

EFEITO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA SOBRE O DESENVOLVIMENTO
EMBRIONÁRIO E PÓS-EMBRIONÁRIO DE *CHRYSOPERLA RAIMUNDOI*
FREITAS & PENNY (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

L.G.A. Pessoa¹, S. de Freitas², E. de S. Loureiro³

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CP 112, CEP 79560-000, Chapadão do Sul, MS, Brasil. E-mail: gugamorim@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivou-se verificar o efeito da variação da temperatura sobre as diferentes fases de desenvolvimento de *Chrysoperla raimundoi* Freitas & Penny, nas temperaturas de 19, 22, 25, 28 e 31° C. Ovos com até 24 horas de idade foram individualizados em tubos de vidro e, após a eclosão, as larvas foram alimentadas com ovos de *Sitotroga cerealella* Oliver. Foram avaliadas a duração e viabilidade da fase de ovo, dos ínstars e dos períodos larval, de pré-pupa, pupa e do ciclo biológico, além da determinação da temperatura base (Tb) e da constante térmica (K). Verificou-se que a duração das diferentes fases de desenvolvimento de *C. raimundoi* foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura. De maneira geral, não houve efeito sobre a viabilidade das diferentes fases. A temperatura base variou de 8,9 a 17,1° C e a constante térmica de 18,25 a 335,34 GD, em função da duração de cada fase de desenvolvimento do inseto.

PALAVRAS-CHAVE: Crisopídeo, controle biológico, temperatura.

ABSTRACT

EFFECT OF TEMPERATURE VARIATION ON *CHRYSOPERLA RAIMUNDOI* FREITAS & PENNY (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) EMBRYONIC AND POST-EMBRYONIC DEVELOPMENT. This work was carried out to evaluate the effect of different temperatures on different *Chrysoperla raimundoi* Freitas & Penny development stages in the laboratory. Eggs around 24h were individualized in glass tubes and kept at 19, 22, 25, 28 and 31° C; 60 ± 10 RH and 12h of light. The larvae were fed with *Sitotroga cerealella* (Oliver) eggs. Evaluations were made of the viability and the developmental time of the egg, of each instar, the larval stage, the pre-pupae and pupae and biological cycle; moreover, the base temperature (Tb) and the thermal constants (K) of these stages was determined. It was observed that the developmental time of *C. raimundoi* in different development stages decreased as the temperature increased. Generally, it did not have any effect on the viability of the different stages. The base temperature varied from 8.9 to 17.1° C and the thermal constants from 18.25 to 335.34 GD, in function of the duration of each phase of development of the insect.

KEY WORDS: Lacewing, biological control, temperature.

INTRODUÇÃO

Os crisopídeos são importantes predadores encontrados em vários agroecossistemas, tais como algodão, citros, milho, soja, alfafa, fumo, videira, macieira, seringueira dentre outros, associados a artrópodes-praga que apresentam incidência estacional ou não e tegumento facilmente perfurável. Os trabalhos verificando o potencial desse grupo de

predadores no controle de artrópodes-praga no Brasil são relativamente recentes, destacando-se estudos de sua utilização no controle de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), dos pulgões *Aphis gossypii* Glover, *Schizaphis graminum* (Rondani) e *Rhodobium porosum* (Sanderson) (Hemiptera: Aphididae), algumas cochonilhas dos citros, tais como *Coccus* sp. (Hemiptera: Coccidae), *Orthezia* sp. (Hemiptera: Ortheziidae), *Pinnaspis* sp. e *Selenaspis*

²Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Entomologia, Jaboticabal, SP, Brasil.

³Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Dourados, MS, Brasil.

sp. (Hemiptera: Diaspididae), e do percevejo-de-renda da seringueira *Leptopharsa heveae* Drake e Poor (Hemiptera: Tingidae) (CARVALHO; SOUZA, 2000; FREITAS 2001a). A fase larval desses predadores compreende três instares. Após o terceiro, as larvas tecem um casulo esférico onde passam por profunda histogênese e organogênese, formando o estágio pupal. Após alguns dias, a pupa se transforma em pupa móvel que rompe o casulo, se fixa a um substrato, onde passa pela última ecdise, surgindo o adulto (FREITAS, 2001a).

