

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE A CRIAÇÃO DE ADULTOS DE *CHRYSOPERLA EXTERNA* (HAGEN, 1861) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

CALEB CALIFRE MARTINS

Universidade de São Paulo, FFCLRP, Departamento de Biologia, Laboratório de Morfologia e Evolução de Díptera, Av. dos Bandeirantes 3900, CEP: 14040-901, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. E-mail: calebcalifre@bol.com.br

SÉRGIO DE FREITAS †

Departamento de Fitossanidade, Universidade Estadual Paulista, Laboratório de Biossistemática, Biologia e Ecologia Molecular de Neurópteros, FCAV, CEP: 14884-900, Joticabal, São Paulo, Brasil. † In memoriam

Resumo: *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) tem grande importância em estudos de controle de pragas agrícolas, porém, o sucesso de sua criação massal depende de vários fatores, dentre os quais pode-se destacar a temperatura do ambiente de criação. Com o objetivo de descobrir qual a influência da temperatura ambiental sobre o potencial reprodutivo e sobrevivência de *C. externa*, foram comparados o período de pré-oviposição, número de ovos diários por fêmea, viabilidade dos ovos e mortalidade dos adultos de casais de *C. externa* mantidos em três temperaturas diferentes: $18 \pm 1^\circ\text{C}$, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e temperatura ambiente (média de $21,8 \pm 2^\circ\text{C}$). Realizaram-se três repetições de dez casais por tratamento, com cada casal mantido em uma gaiola de criação. A temperatura do ambiente em que adultos de *C. externa* foram criados interferiu em seu potencial reprodutivo, pois, com o aumento da temperatura o período de pré-oviposição diminuiu, o número de ovos diários por fêmea e a viabilidade dos ovos aumentaram, contudo, a mortalidade dos adultos não apresentou diferença significativa.

Palavras-chave: Criação massal; bicho lixeiro; oviposição; temperatura.

Abstract: *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) has great importance in studies of agricultural pest control, however, the success of its mass production depends on several factors, among which we can highlight the temperature of the rearing environment. Aiming to discover the influence of environmental temperature on the reproductive potential and survival of *C. externa*, pre-oviposition period, daily number of eggs per female, egg viability and mortality of adults of *C. externa* couples in three different temperatures: $18^\circ\text{C} \pm 1$, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ and ambient temperature (mean of $21.8 \pm 2^\circ\text{C}$) were compared. Three replicates of ten couples per treatment were made, with each couple maintained in a breeding cage. The temperature of the environment in which *C. externa* adults were reared interfered with their reproductive potential, because with increasing temperature the pre-oviposition decreased, the number of eggs per female and the daily egg viability increased, however, mortality of adults was not significantly different.

Key words: Mass production; Green lacewing; Oviposition; Temperature.

INTRODUÇÃO

Os crisopídeos possuem grande destaque em estudos que visam futuros programas de controle biológico de pragas agrícolas. Tais insetos possuem elevado potencial reprodutivo, resistência a vários inseticidas, são altamente vorazes, alimentando-se de várias presas, como cochonilhas, pulgões, moscas-brancas, ovos e pequenas lagartas de Lepidoptera, tripes e ácaros (Albuquerque et al. 1994; Carvalho & Souza, 2000). Chrysopidae é considerada a segunda maior família de Neuroptera, possuindo aproximadamente 1.500 espécies descritas, distribuídas em mais de 80 gêneros, os quais estão localizados em todos os continentes exceto a Antártica (Brooks & Barnard, 1990; New, 1991, Brooks, 1997).

Muitas espécies de Chrysopidae são estudadas com o intuito de serem criadas para futuras liberações no campo, as quais têm como objetivo realizar o controle biológico de várias pragas agrícolas. Entretanto, a produção econômica e eficiente desses predadores em laboratório depende de uma série de fatores que afetam o seu potencial de reprodução, inclusive a temperatura do ambiente em que são criados.

