *Macrolophus* sp.) têm se destacado como importantes componentes tanto em ecossistemas naturais como em agroecossistemas. Segundo Albajes e Alomar (1999), em áreas tropicais e subtropicais, esses inimigos naturais podem ser capazes de impedir o movimento de algumas pragas, assim como atuarem como barreiras ecológicas, limitando ou atrasando o crescimento de insetos-praga. A espécie *Geocoris punctipes* (Say, 1832) (Hemiptera: Geocoridae), é um predador generalista, encontrado em diversos cultivos, alimentando-se de afídeos, moscas brancas, larvas de coleópteros e de ovos e larvas de lepidópteros, dentre outras (CROCKER; WHITCOMB, 1980). Estudos têm demonstrado seu potencial como agente de controle biológico (BUENO; ZANUNCIO, 2009; ELVIN; STIMAC; WHITCOMB, 1983; LINGREN; RIDGEWAY; JONES, 1968; RICHMAN; HEMENWAY; WHITCOMB, 1980), e atualmente é um inseto benéfico que está sendo produzido comercialmente em pequena escala na América do Norte (BUENO; LENTEREN, 2011). No Brasil existem relatos de ocorrência de espécies do gênero *Geocoris*.

No entanto, a eficiência dos inimigos naturais, entre diversos fatores, é influenciada por diversos fatores abióticos, em particular pela temperatura (SAMSOM; BLOOD, 1979), e especialmente parasitóides e predadores podem se tornar ineficientes quando expostos a temperaturas muito altas ou muito baixas. Também a exposição prolongada a uma temperatura constante pode alterar o comportamento de um inseto para futuras liberações em programas de controle biológico (HORN, 1998).

Particularmente em ambientes protegidos, segundo Jackobsen et al. (2005), parasitóides e predadores podem reagir de acordo com as condições climáticas presentes nestes sistemas, as quais variam com maior frequência em

regiões tropicais e subtropicais (BUENO, 2005), e significando que o inseto é submetido a uma temperatura diurna e a outra noturna. Já no laboratório normalmente são mantidas as temperaturas constantes e naquelas consideradas ótimas para o seu desenvolvimento e reprodução. Por outro lado, segundo Hallman e Delinger (1998) predadores e parasitóides sobrevivem e se reproduzem ao longo de uma faixa de temperatura, a qual varia de espécie para espécie, e afeta a taxa intrínseca de crescimento dos mesmos.

O predador *G. punctipes* apresenta potencial como agente de controle biológico, entretanto, a literatura quanto aos diferentes aspectos de sua biologia é escassa, particularmente, dentro das condições tropicais e subtropicais como no Brasil, e a aquelas relacionadas à sua atuação e estabelecimento em casas de vegetação. Assim, estudos mais detalhados sobre os parâmetros reprodutivos de *G. punctipes* em regimes de temperaturas alternantes, simulando as condições presentes em casas de vegetação, e constantes, aquelas mantidas no laboratório, promoverão respostas quanto a influência da temperatura nesses parâmetros e das possibilidades de estabelecimento do predador nesses ambientes, assim como quanto a sua criação em laboratório.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de regimes de temperaturas alternantes (diurnas/noturnas) e constantes nos parâmetros reprodutivos e de crescimento de *G. punctipes*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção e criação de *Geocoris punctipes* (Say)

Insetos adultos foram coletados no período de outubro de 2009 a março de 2010 em plantas de caruru *Amaranthus viridis* L. no campus da UFLA em Lavras/MG, localizada a 21° 14'S, 45° 00'W e 918m de altitude. As plantas foram cortadas com auxílio de uma tesoura e levadas em sacos plásticos para o laboratório. No laboratório, por meio do método da batida (*tapping method*), ou seja, através de batidas leves nas inflorescências em cima de uma bandeja branca, os insetos foram desalojados das plantas. Tão logo eram visualizados foram coletados com o auxílio de um sugador manual, para sua posterior triagem e separação. Com o auxílio de uma chave de identificação proposta por Mead (2008), sob microscópio estereoscópico, foi feita a identificação da espécie *G. punctipes*.

Adultos de *G. punctipes* foram colocados em recipientes de vidro (1,7 litros) contendo papel toalha picado, inflorescências de caruru acondicionadas em tubo de vidro (10 mL), com água (fonte de umidade) e ovos de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) (alimento), de acordo com metodologia modificada de Bueno (2009). Tanto o papel toalha quanto as inflorescências de caruru serviram como substrato de oviposição as fêmeas do predador. Esses substratos foram avaliados diariamente sob microscópio estereoscópico quanto a presença de ovos, e depois transferidos para placas de Petri (20 cm de diâmetro), contendo algodão umedecido (manutenção da umidade) e ovos de *A. kuehniella* (alimento) para o desenvolvimento das ninfas até a fase adulta. Estes recipientes foram manuseados duas vezes/semana para adição do alimento e umedecimento do algodão. Os adultos foram retirados das placas de Petri por meio de um aparelho de sucção (compressor de ar, modelo

089/CA, marca Fanem) e colocados novamente em recipientes de vidro (1,7 litros) em número médio de 50 indivíduos/pote (ao acaso). Assim foi dado início a criação de manutenção de *G. punctipes* no Laboratório de Controle Biológico do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), a qual foi mantida sob temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e fotoperíodo 14L:10E. Dessa criação foram retirados os indivíduos utilizados na condução do experimento (6ª geração).