A eficiência dos inimigos naturais é afetada pelas condições ambientais, principalmente a temperatura (SAMSON; BLOOD, 1979). Esse é um dos fatores abióticos que apresenta grande influência no ciclo biológico dos insetos, tanto direta quanto indiretamente. Diretamente afeta seu desenvolvimento e seu comportamento e, indiretamente afeta sua alimentação. Segundo CANARD; PRINCIPI (1984), a temperatura tem papel fundamental no desenvolvimento dos crisopídeos. Os efeitos desse fator sobre algumas espécies desse grupo de predadores já foram comprovados, verificando-se que a duração das diferentes fases do desenvolvimento desses predadores é inversamente proporcional ao aumento da temperatura e a velocidade diretamente proporcional a esse aumento, afetando também as viabilidades e o potencial reprodutivo (SILVA, 1991; ALBUQUERQUE *et al.*, 1994; FIGUEIRA *et al.*, 2000; MAIA *et al.*, 2000; FONSECA *et al.*, 2001).

Dentre os vários gêneros de crisopídeos que ocorrem no Brasil, *Chrysoperla* Steinmann contém quatro espécies, com um grande número de atributos que as tornam predadores-chave em muitos sistemas agrícolas (KING; NORDLUND, 1992; FREITAS, 2003). A espécie *Chrysoperla raimundoi* Freitas e Penny (Neuroptera: Chrysopidae) foi relatada ocorrendo em pomares de citrus e goiaba (FREITAS; PENNY, 2001), podendo estar associada a regulação das populações de pragas existentes nesses cultivos. Como sua descrição ocorreu em 2001, pouco se conhece a respeito da sua biologia. Assim, este trabalho tem o objetivo de verificar o efeito da variação da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e pós-embrionário dessa espécie em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Adultos de crisopídeos foram coletados em seringal localizado na Fazenda-Escola da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Jaboticabal, Estado de São Paulo, levados a laboratório onde, após triagem e identificação, adultos de *C. raimundoi* foram acondicionados em gaiolas de cloreto de polivinila (PVC). A partir da criação-estoque, os crisopídeos foram multiplicados e criados em laboratório segundo metodologia proposta por FREITAS

(2001b), sendo utilizados insetos da terceira geração para montagem dos bioensaios.

Para verificar-se o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de *C. raimundoi*, utilizaram-se ovos com até 24 horas de idade, os quais foram individualizados em tubos de vidro vedados com filme plástico. Após a eclosão, cada larva foi alimentada *ad libitum* com ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae). Os bioensaios foram conduzidos em salas climatizadas a $19 \pm 2^\circ\text{C}$, $22 \pm 2^\circ\text{C}$, $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $28 \pm 2^\circ\text{C}$ e $31 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12 horas.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições por tratamento, cada um constituído por três ovos ou larvas de *C. raimundoi*, sendo avaliados a duração e viabilidade da fase de ovo, dos instares e dos períodos larval, de pré-pupa, pupa e do ciclo biológico. A mudança de instar foi constatada observando-se a presença da exúvia, a qual foi retirada com um pincel. Também foi determinado o limiar térmico inferior (Tb) e a constante térmica (K) em graus dia (GD), utilizando o método da hipérbole (HADDAD *et al.*, 1999). Os dados referentes à viabilidade dos instares e das fases de larva, pré-pupa e pupa foram transformados para arco-seno da $(x/100)^{1/2}$. Aqueles referentes à duração dos instares, fase larval, fase de pré-pupa, pupa e ciclo biológico foram transformados para $(x+0,5)^{1/2}$. Efetuou-se a análise de variância e o teste de agrupamento de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Duração das diferentes fases de desenvolvimento de *C. raimundoi*

