



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Evaluación del desarrollo de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) sometida a choques térmicos en la fase larvaria



*Aline Cesar de Lira*¹; *Agustín Garzón Hidalgo*²

¹Graduanda en Agronomía, UFLA, Lavras – MG, alira@agronomia.ufla.br

²Doctorando en Manejo Integrado de Plagas, UPM, Madrid – España, agus.garzon@gmail.com

RESUMEN: Dentro del marco de la agricultura ecológica, el empleo de enemigos naturales es una herramienta imprescindible para el control de insectos plaga. *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) es un depredador generalista que ejerce un control eficaz de diversos artrópodos de cuerpo blando, especialmente pulgones. Para conseguir unas condiciones óptimas de desarrollo, la temperatura dentro del invernadero en el que son liberados ha de encontrarse próxima a los 25 °C. Sin embargo, en ocasiones se producen desajustes térmicos como consecuencia de fallos en los sistemas de ventilación y calefacción de los invernaderos. Por ello, en el presente trabajo se estudió la respuesta de *C. carnea* tras ser sometida a periodos con temperaturas extremas alejadas del óptimo. Los ensayos se realizaron en laboratorio (70 ± 10% HR, fotoperiodo 16:8 L:O) sometiendo a cada uno de los tres estadios larvarios (L1, L2, L3) (< 48 h desde la eclosión o muda) a temperaturas de 0 °C y 40 °C, en periodos de 30', 1 h y 2 h respectivamente, tomando como temperatura control 25 °C (constante). Las larvas se mantuvieron en cajas individuales y fueron alimentadas *ad libitum* con huevos de *Ephesia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). En el análisis de los resultados fue utilizado el procedimiento ANOVA, LSD ($P < 0.05$). Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de la Unidad de Protección de Cultivos (Universidad Politécnica de Madrid). Solo existieron diferencias significativas en la duración del estadio L3 cuando las larvas fueron sometidas a choques térmicos en L2. Con choques en L2 la fase L3 a 25 °C duró 6.00 ± 0.41 d, mientras que a 0 °C / 2 h fue de 4.50 ± 0.29 d, y a 40 °C durante 1 h y 2 h fue de 8.00 ± 0.32 d y 7.33 ± 0.33 d respectivamente. Los resultados demuestran la resistencia de *C. carnea* a temperaturas extremas durante cortos intervalos de tiempo.

PALABRAS CLAVE:, crisopa, temperatura, control biológico

Development of *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) after thermal shocks in larval period

ABSTRACT: The use of natural enemies in ecological agriculture is an essential tool for the control of pest populations. *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) is a generalist predator that exerts an effective control of different soft-bodied insects, especially aphids. To achieve optimal developmental conditions of the predator, the temperature inside the greenhouse where it is released must be around 25 °C. However, this optimal conditions might be disrupted by the occurrence of possible failures in the greenhouse cooling or heating systems. Thus, in the present work it was studied the response of *C. carnea* after being exposed to short thermal shocks in terms of larval development. The experiments were done in laboratory conditions (70 ± 10% RH, photoperiod 16:8 L:D) exposing each of the three larval instars (L1, L2, L3) (< 48 h from hatching or moulting) to temperatures of 0 °C and 40 °C, in periods of 30', 1 h and 2 h respectively, considering 25 °C as control temperature (constant). Larvae were kept inside individual arenas and were fed *ad libitum* with *Ephesia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) eggs. The statistical analysis was done using the ANOVA, LSD ($P <$

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

0.05) procedure. The experiments were conducted in the Crop Protection Unit (Technical University of Madrid). Regarding the results, significant differences were found in the length of L3 only when larvae were exposed to thermal shocks in L2. In this case, the L3 length was 6.00 ± 0.41 d for the control, while at $0^\circ\text{C} / 2$ h was 4.50 ± 0.29 d, and at 40°C for 1 h and 2 h was 8.00 ± 0.32 d and 7.33 ± 0.33 d respectively. These results show the resistance of *C. carnea* to extreme temperatures when exposed in short time periods.

KEY WORDS: green lacewing, temperature, biological control

INTRODUCCIÓN

Las larvas del enemigo natural *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) son depredadoras polífagas, voraces y muy móviles, estando presentes en muchos sistemas agrícolas (Viñuela et al., 1996; Medina et al., 2003). Existen muchas presas potenciales para las larvas de *C. carnea*, como pulgones, cochinillas, moscas blancas, psilas, trips, lepidópteros y ácaros, entre otros (Araújo, 1990). Al tratarse de un depredador generalista, es capaz de mantener niveles poblacionales significativos durante la época de cultivo debido al amplio rango de presas que posee, lo cual le convierte en un insecto atractivo como agente de control biológico de plagas (Holt & Lawton, 1994). Además, *C. carnea* es el crisópido más ampliamente distribuido en la Península Ibérica (Díaz-Aranda & Monserrat, 1990), justificándose de este modo su utilización en esa región.