2.2 Regimes de temperatura alternante e constante

Foram utilizados dois regimes de temperatura, um alternante e outro constante, sendo que em cada um deles foram avaliadas duas baixas e duas altas temperaturas. As temperaturas alternantes utilizadas no experimento foram definidas a partir dos dados de temperaturas médias, máximas e mínimas, diurnas e noturnas, coletados diariamente no interior de casas de vegetação com cultivo de rosas, no sítio Reijers, município de Andradas, estado de Minas Gerais, localizado a $22^{\circ} 04' 05''\text{S}$ e $46^{\circ} 34' 09''\text{W}$, 920m de altitude. Essas temperaturas foram agrupadas formando-se as combinações de temperatura diurna-noturna, caracterizando as estações do ano: $21/11^{\circ}\text{C}$ (inverno), $24/18^{\circ}\text{C}$ (outono), $27/21^{\circ}\text{C}$ (primavera) e $30/26^{\circ}\text{C}$ (verão). As temperaturas médias constantes correspondentes a essas combinações foram $16,8^{\circ}\text{C}$, $21,5^{\circ}\text{C}$, $24,5^{\circ}\text{C}$ e $28,3^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) (fotoperíodo 14L:10E). Essas temperaturas foram obtidas a partir do cálculo de média ponderada, utilizando-se da fórmula: $\text{TM} = (\text{Td} \times \text{Fd}) + (\text{Tn} \times \text{Fn}) / \Sigma \text{F}$, sendo, **TM**: temperatura média, **Td**: temperatura diurna, **Tn**: temperatura noturna, **Fd**: fotoperíodo diurno, **Fn**: fotoperíodo noturno, **ΣF** : somatório dos fotoperíodos. Foram avaliados neste estudo os parâmetros de desenvolvimento e sobrevivência nas temperaturas $16,8^{\circ}\text{C}$, $21/11^{\circ}\text{C}$, $28,3^{\circ}\text{C}$ e

30/26°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), caracterizando as temperaturas do inverno e verão, respectivamente.

O experimento foi conduzido em câmaras climatizadas com umidade relativa de $70\pm 10\%$, onde as mais altas temperaturas, ou seja, as diurnas foram associadas com a fotofase de 14 horas e as mais baixas, as noturnas, com a escotofase de 10h. As temperaturas constantes também foram associadas com o fotoperíodo 14L: 10E.

2.3 Parâmetros reprodutivos e de crescimento de *G. punctipes*

Foram utilizados machos e fêmeas de *G. punctipes*, com até 24 horas de idade, obtidos a partir de ninfas expostas aos diferentes regimes de temperaturas alternantes 21/11°C (7 casais) e 30/26°C (24 casais) e constantes 16,8°C (5 casais) e 28,3°C (22 casais) avaliadas. Os casais foram, então, mantidos em placas de Petri (5 cm de diâmetro) contendo um chumaço de algodão umedecido com água destilada (umidade) e ovos de *A. kuehniella* como alimento *ad libitum*. Como substrato de oviposição foi usado um pedaço de papel toalha (2 x 2cm). Esse substrato foi observado diariamente sob microscópio estereoscópico para contagem do número de ovos, e conseqüentemente foi avaliada a viabilidade dos mesmos. Foram determinados os períodos de pré-oviposição e de oviposição, a fecundidade (diária e total de ovos/fêmea), a longevidade de *G. punctipes* nos diferentes regimes de temperatura testados.

2.4 Análise dos dados

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Para todos os parâmetros avaliados, as médias foram comparadas

pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ANOVA, utilizando-se o software estatístico R Development Core Team (2009).

A tabela de vida de fertilidade de *G. punctipes* foi elaborada utilizando-se dados de sobrevivência e fecundidade de cada fêmea dentro de cada temperatura avaliada. A partir dos valores de intervalo de idade (x), fertilidade específica (m_x), probabilidade de sobrevivência (l_x), foram calculados a taxa líquida de reprodução (R_0), o intervalo de tempo em cada geração (T), a taxa intrínseca de aumento populacional (r_m), a razão finita de aumento (λ) e tempo necessário para que a população duplicasse em número (TD), de acordo com Andrewartha e Birch (1954). Adotou-se o valor 3 para x , correspondente ao intervalo de idade. As médias dos parâmetros da tabela de vida foram estimadas através da técnica de Jackknife (MEYER et al., 1986).

A curva referente ao ritmo de oviposição de *G. punctipes* nos diferentes regimes de temperaturas foi obtida por meio da percentagem média diária de oviposição, considerando a percentagem acumulada do número de ovos/fêmea/dia, de acordo com metodologia proposta por Mendes, Bueno e Carvalho (2005) e Tommazini (2003).

3 RESULTADOS

Fêmeas mantidas nas temperaturas mais altas (28,3°C, 30/26°C) apresentaram períodos de pré-oviposição mais curtos, comparado a aquelas expostas em temperaturas mais baixas (Tabela 3). Na temperatura constante 16,8°C e na alternante 21/11°C, esse período foi o mais longo (9,8 dias e 8,7 dias, respectivamente), comparado a 30/26°C (3,1 dias e a 28,3°C de 3,4 dias) (Tabela 3).

O período de oviposição foi mais longo para fêmeas mantidas nas baixas temperaturas, tanto na alternante 21/11°C (74,8 dias) como na constante 16,8°C (68,6 dias) comparada aquelas dos regimes de temperaturas mais altas. Não houve diferença significativa quanto a esse período para fêmeas expostas aos regimes de temperaturas mais altas, alternante e constante, 30/26°C e 28,3°C (58,8 e 59,7 dias, respectivamente) (Tabela 3).

A fecundidade diária de *G. punctipes* foi relacionada diretamente com o aumento da temperatura, pois o menor valor desse parâmetro ocorreu nas baixas temperaturas, alternante (21/11°C) e constante (16,8°C) (1,3 e 1,2 ovos/fêmea/dia, respectivamente). Os maiores valores para a fecundidade diária foram registrados na temperatura mais alta alternante 30/26°C (3,0 ovos/fêmea/dia) e na sua respectiva constante 28,3°C (2,4 ovos/fêmea/dia) (Tabela 3). A fecundidade total de *G. punctipes* também foi maior nas temperaturas mais altas (Tabela 3), com um total de 141,7 ovos/fêmea a 30/26°C, e de 134,9 ovos/fêmea a 28,3°C.