Houve diminuição significativa na duração de todas as fases de desenvolvimento de *C. raimundoi* à medida que ocorreu aumento na temperatura (Tabela 1). O aumento de 3° a temperatura de 19°C proporcionou maior redução na duração do período embrionário quando comparado às reduções verificadas nas demais temperaturas. Esses resultados demonstraram que as larvas de *C. raimundoi* apresentaram maior sensibilidade às temperaturas inferiores a 22°C , evidenciando melhor adaptação dessa espécie a uma condição climática caracterizada por temperaturas médias mais elevadas, como aquelas verificadas em muitos locais da Região Neotropical, como sugerido por FIGUEIRA *et al.* (2000) para a espécie *C. externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae).

Comparando-se com a temperatura de 31°C , observa-se que a de 19°C apresentou incremento médio nos valores dos parâmetros avaliados acima dos 60% em relação às demais temperaturas testadas (Tabela 2).

Tabela 1 – Duração em dias (\pm EP) das fases de desenvolvimento e ciclo biológico de *Chrysoperla raimundoi* em cinco temperaturas. UR = $60 \pm 10\%$, fotofase 12 horas.

Tratamento	Ovo	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	Fase larval	Pré-pupa	Pupa	Larva - adulto
19° C	9,0 \pm 0,08 d	7,5 \pm 0,12 e	5,7 \pm 0,12 d	6,4 \pm 0,22 c	19,7 \pm 0,37 d	7,5 \pm 0,19 d	14,7 \pm 0,28 e	42,6 \pm 0,82 e,
22° C	5,5 \pm 0,12 c	5,0 \pm 0,22 d	3,8 \pm 0,17 c	3,9 \pm 0,36 b	13,0 \pm 0,74 c	4,7 \pm 0,27 c	6,1 \pm 0,16 c	31,9 \pm 0,41 d
25° C	4,1 \pm 0,10 b	3,8 \pm 0,07 c	3,2 \pm 0,24 b	2,8 \pm 0,09 a	9,6 \pm 0,12 b	3,7 \pm 0,20 b	7,4 \pm 0,18 d	25,1 \pm 0,29 c
28° C	3,9 \pm 0,04 b	3,3 \pm 0,10 b	2,5 \pm 0,11 b	3,0 \pm 0,04 a	8,9 \pm 0,18 b	2,5 \pm 0,13 a	5,9 \pm 0,15 b	21,1 \pm 0,20 b
31° C	2,9 \pm 0,05 a	2,7 \pm 0,10 a	1,5 \pm 0,11 a	2,6 \pm 0,20 a	6,9 \pm 0,33 a	2,3 \pm 0,27 a	5,0 \pm 0,00 a	16,9 \pm 0,00 a
CV (%)	2,40	4,34	6,74	7,84	4,97	7,35	3,08	1,98

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 2 - Incremento médio (%) na duração dos estádios de *Chrysoperla raimundoi* em função da temperatura. UR = $60 \pm 10\%$, fotofase 12 horas.

Tratamento	Ovo	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	Fase larval	Pré-pupa	Pupa	Larva – adulto
19° C	67,7	64,0	73,7	59,4	65,0	69,3	66,0	60,3
22° C	42,3	46,0	60,5	33,3	46,9	51,1	18,0	47,0
25° C	29,3	28,9	53,1	7,1	28,1	37,8	32,4	32,7
28° C	25,6	18,2	40,0	13,3	22,5	8,0	15,3	20,0
31° C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 3 – Viabilidade (\pm EP) das fases de desenvolvimento de *Chrysoperla raimundoi* em cinco temperaturas. UR = $60 \pm 10\%$, fotofase 12 horas.