La duración de la fase larvaria, así como sus parámetros reproductivos y su potencial depredador, pueden cambiar o sufrir alteraciones debido al tipo de alimento suministrado y también a los factores climáticos, como la temperatura y humedad relativa (Silva et al., 2002; Boregas et al., 2003; Maia, 2013). Por ello, es importante el conocimiento de los rangos de temperatura soportables por los agentes de control biológico.

Durante el tercer estadio larvario de *C. carnea* tiene lugar la máxima ingestión de presa, siendo la fase en la que la supervivencia de las crisopas también es mayor (Nicoli et al., 1991; Daane & Yokota, 1997).

Las larvas mantenidas a temperaturas alejadas del óptimo sufren alteraciones en su tiempo de desarrollo. Las bajas temperaturas provocan una prolongación en la duración de la fase larvaria en comparación con temperaturas más elevadas (Butler et al., 1970; Nicoli et al., 1991; Silva et al., 2002).

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la duración del desarrollo (días), en concreto del tercer estadio larvario por ser el de mayor actividad depredadora, de larvas de *C. carnea* tras ser expuestas a temperaturas extremas, de 0 y 40°C .

MATERIAL Y MÉTODOS

Las larvas de *C. carnea* fueron obtenidas de la cría establecida en el Laboratorio de la Unidad de Protección de Cultivos (UPM), donde también fue desarrollado todo el trabajo. La cría fue mantenida en una cámara a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, HR $70 \pm 10\%$ y fotoperiodo de 16:8 L:0 horas. Las larvas fueron alimentadas *ad libitum* con huevos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae).

Se ensayaron 6 combinaciones de temperatura/tiempo (además del control) para cada estadio larvario (L1, L2 y L3), empleando larvas con menos de 48 horas desde la eclosión (L1) o la anterior muda (L2 y L3). Todos los estadios analizados fueron sometidos a 0°C y 40°C , a intervalos de $30'$, 1 h

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

y 2 h, respectivamente. El tratamiento utilizado como control fue mantenido a una temperatura constante de 25°C. La temperatura en las cámaras a 0°C, 40°C y 25°C fue controlada por medio de termómetros de precisión. Una vez que las larvas eran sometidas a los choques térmicos correspondientes a cada uno de los estadios, fueron trasladadas a la cámara a 25°C, donde estaban las del tratamiento control.

Las larvas utilizadas en el ensayo fueron individualizadas en cajas (4 cm Ø, 2.5 cm altura) para evitar el canibalismo. A cada una de las larvas se le ofreció una cantidad *ad libitum* de huevos de *E. kuehniella*, de manera que no fuese un factor limitante en el desarrollo. Se utilizaron 5 repeticiones por cada combinación de temperatura/tiempo en cada uno de los estadios larvarios.

Tras someter a las larvas a los choques de temperatura en cada estadio, se evaluó la duración (días) del tercer estadio (L3) hasta la formación de pupa. Los datos obtenidos fueron analizados mediante ANOVA, LSD ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los choques de temperatura en larvas L1 no afectaron significativamente el tiempo de desarrollo en L3 en comparación con las del control. La mortalidad larvaria fue del 20% para las larvas sometidas en L1 a 0 °C durante 30' y 1 h respectivamente. En el caso de las larvas sometidas en L1 a 40 °C, la mortalidad fue del 40% y del 20% para los intervalos de 30' y 1 h respectivamente.

En los ensayos en los que las larvas L2 fueron expuestas a temperaturas extremas, se observó que en la fase L3 (mantenidas a 25°C), mostraron diferencias significativas con los ensayos a 0 y 40°C. En general, las larvas expuestas a los choques de temperatura en el segundo estadio larvario (L2), al alcanzar el estadio L3 presentaron un tiempo de desarrollo menor en los tratamientos a 0°C en comparación con las larvas sometidas a 40°C. Hay que destacar que a 0°C / 2 h la duración del estadio L3 presentó un valor significativamente inferior a los demás. La mortalidad larvaria fue del 20% para las larvas sometidas en L2 a 0 °C durante 2 h. En el caso de las larvas sometidas en L2 a 40 °C, la mortalidad fue del 20% y del 40% para los intervalos de 30' y 2 h respectivamente. Tanto en el estadio L1 como en L2 se observó mayor supervivencia en aquellas larvas sometidas a choques de bajas temperaturas (0 °C) en comparación con las sometidas a intervalos de altas temperaturas (40 °C). De hecho, en especies próximas a *C. carnea*, como *Nineta pallida* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae), se han citado elevados niveles de crioresistencia, pudiendo soportar temperaturas de – 18 °C en el caso de larvas L1 y – 12 °C en larvas L2 (Canard & Vannier, 1992). Otros neurópteros, como *Hemerobius pacificus* Banks, *Micromus tasmaniae* (Walker) y *Wesmaelius subnebulosus* (Stephens) (Neuroptera: Hemerobiidae) también han demostrado tener niveles de actividad larvaria a temperaturas próximas a los 0 °C (Laffranque & Canard, 1975; Neuenschwander, 1975; Syrett & Penman, 1981).