Fêmeas de *G. punctipes* apresentaram um padrão de oviposição no qual o número médio de ovos/fêmea/dia aumentou com o incremento da temperatura (Figuras 4 e 5). Nos regimes de baixa temperatura (16,8°, 21/11°C), houve uma redução significativa no número médio de ovos/fêmea. O período embrionário referente aos ovos desse predador foi maior nas temperaturas mais baixas

(Tabela 4). Não houve diferença significativa entre os regimes de temperaturas mais altas 30/26°C e 28,3°C (8,2 e 8,1 dias, respectivamente), assim como naqueles de temperaturas mais baixas 21/11°C e 16,8°C. A viabilidade dos ovos de *G. punctipes* foi significativamente menor nos regimes de temperatura 16,8°C e 21/11°C em relação aos demais regimes avaliados (Tabela 4). Houve variação da fertilidade específica (m_x) de *G. punctipes* quando submetido aos regimes de temperaturas alternantes e constantes (Figuras 6 e 7). As baixas temperaturas 21/11°C (alternante) e 16,8°C (constante) influenciaram a fertilidade específica (m_x) das fêmeas de *G. punctipes* e o número de ovos colocados pelas mesmas na idade x , quando comparados aos valores obtidos nos regimes de temperaturas mais altas. A fertilidade específica (m_x) de *G. punctipes* a 21/11°C foi de 2,34 ovos/fêmea, no vigésimo primeiro dia (Figura 2). Já a 16,8°C foi de 2,35 ovos/fêmea, atingindo fertilidade máxima no sexagésimo sexto dia (Figura 6). Na temperatura 28,3°C a fertilidade específica (m_x) foi de 5,76 ovos/fêmea, com fertilidade máxima no vigésimo primeiro e trigésimo terceiro dia. A 30/26°C a fertilidade específica foi de 8,45 ovos/fêmea, atingindo a fertilidade máxima no vigésimo quarto dia (Figura 7).

A 16,8°C e a 21/11°C houve redução da taxa de sobrevivência (L_x) ao longo do ciclo de vida do predador (Figura 6). Nas altas temperaturas 30/26°C (alternante) e 28,3°C (constante), as taxas de sobrevivência (L_x) foram maiores no início do ciclo reprodutivo de *G. punctipes*, diferentemente do que ocorreu nas baixas temperaturas.

A longevidade de fêmeas e machos de *G. punctipes* foi significativamente influenciada pelos diferentes regimes de temperaturas avaliadas (Tabela 5). Tanto para as fêmeas quanto para os machos, os maiores valores de longevidade foram registrados nos regimes de temperatura mais baixos (16,8°C, 21/11°C). Nos regimes 30/26°C e 28,3°C, as longevidades de

fêmeas e de machos foram 61,4 e 54,6; e 63,3 e 55,2 dias, respectivamente. (Tabela 5).

Dados referentes à tabela de vida de fertilidade de *G. punctipes* (Tabela 6) mostraram que a taxa líquida de reprodução (R_0), ou seja, a capacidade de fêmeas do predador em produzir descendentes fêmeas ao final da geração, aumentou com o incremento da temperatura. Os menores valores foram obtidos nas temperaturas mais baixas (Tabela 6), sendo de 11,2 e 8,4 fêmeas/fêmeas a 21/11°C e 16,8°C, respectivamente. A taxa intrínseca de aumento (r_m), a qual determina o potencial reprodutivo de *G. punctipes* foi menor nas temperaturas mais baixas (Tabela 6). Nas temperaturas 28,3°C e 30/26°C, o valor de r_m foi 0,071 e 0,079, respectivamente. O intervalo médio entre gerações (T), ou seja, a duração média do período entre o nascimento do indivíduo de uma geração para a próxima geração de *G. punctipes* foi menor nos regimes de temperaturas 28,3°C (32,4 dias) e 30/26°C (25,6 dias). Os maiores valores foram registrados em 16,8°C (77,8 dias) e 21/11°C (74,3 dias) (Tabela 6). A razão finita de crescimento (λ), expressando o número de indivíduos que podem ser adicionados a população, foi maior na temperatura 30/26°C (1,07 fêmea/dia). Nas temperaturas 16,8°C e 21/11°C, o valor de λ foi o mesmo (1,02 fêmea/dia). O tempo que a população leva para duplicar em número (TD) foi maior nos regimes de temperaturas 30/26°C e 28,3°C, sendo de 8,14 e 9,32 semanas, respectivamente. Nas temperaturas 21/11°C e 16,8°C foram de 16,00 e 15,40 semanas (Tabela 6).

4 DISCUSSÃO

Temperaturas altas, alternante (30/26°C) ou constante (28,3°C), influenciaram significativamente todos os parâmetros reprodutivos e de crescimento do predador *G. punctipes*. Fêmeas de *G. punctipes* após a emergência permaneceram menor tempo sem iniciar a oviposição quando mantidas nas temperaturas mais altas em ambos os regimes, alternante e constante. Os valores referentes ao período de pré-oviposição nas temperaturas 28,3°C (3,4 dias) e 30/26°C (3,1 dias) foram inferiores a aqueles reportados por Champlain e Sholdt (1966, 1967 a, b) a 27°C para *G. punctipes* (5 dias), e por Naranjo e Stimac (1987) para o mesmo predador (5 dias). Isso indica que o predador possui adaptação nas condições avaliadas neste estudo.

O período de oviposição e a fecundidade diária de *G. punctipes* na temperatura alternante 30/26°C (59,7 dias) foram similares ao encontrado por Torres, Silva-Torres e Ruberson (2004) a 26°C para *Geocoris floridanus* (Blatchley). No entanto, a fecundidade total de *G. punctipes* (141,7 ovos/fêmea) nessa temperatura alternante foi inferior ao valor obtido por Champlain e Sholdt (1966, 1967 a, b) a 25°C (178 ovos/fêmea), e àquele encontrado para *G. floridanus* (183,6 ovos/fêmea) a 26 °C (TORRES; SILVA-TORRES; RUBERSON, 2004). Já o período embrionário a 30/26°C (8,1 dias) foi igual ao valor relatado para *G. floridanus* a 26°C (8,1 dias).

A temperatura exerce um efeito prévio no crescimento dos estágios imaturos de uma espécie, podendo assim influenciar o tamanho e o peso dos adultos emergidos. Particularmente nas fêmeas, existe uma estreita relação entre a temperatura e a massa corporal, o número de ovariolos e a massa de ovos (RATTE 1985), o que provavelmente influenciou a fecundidade total de *G. punctipes* quando submetido a altas temperaturas alternante e constante.