Tratamento	Ovo	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	Fase larval	Pré-pupa	Pupa
19° C	92,3 \pm 7,46 a	98,0 \pm 5,69 a	100,0 \pm 0,00 a	100,0 \pm 0,00 a	95,9 \pm 6,11 a	90,4 \pm 8,89 a	50,0 \pm 14,90 a
22° C	98,4 \pm 4,45 a	100,0 \pm 0,00 a	99,6 \pm 3,34 a	99,3 \pm 5,00 a	95,2 \pm 10,18 a	99,3 \pm 5,00 a	94,0 \pm 5,45 a
25° C	99,6 \pm 3,34 a	100,0 \pm 0,00 a	100,0 \pm 0,00 a	96,6 \pm 5,10 a	94,0 \pm 5,45 a	99,6 \pm 3,34 a	77,0 \pm 6,93 a
28° C	94,0 \pm 5,45 a	99,3 \pm 5,00 a	99,3 \pm 5,00 a	100,0 \pm 0,00 a	90,4 \pm 8,89 a	96,6 \pm 5,10 a	82,0 \pm 7,53 a
31° C	96,6 \pm 5,10 a	98,0 \pm 5,69 a	92,3 \pm 10,24 a	95,0 \pm 6,68 a	66,0 \pm 9,22 a	46,7 \pm 12,80 b	38,8 \pm 17,00 a
CV (%)	21,22	14,60	18,31	15,41	32,94	28,60	50,87

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

ALBUQUERQUE *et al.* (1994), FIGUEIRA *et al.* (2000) e FONSECA *et al.* (2001) verificaram que o período embrionário, a duração dos ínstar e da fase larval e das fases de pré-pupa e pupa de *C. externa*, mantida em condições de temperatura semelhantes às do presente estudo, também diminuíram à medida que ocorreu a elevação da temperatura. Essa mesma tendência foi observada por SILVA (1991) para as diferentes fases e estádios de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae).

Viabilidade das diferentes fases de desenvolvimento de *C. raimundoi*

Com relação à viabilidade do período embrionário, dos ínstar, da fase de larva e de pupa, não se verificou efeito significativo das diferentes tempera-

turas (Tabela 3). Apenas pré-pupas mantidas a 31° C apresentaram redução significativa da viabilidade em relação àquelas mantidas nas demais temperaturas. Apesar de não terem sido verificadas diferenças significativas para a redução na viabilidade da fase de pupa nos extremos de temperaturas estudadas, 19 e 31° C, os valores obtidos para esse parâmetro (38,8 e 50,0% respectivamente) devem ser levados em consideração uma vez que pode haver interferência no estabelecimento das gerações sucessivas em condições de campo, além da manutenção dessa espécie de crisopídeo em laboratório numa criação massiva.

FIGUEIRA *et al.* (2000), estudando o desenvolvimento de *C. externa* alimentada com ovos de *A. argillacea*, não verificaram diferenças entre as viabilidades para larvas mantidas em diferentes tempera-

raturas. Trabalhando com essa mesma espécie e alimentado-a com ninfas do pulgão *S. graminum*, FONSECA *et al.* (2001) verificaram que os extremos de temperatura (15 e 30° C) promoveram as maiores reduções nas viabilidades dos ínstares e da fase larval. SILVA (1991) verificou que o período embri-

nário de *C. cubana* não foi afetado pelas temperaturas, porém, verificou que apenas larvas alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) de primeiro e terceiro ínstares apresentaram redução na viabilidade quando mantidas na menor temperatura (18° C).