Chrysoperla externa (Hagen, 1861) junto com *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) destacam-se em estudos de biologia que visam auxiliar em futuros programas de controle biológicos de pragas agrícolas (Figueira et al., 2000). Segundo Nuñez (1988) e Albuquerque et al. (1994), *C. externa* é a espécie que possui o maior destaque na América Central e do Sul em eficiência no controle de pragas agrícolas, em função de seu grande potencial predatório, ampla distribuição geográfica e facilidade de ser criada em ambientes artificiais.

A eficiência dos inimigos naturais é afetada diretamente pelas condições ambientais, dentre as quais podemos destacar a temperatura. Assim como ocorre com outros predadores, a temperatura ambiental tem papel fundamental no desenvolvimento de crisopídeos (Samson & Blood, 1979). Cada espécie apresenta um regime térmico adequado, possuindo maior ou menor adequação do ambiente para o seu crescimento populacional (Salvadori & Parra, 1990).

Já foi observado que a temperatura influencia diretamente a velocidade de desenvolvimento, viabilidade e potencial de reprodução de *Chrysoperla carnea* (Stephens, [1836]) (Butler Jr. & Ritchie Jr. 1970, Chang et al. 1995), *Chrysopa* sp. (Samson & Blood, 1979), *Chrysoperla nipponensis* (Okamoto, 1914) e *Mallada desjardinsi* (Navás, 1911) (Nakahira et al., 2005) e *Pseudomallada prasinus* (Burmeister, 1839) (Pappas et al., 2008). Também se observou que a temperatura ambiente interfere no nível de canibalismo entre larvas de *C. carnea* (Rojht et al., 2009).

Devido à importância da temperatura sobre

os aspectos de vida dos crisopídeos, somado a importância deste predador como agente de controle biológico, este trabalho apresenta como objetivo avaliar a influência da temperatura sobre o potencial reprodutivo e sobrevivência de *C. externa*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção da criação estoque foram coletados insetos adultos em gramíneas localizadas às margens de um fragmento de floresta estacional semidecídua localizada em Jaboticabal, SP (21°15'17"S/48°19'20"W). Estes crisopídeos foram triados e casais da espécie *C. externa* foram separados e armazenados em gaiolas de criação (Freitas, 2001a, 2001b). Os adultos foram identificados com auxílio de chaves de identificação, e foram comparados com espécimes já identificados na coleção particular do Prof. Dr. Sérgio de Freitas (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal da Universidade Estadual Paulista - FCAV/ UNESP).

A criação estoque foi realizada em sala climatizada com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os adultos foram alimentados com uma dieta a base de mel e levedo de cerveja na proporção 1:1. Os ovos destes casais foram individualizados em recipientes de vidro translúcido e incolor vedados com filme plástico e, após a eclosão, as larvas foram alimentadas a cada dois dias com ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae). A metodologia utilizada para a realização da criação estoque foi baseada em Freitas (2001a, 2001b). Os adultos utilizados no experimento foram obtidos a partir da geração F1 da criação de estoque.

O ensaio foi conduzido em salas com fotoperíodo de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$ localizadas no Departamento de Fitossanidade/ FCAV/ UNESP nos meses de Agosto e Setembro de 2010. Foram realizados dois tratamentos em temperaturas constantes ($18 \pm 1^\circ\text{C}$ e $25 \pm 1^\circ\text{C}$) e um tratamento em espaço coberto fora do laboratório com temperatura, umidade e fotoperíodo ambiente. Neste ambiente não climatizado, a temperatura oscilou entre 15,3 e $30,2^\circ\text{C}$ com uma média de $21,8^\circ\text{C}$; já a umidade relativa oscilou entre 27,32% e 75,16% com média de 61%.

Os parâmetros foram mensurados com o auxílio de um termohigrômetro.

Para cada temperatura foram realizadas três repetições, cada uma constituiu-se de 10 casais de *C. externa* observados por 50 dias. Cada casal foi mantido em uma gaiola de tubo PVC (20 x 10 cm) e alimentado com a mesma dieta da criação estoque. A cada dois dias os casais foram trocados de gaiolas e seus ovos coletados e quantificados.