Dentro de um processo de criação massal, o conhecimento da curva referente ao ritmo de oviposição é de fundamental importância, visto que ela indica com precisão o período de viabilidade das fêmeas que poderão ser mantidas em laboratório (COPPEL; MERTINS, 1977). Condições de temperaturas flutuantes e constantes podem influenciar consideravelmente o padrão de oviposição e o número total de ovos de indivíduos adultos e, conseqüentemente a fecundidade (CAMMELL; KNIGHT, 1992). Altas e baixas temperaturas neste estudo influenciaram significativamente o padrão de oviposição de *G. punctipes*. Nas temperaturas 16,8°C e 21/11°C, houve redução significativa no número médio de ovos/fêmea. A 16,8°C, o pico de oviposição ocorreu no 15º dia, com número médio de 3,0 ovos/fêmea/dia, todavia a 21/11°, esse pico ocorreu em vários dias durante o ciclo reprodutivo, com número de 2 ovos/fêmea/dia, além de apresentar dias durante o ciclo em que não houve colocação de ovos pelas fêmeas expostas a esta temperatura. Isso demonstra que o ritmo de oviposição do predador *G. punctipes* foi influenciado pela temperatura alternante 21/11°C com relação a sua constante 16,8°C, apesar do número total de ovos nas duas temperaturas não ter mostrado diferença significativa. Em trabalhos futuros, de acordo com os resultados, a valiação da oviposição diária do predador pode ser interrompida aos 50 dias para baixas temperaturas (16,8°C, 21/11°C) e aos 70 dias para altas temperaturas (28,3°C, 30/26°C).

Quando as fêmeas foram expostas as altas temperaturas, seja constante ou alternante, não apresentaram intervalos entre as oviposições. A 28,3°C as fêmeas apresentaram um padrão de oviposição com pico de 4,0 ovos/fêmea nos respectivos dias: 14º, 33º e 49º. A 30/26°C, esse pico ocorreu no décimo sétimo dia com número de 5 ovos/fêmea. De acordo com Siddiqui e Barlow (1973), o efeito de temperaturas mais altas sobre o padrão de oviposição dos insetos é

relacionado a mudanças no processo de fecundidade, com máxima ovogênese/oviposição ocorrendo mais cedo na vida do inseto.

As longevidades de fêmeas e machos de *G. punctipes* a 28,3°C (63,3 e 55,2 dias, respectivamente) foram similares aos valores encontrados por Champlain e Sholdt (1966, 1967a, 1967b) para esta espécie a 25°C (67,7 e 41,5 dias, respectivamente). A longevidade das fêmeas nas baixas temperaturas (16,8°C e 21/11°C) foi maior quando comparadas com as altas temperaturas (28,3°C e 30/26°C).

Quando os insetos são mantidos em baixas temperaturas, segundo Sinclair et al. (2003) ocorre uma diminuição de sua atividade metabólica, redução na quantidade de alimento consumida e um aumento do gasto de energia, fazendo com eles tenham maior longevidade, porém, baixa fecundidade. Isto explica o *trade-off* entre a longevidade e a fecundidade das fêmeas de *G. punctipes* quando mantida nas baixas temperaturas e altas temperaturas. Na temperatura constante de 16,8°C, assim como na alternante 21/11°C houve intensa redução da taxa de sobrevivência (l_x) ao longo do ciclo de vida do predador (Figura 1), evidenciando efeitos negativos da exposição as baixas temperaturas e resultando em menor fertilidade da fêmea de *G. punctipes* nessa condição. De acordo com os padrões de curva de sobrevivência (l_x) (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006), nessas temperaturas foi observada uma curva de sobrevivência do tipo II, demonstrando que a taxa de mortalidade do predador foi constante, desde o nascimento até as idades mais avançadas. Já nos regimes de temperaturas altas 30/26°C (alternante) e 28,3°C (constante), as taxas de sobrevivência (l_x) de *G. punctipes* foram maiores no início do ciclo reprodutivo, diferentemente do que ocorreu nos regimes de temperaturas baixas. A curva observada para *G. punctipes* a 30/26°C e 28,3°C foi do tipo I, na qual a mortalidade do predador está concentrada nos indivíduos com idade mais avançada.

A fertilidade específica (m_x) de *G. punctipes* foi maior na temperatura alternante 30/26°C (8,45 ovos/fêmea), com a fertilidade máxima sendo atingida no vigésimo sétimo dia de vida do predador. A temperatura alternante 21/11°C foi mais influente na fertilidade específica (m_x) de *G. punctipes* quando comparado com a temperatura constante de 16,8°C. Em alguns dias, ao longo do ciclo reprodutivo a fertilidade específica (m_x) foi igual a zero (Figura 2).

Tabelas de vida são de grande importância na compreensão da dinâmica populacional de um inseto, e em especial a taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) é um parâmetro que auxilia grandemente na avaliação e seleção de um inimigo natural como agente de controle biológico (LENTEREN, 2009). Os valores de r_m registrados para as temperaturas 30/26°C foram 0,083 fêmea/fêmea/dia e para 28,3 °C, 0,069 fêmea/fêmea/dia, sendo superiores ao observado por Torres, Silva-Torres e Ruberson (2004), r_m de 0,041 fêmea/fêmea/dia a 26°C. De acordo com Davis (1981), espécies de *Geocoris* mostram valores de r_m entre 0,016 a 0,068. A razão finita de crescimento populacional (λ) é um fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo, ou seja, quanto maior a razão finita de crescimento (λ) maior o número de indivíduos adicionados à população. Nas temperaturas 30/26°C e 28,3°C, o valor de λ foi maior ao encontrado por Torres, Silva-Torres e Ruberson (2004) para *G. floridanus* a 26°C (1,04 fêmea/dia). O intervalo médio entre gerações (T), ou seja, a duração média do período entre o nascimento do indivíduo de uma geração para a geração seguinte de *G. punctipes* diminuiu com o aumento da temperatura. O tempo que a população leva para duplicar em número (TD) (16,9) encontrado neste trabalho na temperatura constante 16,8°C corrobora com o valor observado por Torres, Silva-Torres e Ruberson (2004) para *G. floridanus* a 26°C.

As características biológicas dos insetos, em especial dos inimigos naturais, podem sofrer alterações em decorrência de diversos fatores,

principalmente, pelos fatores ambientais e isso pode ser notado por meio dos parâmetros de crescimento de *G. punctipes* quando exposto a diferentes regimes de temperatura. Segundo Hallman e Delinger (1998), as respostas dos insetos aos extremos que são submetidos no ambiente são tão importantes quanto às mudanças na temperatura média ambiental e no comprimento das estações do ano. Quando *G. punctipes* foi submetido às temperaturas baixas houve interferência no seu ciclo reprodutivo e conseqüentemente no seu crescimento populacional. Assim, o predador *G. punctipes* é um percevejo adaptado a climas tropicais e subtropicais, possuindo melhor adaptação em temperaturas mais altas. A partir dessas informações pode-se prever que *G. punctipes* tem potencial para crescimento em ambientes que predominam as temperaturas mais altas, ou seja, nas estações quentes (primavera e verão), onde o predador será mais favorecido do que em condições mais frias (outono e inverno).