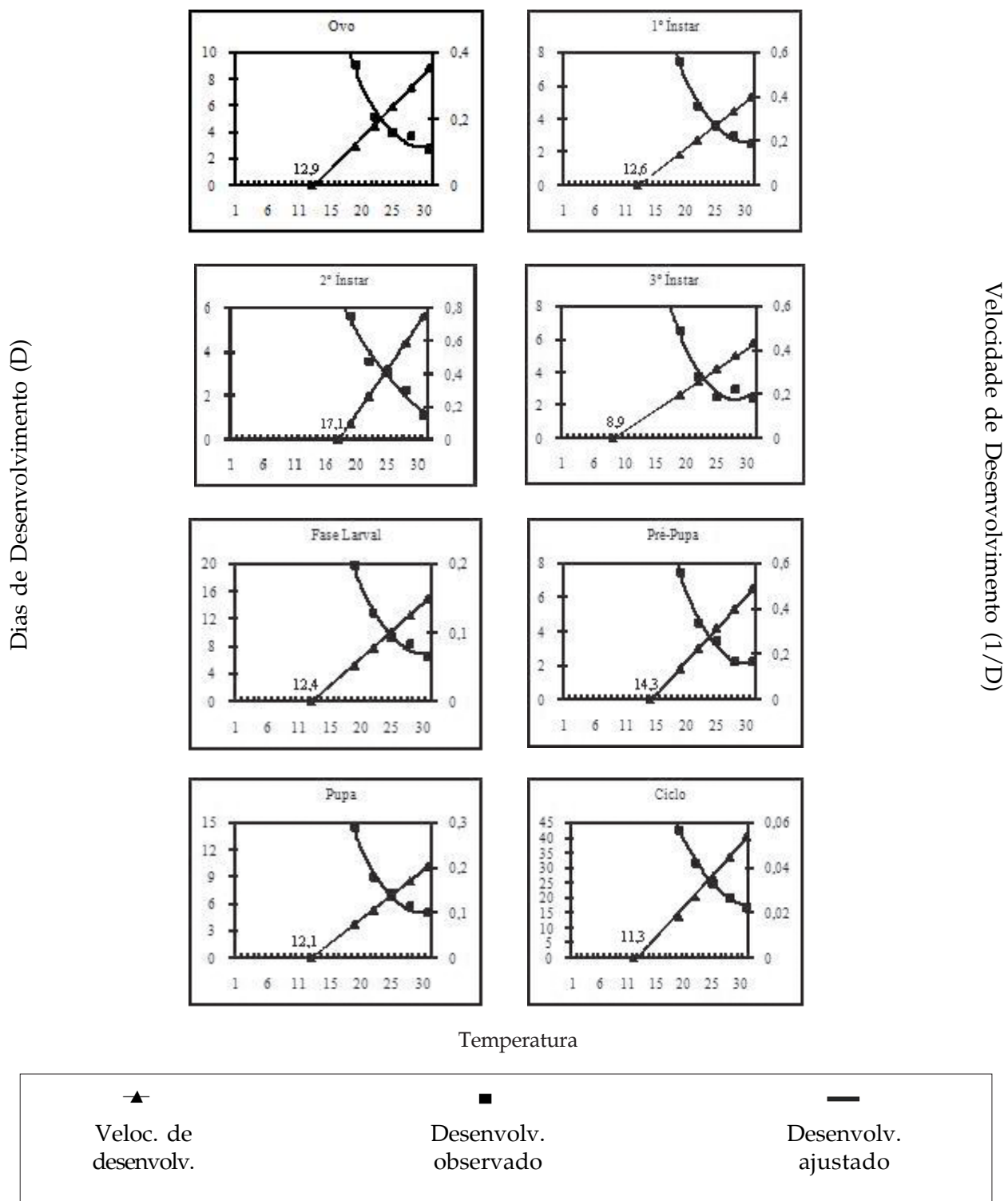


Fig. 1 - Curvas de regressão ajustadas para a velocidade do desenvolvimento (1/D) e a duração (D) das fases imaturas de *Chrysoperla raimundoi* em função da temperatura.

Tabela 4 - Temperatura-base (Tb) e constante térmica (K) em graus-dia (GD) para as fases do desenvolvimento de *Chrysoperla raimundoi*.