Para o cálculo de viabilidade, a cada três dias os ovos foram individualizados em placas de tes-

te de Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) cobertas com filme plástico. Após dois dias os ovos foram observados para a determinação da porcentagem de ovos férteis.

Além da viabilidade dos ovos, avaliou-se o período de pré-oviposição, o número de ovos diários por fêmea e a mortalidade dos adultos. Foi utilizada a análise de variância para comparar estas variáveis entre os tratamentos ($18 \pm 1^\circ\text{C}$, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e temperatura ambiente), com aplicação do Teste de Tukey ($p < 0,05$) para diferenciação das médias. As análises foram aplicadas com o uso do software Estat (Barbosa *et al.*, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elevações da temperatura na faixa de 18°C a 25°C proporcionam diminuição no período de pré-oviposição, aumento no número de ovos, aumento na porcentagem de ovos viáveis, bem como a diminuição na mortalidade de adultos de *C. externa* (Tabela 1).

Casais mantidos em 25°C apresentam o período de pré-oviposição significativamente mais

curto quando comparado ao período de pré-oviposição de casais mantidos em 18°C . Adultos mantidos em ambiente não climatizado não apresentaram diferença significativas na duração do período de pré-oviposição em relação aos períodos de pré-oviposição dos adultos mantidos nas outras duas temperaturas. O tempo de pré-oviposição de *C. externa* é inversamente proporcional ao aumento de temperatura, pois com o aumento da temperatura de 18°C para 25°C ocorreu uma diminuição de 40% do tempo necessário para que a fêmea comece a oviposição.

Os resultados obtidos corroboram com os de Figueira *et al.* (2002), que observaram uma redução significativa do período de pré-oviposição de *C. externa* com o aumento da temperatura no intervalo de 15°C e 30°C . Bem como, com os resultados de Pappas *et al.* (2008), os quais observaram que *P. prasinus* apresentou redução do período de pré-oviposição com o aumento de temperatura entre o intervalo de 15 a 25°C , contudo, também foi observado que com o aumento de 25°C para 30°C o período de pré-oviposição aumentou novamente.

Tabela 1 – Período de pré-oviposição (dias), oviposição (número diário de ovos por fêmea), mortalidade de adultos e viabilidade dos ovos (média \pm erro padrão) de adultos de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) submetidos às temperaturas de criação de 18°C , ambiente (média de $21,8^\circ\text{C}$) e 25°C .

Tratamento	Pré-oviposição (dias)	Oviposição (ovos/dia/fêmea)	Mortalidade (%)	Viabilidade (%)
18°C	$7,72 \pm 0,4$ a	$13,06 \pm 1$ b	$10 \pm 4,7$ a	95,30 b
Ambiente (Média $21,8^\circ\text{C}$)	$5,83 \pm 0,5$ ab	$16,92 \pm 1,5$ ab	$6,7 \pm 2,6$ a	$98,71 \pm 0,1$ a
25°C	$4,63 \pm 0,3$ b	$21,48 \pm 0,3$ a	$6,7 \pm 2,7$ a	$99,15 \pm 0,1$ a
CV (%)	25	24	0,2	2

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV – Coeficiente de Variação.

A taxa de oviposição diária aumentou proporcionalmente ao aumento da temperatura. Com o aumento de 7°C ($18 - 25^\circ\text{C}$) ocorreu um acréscimo de aproximadamente oito ovos por fêmea. Fêmeas mantidas a 25°C ovipositaram significativamente mais ovos (61%) quando comparadas às fêmeas mantidas em 18°C . Pappas *et al.* (2008) também observaram que ocorreu um aumento significativo no número de ovos por fêmea com o aumento da temperatura entre o intervalo de 15 a 27°C para *P. prasinus*, porém, com 30°C não ocorreu oviposição.