5 CONCLUSÃO

Regimes de temperatura alternante e constante influenciam a reprodução e crescimento do predador

Temperaturas altas e baixas in interferem na reprodução e longevidade de *G. punctipes*.

Baixas temperaturas (21/11°C 16,8°C), os períodos de pré-oviposição, oviposição e embrionário e a longevidade são longos.

A fecundidade de *G. punctipes* é maior nos regimes de temperatura 28,3°C e 30/26°C.

Os parâmetros de crescimento de *G. punctipes* são influenciados pelas temperaturas mais baixas.

O melhor desempenho de *G. punctipes* é observado nas temperaturas mais altas (30/26°C – alternante e 28,3°C – constante), indicando que a espécie possui melhor adaptação em condições tropicais, onde predominam as temperaturas mais altas.

REFERÊNCIAS

- ALBAJES, R.;ALOMAR, O. Current and potential use of polyphagous predators. In: ALBAJES, R. et al. (Ed.). **Integrated pest and disease management in greenhouse crops**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1999. p. 265-275.
- ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in numbers. In: _____. **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago, 1954. p. 31-54.
- BUENO, V. H. P. Controle biológico de tripes: pragas sérias em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 31-39, 2005.
- _____. Desenvolvimento e criação massal de percevejos predadores *Orius*. In: _____. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2009. p. 33-76.
- BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C. Bioecology and nutrition of predatory Heteroptera. In: PANIZZI, A. R. , PARRA, J. R. P.. (Ed.). **Bioecology and insect nutrition for Integrated Pest Management**. Boca Raton: CRC, 2011. p. 51-70.
- BUENO, V. H. P.; ZANUNCIO, J. C. Percevejos predadores (Heteroptera). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. v. 1, p. 875-930.
- CAMMELL, M. E.; KNIGHT, J. D. Effects of climate change on the population dynamics of crop pests. In: BEGON, M.; FITTER, A. H.; MACFADYEN, A. **Advances in ecological research**. London: Academic, 1992. p. 117-162.

CHAMPLAIN, R.A.; SHOLDT, L.L. Life history of *Geocoris punctipes* in the laboratory. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 60, n. 5, p. 881-883, Sept. 1967a.

_____. Rearing *Geocoris punctipes*, a *Lygus* bug predator, in the laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v.59, n. 5, p.1301-1305, Oct. 1966.

_____. Temperature range for development of immature stages of *Geocoris punctipes*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.60, n. 5, p.883-885, Sept. 1967b.

COPPEL, H. C.; MERTINS, J. M. **Biological Insect Pest Suppression**. New York: Springer-Verlag, 1977. 314p.

CROCKER, R. L.; WHITCOMB, W. H. Feeding niches of the big-eyed bugs *Geocoris bullatus*, *G. punctipes* and *G. uliginosus* (Hemiptera: Lygaeidae: Geocorinae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 9, n. 5, p. 508-513, Oct. 1980.

DAVIS, D. L. **Population dynamics of four species of *Geocoris* in the peanut agroecosystem**. 1981. 165 f. Thesis (Ph.D. in Entomology) - Texas A&M University, College Station, 1981.

ELVIN, M. K.; STIMAC, J. L.; WHITCOMB, W. H. Estimating rates of arthropod preparation on velvet-bean caterpillar larvae in soybeans. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 66, n. 3, p. 320-330, Sept.1983.

HALLMAN, G. J.; DELINGER, D. L. Introduction: temperature sensitivity and integrated pest management. In: _____. **Temperature sensitivity in insects and application in integrated management**. Boulder: Westview, 1998. p. 1-5. Disponível em: <<http://pestdata.nesc.edu/ipmtext/cap1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

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

JAKOBSEN, L. et al. The influence of a dynamic climate on pests, diseases and beneficial organisms: recent research. **Bulletin of International Organization for Biological and Integrated Control/WPRS**, Wallingford., v. 28, n. 1, p. 127-134. Jan. 2005.

LENTEREN, J. C. van. Critérios de seleção de inimigos naturais. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2009. p. 11-32.

LINGREN, P. D.; RIDGEWAY, R. L.; JONES, S. L. Consumption by several common arthropod predators of eggs and larvae of two *Heliothis* species that attack cotton. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 61, n. 3, p. 613-618, May 1968.

MEAD, F. W. **Big eyed bug, *Geocoris* spp. (Insecta: Hemiptera: Lygaeidae)**. EENY – 252 document. Gainesville: University of Florida 2008. 6p.

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

MEYER, J. S. et al. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. **Ecology**, Durham, v. 67, n. 5, p. 1156-1166, Oct. 1986.

NARANJO, S. E.; STIMAC, J. L. Plant influences on predation and oviposition by *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae) in soybean. **Environmental Entomology**, College Park, v. 16, n. 1, p. 182-189, Feb. 1987.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing, reference index version 2.8.1**. Vienna. R Foundation for Statistical Computing. 2009. 1 CD-ROM.

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

RICHMAN, D. B.; HEMENWAY, R. C.; WHITCOMB, W. H. Field cage evaluation of predators of the soybean looper, *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 9, n. 3, p. 315-317, June 1980.

SAMSON, P.R.; BLOOD, P.R.B. Biology and temperature relations of *Chrysopa* sp., *Micromus tasmaniae* and *Nabis capsiformes*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.25, n.3, p. 253-259, May 1979.

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

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

TOMMASINI, M. G. **Evaluation of *Orius* species for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergrande) (Thysanoptera: Thripidae)**. 2003. 215 p. Thesis (Ph.D. in Entomology) – Wageningen University, Wageningen, 2003.

TORRES, J. B.; SILVA-TORRES, C. S. A.; RUBERSON, J. R. Effect of two prey types on life-history characteristics and predation rate of *Geocoris floridanus* (Heteroptera: Geocoridae). **Environmental Entomology**, Riverside, v. 33, n. 4, p. 964-974, Aug. 2004.