Fase	Tb (°C)	K (GD)
Ovo	12,9	50,69
1º instar	12,6	45,57
2º instar	17,1	18,25
3º instar	8,9	50,96
Fase larval	12,4	124,20
Pré-pupa	14,3	34,30
Pupa	12,1	92,86
Larva-adulto	11,3	335,34

Temperatura-base e constante térmica das diferentes fases de desenvolvimento de *C. raimundoi*

Com relação à temperatura-base (Tb) determinada para as diferentes fases desenvolvimento dessa espécie de crisopídeo, verificou-se variação de 8,9 a 17,1° C (Tabela 4) e (Fig. 1). Essa variação é pouco superior à encontrada por FIGUEIRA *et al.* (2000) e MAIA *et al.* (2000) para *C. externa*. Os menores valores da constante térmica (K) foram obtidos durante o 2º instar e a fase de pré-pupa, provavelmente em função da menor duração verificada para esses estádios e a menor necessidade de acúmulo de energia. A variação dessa constante verificada (18,25 a 335 GD) está relacionada estritamente a duração de cada uma das fases de desenvolvimento de *C. raimundoi*.

Verifica-se que a duração das diferentes fases do desenvolvimento de *C. raimundoi* foi inversamente proporcional à variação da temperatura, constatando-se o papel fundamental desse fator sobre o desenvolvimento dos crisopídeos como referido por CANARD; PRINCIPI (1984). Dessa forma, como sugerido por SAMSON; BLOOD (1979), a eficiência dessa espécie de crisopídeo pode ser afetada pela temperatura, podendo até inviabilizar um programa de controle biológico, já que cada espécie pode apresentar respostas diferenciadas em relação à variação desse fator. Vale salientar que o conhecimento do comportamento dos inimigos naturais sob diferentes condições de temperatura pode indicar seu potencial de adaptação a uma determinada região (CIVIDANES, 2001), sendo de grande importância estudos visando a avaliação dos parâmetros biológicos desses organismos objetivando possíveis programas de controle biológico.

CONCLUSÕES

1) A temperatura influenciou a velocidade de desenvolvimento de *C. raimundoi*;

2) apenas pré-pupas mantidas a 31° C tiveram sua viabilidade afetada;

3) as temperaturas de 25 e 28° C foram as mais adequadas para criação dessa espécie de crisopídeo por manter alta viabilidade e permitir o completo desenvolvimento num tempo satisfatório;

4) as temperaturas-base e as constantes térmicas de *C. raimundoi* variaram em função do desenvolvimento do inseto.

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*, v.4, p. 8-13, 1994.
- CANARD, M.; PRINCIPI, M.M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. (Ed.). *Biology of Chrysopidae*. Boston: W. Junk Publishes, 1984. cap. 4, p. 57-149.
- CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Lavras: UFLA, 2000. cap. 6, p. 91-109.
- CIVIDANES, F.J. Uso de graus-dia em entomologia, com particular referência ao controle de percevejos pragas da soja. Jaboticabal: Funep, 2001. 31p.
- FIGUEIRA, L.; 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*, v.24, n.2, p.319-326, 2000.
- FONSECA, A.; 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*, v.25, n.2, p.251-263, 2001.
- FREITAS, S. de. *O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas*. Jaboticabal: Funep, 2001a. 66p.
- FREITAS, S. de. *Criação de crisopídeos (bicho lixeiro) em laboratório*. Jaboticabal: Funep, 2001b. 20p.
- FREITAS, S. de. *Chrysoperla* Steinmann, 1964 (Neuroptera, Chrysopidae): descrição de uma nova espécie do Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.47, n.3, p. 385-387, 2003.
- FREITAS, S.; PENNY, N.D. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agroecosystems. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, v.52, n.19, p. 245-395, 2001.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P.; MORAES, R.C. *Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento dos insetos*. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29p.

KING, E.G.; NORDLUND, D.A. Propagation and augmentative releases of predators and parasitoids for control of arthropod pests. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.27, p.239-254, 1992.

MAIA, W.J.S.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*, v.24, n.1, p.81-86, 2000.

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

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

Recebido em 17/8/07

Aceito em 16/5/09