O número de ovos diários por fêmea não apresentou diferença significativa entre as temperaturas ambiente e de 25°C , pois ambas as temperaturas encontram-se na faixa ótima de

reprodução para esta espécie, ou seja, $24 \pm 3^\circ\text{C}$ conforme relatado por Figueira *et al.* (2000) e Fonseca *et al.* (2001).

A variação da temperatura é importante tanto para populações naturais de *C. externa*, quanto para a criação massal da espécie em populações artificiais, pois, segundo Southwood (1978), a variação deste fator afeta o número de indivíduos existentes em tais populações, podendo determinar a maior ou menor densidade. Dessa maneira, biofábricas que criam massalmente *C. externa* com o intuito de realizarem controle biológico de pragas agrícolas, poderão controlar a produção de ovos da espécie através da variação da temperatura.

Dentro do intervalo de temperatura utilizado no estudo (18°C até 25°C), a porcentagem de ovos viáveis é proporcional à diminuição da temperatura, concordando com Chapman (1998), o qual citou que temperaturas baixas podem não permitir o desenvolvimento dos embriões, inviabilizando-os.

As temperaturas de 25°C e ambiente não apresentaram diferenças significativas em relação à viabilidade dos ovos, contudo, quando se compara a viabilidade dos ovos destas duas temperaturas em relação ao mesmo parâmetro em fêmeas mantidas a 18°C observa-se uma perda significativa na viabilidade dos ovos, ou seja, em um intervalo de 7°C ocorreu uma perda de aproximadamente 4% de ovos viáveis.

O incremento na viabilidade dos ovos sob temperaturas mais elevadas está de acordo com os resultados obtidos por Pessoa *et al.* (2004). Esses autores observaram que ovos mantidos a 15°C apresentaram redução na viabilidade em relação àqueles mantidos a 20°C e 25°C. Os resultados também concordam com os resultados de Nakahira *et al.* (2005) e Pappas *et al.* (2008), os quais observaram que com o aumento da temperatura de 15 a 25°C ocorreu um aumento da viabilidade dos ovos para *M. desjardinsi*, *C. nipponensis* e *P. prasinus*, respectivamente.

A mortalidade dos adultos não apresentou diferença significativa entre as temperaturas utilizadas, porém, este parâmetro diminuiu proporcionalmente ao aumento de temperatura, fato que também foi observado por Figueira *et al.* (2002) em condições de 24°C até 30°C.

A temperatura influenciou diretamente o potencial reprodutivo de *C. externa*, porém, não afetou significativamente a sobrevivência de adultos desta espécie, ou seja, a temperatura poderá ser manipulada, em biofábricas, para a adequação da produção massal de *C. externa* conforme a necessidade do incremento no número de ovos.

De acordo com os resultados deste estudo, as temperaturas ideais para a criação massal de *C. externa* são 25°C e ambiente (se a criação ocorrer dentro das mesmas condições utilizadas aqui), pois, obtiveram maior produção e viabilidade de ovos, bem como menor mortalidade de adultos. Estas duas últimas temperaturas não apresentaram diferenças significativas, ou seja, ambientes não climatizados poderiam ser utilizados para a criação massal de *C. externa*, desde que a temperatura mínima e média não sejam inferiores a 15 e 22°C, respectivamente.

A utilização de ambientes não climatizados pode resultar em redução de gastos financeiros com energia elétrica na manutenção da temperatura em ambientes climatizados. Contudo, é importante salientar que a utilização de ambiente não climatizado dependerá da região e do período do ano em que a criação for realizada, pois, a temperatura, umidade e o fotoperíodo apresentam grande variação em diferentes regiões e períodos anuais como pode ser observado em Marengo & Valverde (2007).