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

ANEXOS

Tabela 1 Períodos de pré-oviposição e oviposição (dias), fecundidades diária (ovos/fêmea/dia) e total (ovos/fêmea) (\pm EP) de *Geocoris punctipes* em regimes de temperatura alternantes (diurna/noturna) e constantes. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

T (°C)	Período de pré-oviposição	Período de oviposição	Fecundidade diária	Fecundidade total
16,8	9,8 \pm 0,83 a* (n=5)**	68,6 \pm 1,14 a (n=5)	1,2 \pm 0,44 a (n=5)	31,6 \pm 1,14 a (n=5)
21/11	8,7 \pm 0,75 a (n=7)	74,8 \pm 1,95 a (n=7)	1,3 \pm 0,48 a (n=7)	34,7 \pm 1,38 a (n=7)
28,3	3,4 \pm 1,41 b (n=22)	59,7 \pm 2,02 b (n=22)	2,4 \pm 0,91 b (n=22)	134,9 \pm 1,83 b (n=22)
30/26°C	3,1 \pm 0,70 b (n=24)	58,8 \pm 2,37 b (n=24)	3,0 \pm 0,72 b (n=24)	141,7 \pm 3,25 b (n=24)
H ₂	30,7209	29,7945	24,6245	46,5314
p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal – Wallis ANOVA.

**n= número de indivíduos.

Tabela 2 Período embrionário (dias) e viabilidade (%) (\pm EP) de ovos de *Geocoris punctipes* em regimes de temperatura alternantes (diurna/noturna) e constantes. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

Temperatura (°C)	Período embrionário (dias)	Viabilidade (%)
16,8	15,4 \pm 2,34 a* (n=30)	35,3 \pm 1,12 a (n=30)
21/11	14,7 \pm 2,01 a (n=28)	41,5 \pm 1,46 a (n=28)
28,3	8,1 \pm 1,45 b (n=128)	80,7 \pm 1,04 b (n=128)
30/26°C	8,2 \pm 0,78 b (n=136)	79,4 \pm 2,01 b (n=136)
H ₂	46,2250	22,1541
p	< 0,0001	< 0,0001

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal – Wallis ANOVA.

Tabela 3 Longevidade (dias) (\pm EP) de fêmeas e machos de *Geocoris punctipes* em regimes de temperatura alternantes (diurna/noturna) e constantes. UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

Temperatura (°C)	Fêmeas	Machos
16,8	77,2 \pm 2,37 aA* (n=5)**	65,0 \pm 2,54 aA (n=5)
21/11	84,0 \pm 2,16 aA (n=7)	73,1 \pm 2,91 aA (n=7)
28,3	63,3 \pm 2,89 bA (n=22)	55,2 \pm 2,39 bA (n=22)
30/26°C	61,4 \pm 2,38 bA (n=24)	54,6 \pm 2,87 bA (n=24)
H ₂	14,0471	17,3020
p	< 0,0001	< 0,0001

*Médias seguidas de letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal – Wallis ANOVA.

**n= número de indivíduos.

Tabela 4 Parâmetros de crescimento populacional associados à tabela de vida de fertilidade de *Geocoris punctipes* em regimes de temperaturas alternantes (diurna/noturna) e constantes. UR de 70 ± 10% e fotofase de 14h.

Parâmetros de crescimento	Temperatura (°C)			
	16,8	21/11	28,3	30/26
R₀ [*] (fêmeas)	8,4	11,2	22,6	24,2
r_m (fêmea/fêmea/dia)	0,038	0,041	0,071	0,079
T (dias)	77,8	74,3	32,4	25,6
λ (fêmea/dia)	1,02	1,02	1,05	1,07
TD (semanas)	15,40	16,00	9,32	8,14

*R₀= taxa líquida de reprodução; r_m= taxa intrínseca de aumento; T= intervalo médio entre gerações; λ= razão finita de crescimento; Td= tempo que a população leva para duplicar em número.

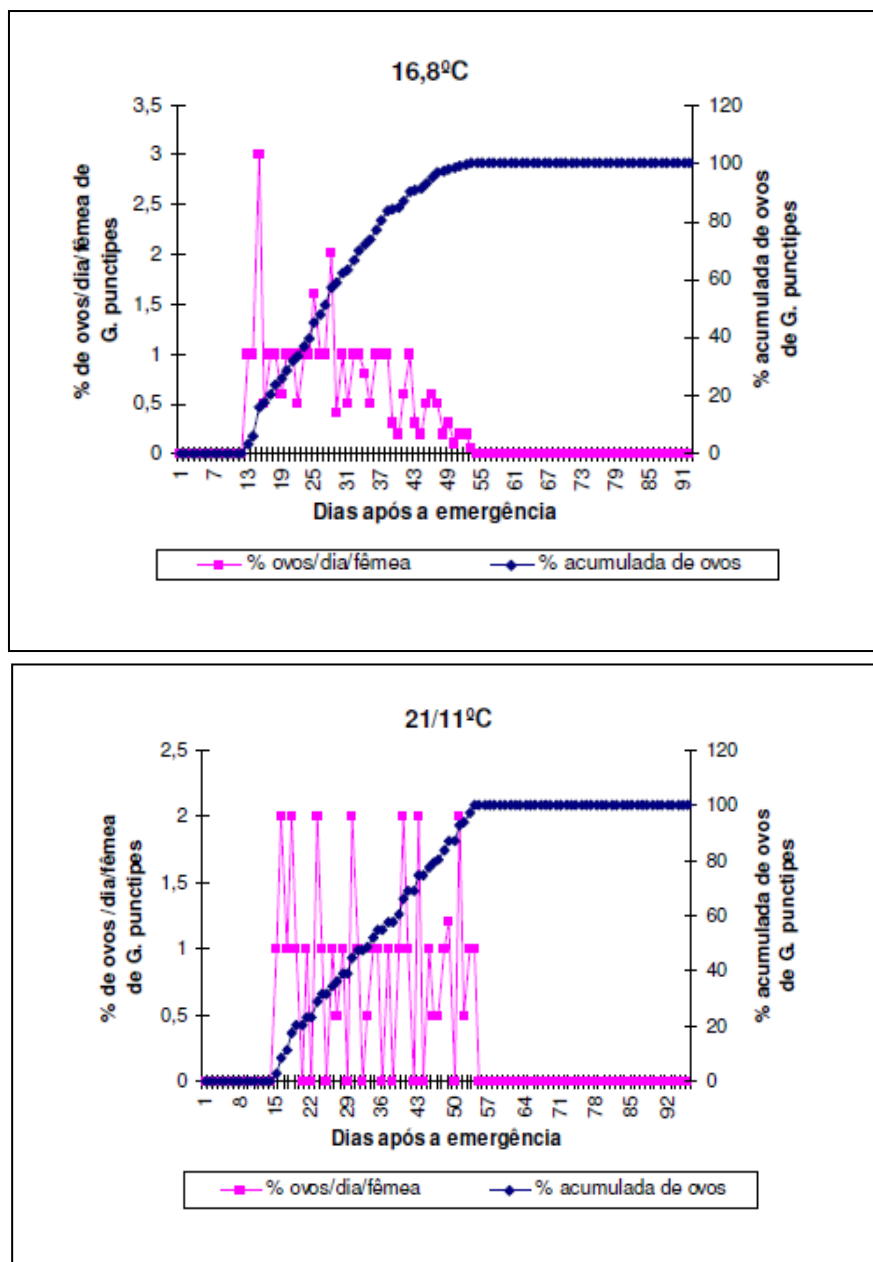


Figura 1 Curvas de oviposição média diária e acumulada de *Geocoris punctipes* em regimes de temperatura alternantes e constantes: 16,8°C e 21/11°C. UR 70 ± 10% e fotofase de 14h.

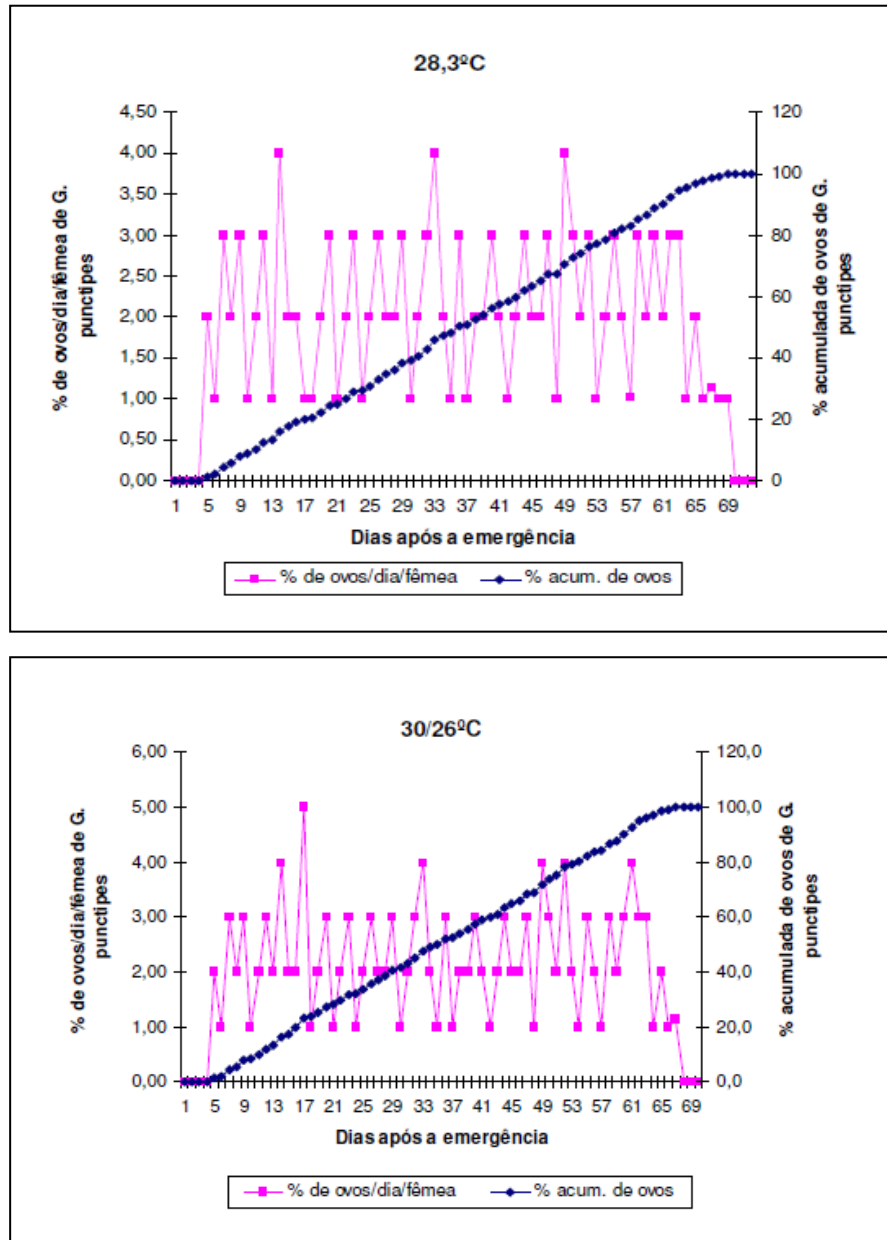


Figura 2 Curvas de oviposição média diária e acumulada de *Geocoris punctipes* nos regimes de temperatura alternantes e constantes: 28,3°C e 30/26°C. UR 70 ± 10% e fotofase de 14h.