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, G. S., C. A. Tauber & M. J. Tauber.** 1994. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potencial for biological control in Central and South America. *Biological Control* 4: 7-13.
- Barbosa, J. C., E. B. Malheiros & D. A. Banzatto.** 1992. ESTAT: um sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Versão 2.0. Jaboticabal: Unesp.
- Brooks, S. J.** 1997. An overview of the current status of Chrysopidae (Neuroptera) systematic. *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 44: 267-275.
- Brooks, S. J. & P. C. Barnard.** 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *The bulletin of the British museum (Natural History)* 59: 117-286.
- Butler Jr., G. D. & P. L. Ritchie Jr.** 1970. Development of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) at constant and fluctuating temperatures. *Journal of Economic Entomology* 63: 1028-1030.
- Carvalho, C. F. & B. Souza.** 2000. Métodos de criação e produção de crisopídeos. p. 91-109. *In*: V.H.P. BUENO, (Ed.). Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. Lavras, UFLA.
- Chang, YIN-FU., M. J. Tauber & C. A. Tauber.** 1995. Storage of the mass-produced predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae): influence of photoperiod, temperature, and diet. *Biological Control* 24: 1365-1374.
- Chapman, R. F.** 1998. *The insects: structure and function*. 4.ed., University Press, Cambridge, Harvard.
- Figueira, L. K., C. F. Carvalho & B. Souza.** 2002. Influência da temperatura sobre alguns aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência e agrotecnologia* 26: 1439-1450.
- Figueira, L. K., C. F. Carvalho & B. Souza.** 2000. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência e agrotecnologia* 24: 319-326.

- Fonseca, A. R., C. F. Carvalho & B. Souza.** 2001. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Ciência e Agrotecnologia* 25: 251-263.
- Freitas, S.** 2001a. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo.
- Freitas, S.** 2001b. Criação de crisopídeos (Bicho lixeiro) em laboratório. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo.
- Marengo, J. A. & Valverde, M. A.** 2007. Caracterização do clima do Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando modelos do IPCC-AR4. *Revista Multiciência* 8: 5-28.
- Nakahira, K., Nakahara, R. & Arakawa, R.** 2005. Effect of temperature on development, survival, and adult body size of two green lacewings, *Mallada desjardinsi* and *Chrysoperla nipponensis* (Neuroptera: Chrysopidae). *Applied Entomology and Zoology* 40: 615-620.
- New, T. R.** 1991. Neuroptera. p. 525-542. *In*: CSIRO (eds.). *The insects of the Australia*. New York, Cornell University.
- Núñez, E. Z.** 1988. Ciclo biológico e criação de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Peruana de Entomologia* 31: 76-82.
- Pappas, M. L., Broufas, G. D. & Koveos, D. S.** 2008. Effect of temperature on survival, development and reproduction of the predatory lacewing *Dichochrysa prasina* (Neuroptera: Chrysopidae) reared on *Ephestia kuehniella* eggs (Lepidoptera: Pyralidae). *Biological Control* 45: 396-403.
- Pessoa, L. G. A., M. V. Leite, S. De Freitas & G. C. Garbin.** 2004. Efeito da variação da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de *Ceraeochrysa paraguaria* (Navás) (Neuroptera: Chrysopidae) *Arquivos do Instituto Biológico* 71: 473-476.
- Rojht, H., F. Budija, & S. Trdan.** 2009. Effect of temperature on cannibalism rate between green lacewings larvae (*Chrysoperla carnea* [Stephens], Neuroptera, Chrysopidae). *Acta agriculturae Slovenica* 93: 5-9.
- Salvadori, J. R. & J. R. P. Parra.** 1990. Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *Pseudaletia sequax* (Lepidoptera: Noctuidae), em dieta artificial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 25: 1693-1700.
- Samson, P. R. & P. R. B. Blood.** 1979. Biology and temperature relationships of *Chrysopa* sp., *Micromus tasmaniae* and *Nabis capsiformis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 25: 253-259.
- Southwood, T. R. E.** 1978. *Ecological Methods with Particular Reference to the Study of Insect Populations*. Methuen, Inc., London.

Recebido em 30.VI.2014
Aceito em 17.X.2014