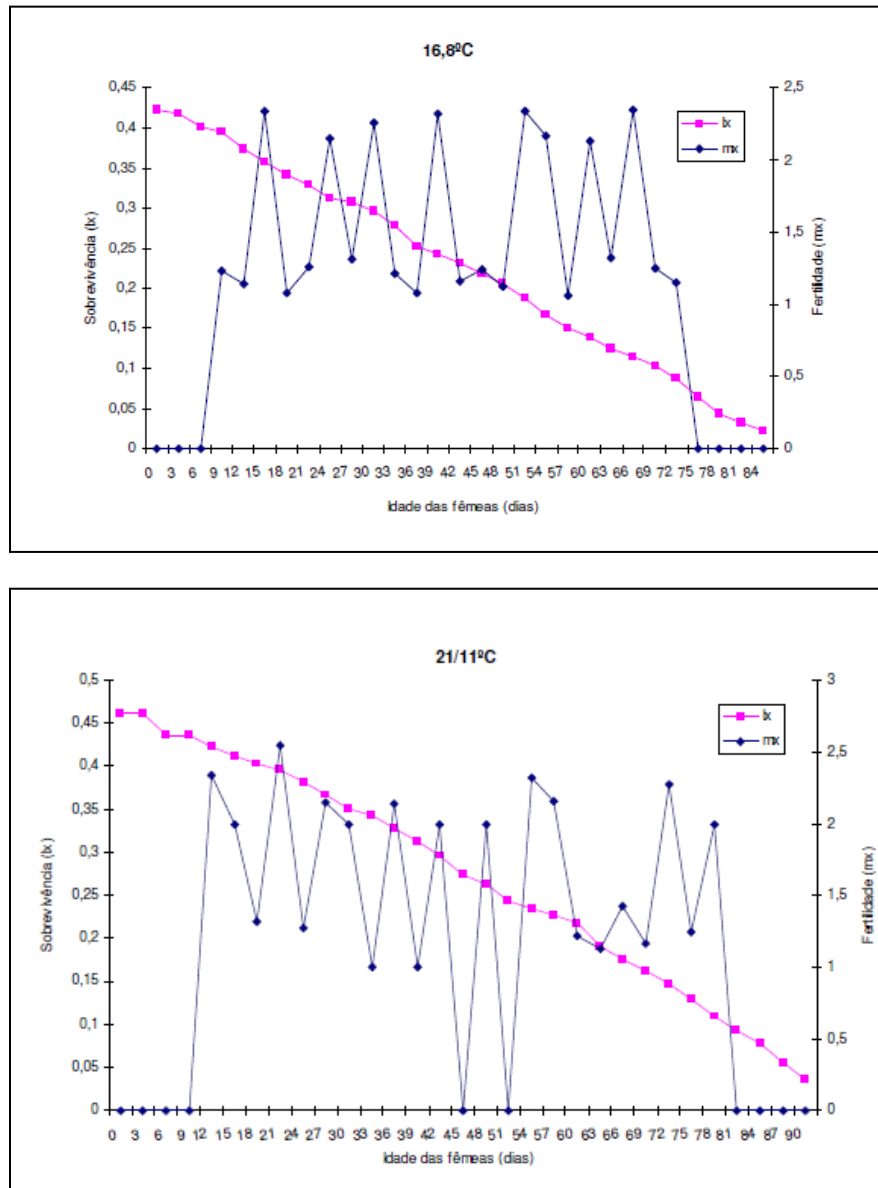


Figura 3 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *Geocoris punctipes* nos regimes de temperatura alternantes e constantes: 16,8°C e 21/11°C. UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

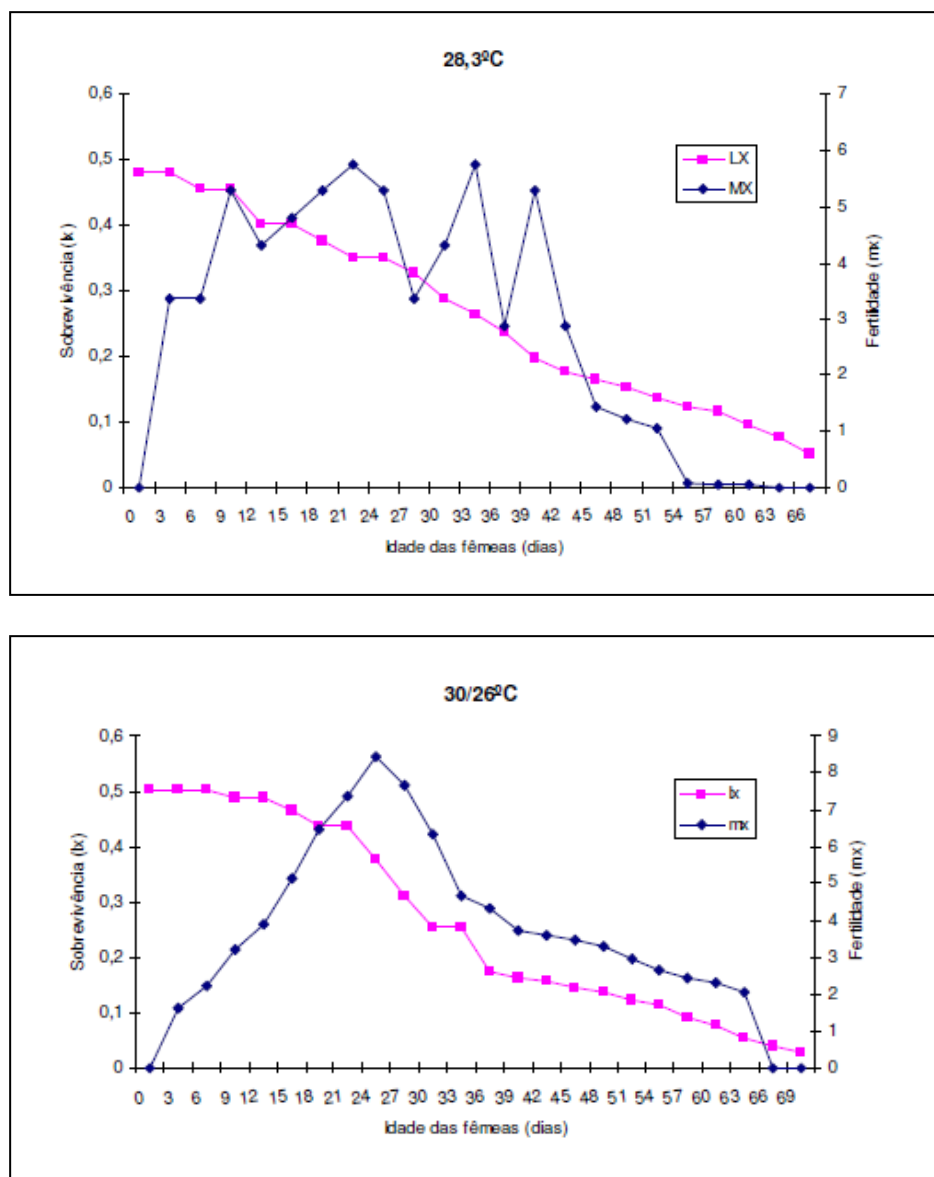


Figura 4 Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *Geocoris punctipes* nos regimes de temperatura alternantes e constantes: 28,3°C e 30/26°C. UR 70 ± 10% e fotofase de 14h.