En los ensayos en los que las larvas fueron sometidas a los choques térmicos en el estadio L3, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. El mayor tiempo de desarrollo en L3 fue de 3.40 ± 1.47 días en los individuos sometidos a 0 °C / 2 h en este estadio (L3). Esto hace pensar que bajas temperaturas por un intervalo prolongado de tiempo en este estadio pueden ocasionar una mayor duración de la fase L3 (Tabla 1). La supervivencia de las larvas fue del 100% en todas las combinaciones de temperatura/tiempo, lo cual indica la mayor resistencia del tercer estadio larvario (L3) a los choques térmicos. La mayor resistencia al frío del estadio L3 con respecto a los estadios L1 y L2 puede explicar que algunas especies de crisopa pasen preferentemente el periodo invernal como larvas de último estadio en lugar de hacerlo como estadios larvarios más inmaduros (Canard, 1997). En lo referente a la resistencia a las altas temperaturas, parece razonable que ésta aumente en el estadio L3, ya que la cutícula de las larvas se encuentra más quitinizada, reduciéndose de este modo el riesgo de deshidratación.

Tabla 1. Tiempo de desarrollo (media \pm ES) del tercer estadio larvario (L3) de *C. carnea* cuando fue sometida a temperaturas de 0 °C, 40 °C y 25 °C (control) en cada uno de sus estadios larvarios (L1, L2 y L3) durante periodos de 30', 1 h y 2 h respectivamente (70 \pm 10% HR, fotoperiodo 16:8 L:O).

Régimen de T ^a / tiempo	Tiempo de desarrollo L3 (días) en función del estadio larvario expuesto		
	L1	L2	L3
0 °C / 30'	8.40 \pm 0.24 a	6.60 \pm 0.24 ab	2.20 \pm 0.80 a
0 °C / 1 h	6.25 \pm 1.03 a	6.20 \pm 0.49 ab	1.40 \pm 0.40 a
0 °C / 2 h	7.40 \pm 0.93 a	4.50 \pm 0.29 c	3.40 \pm 1.47 a
40 °C / 30'	8.33 \pm 0.33 a	7.00 \pm 0.41 abd	2.00 \pm 1.00 a
40 °C / 1 h	5.75 \pm 1.31 a	8.00 \pm 0.32 d	1.80 \pm 0.49 a
40 °C / 2 h	4.80 \pm 1.11 a	7.33 \pm 0.33 bd	1.80 \pm 0.49 a
25 °C (control)	5.33 \pm 0.67 a	6.00 \pm 0.41 a	1.00 \pm 0.00 a
	F_{6,22} = 2.42	F_{6,23} = 8.92	F_{6,28} = 0.90
	P = 0.060	P < 0.001	P = 0.510

Los datos (media \pm ES) seguidos por letras diferentes en la misma columna difieren significativamente (ANOVA, LSD, $P < 0.05$).

CONCLUSIONES

Los estadios larvarios L1 y L2 de *C. carnea* fueron más sensibles a los choques térmicos, presentando mayor mortalidad que el estadio L3.

De forma general, las larvas de los distintos estadios mostraron mayor resistencia a las bajas temperaturas que a las altas.

Las larvas de segundo estadio (L2), al ser sometidas a intervalos con temperatura de 0°C presentaron menor duración en la fase L3 que las sometidas a intervalos con temperatura de 40 °C.

Cuando las larvas de tercer estadio (L3) de *C. carnea* fueron sometidas a la temperatura de 0 °C, mostraron en general una mayor duración de dicha fase en comparación con las temperaturas de 40 °C y 25 °C (control).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todo el personal de la Unidad de Protección de Cultivos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid (UPM) por haber permitido la realización de este trabajo.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



REFERENCIAS

ARAÚJO, J.; BICHÃO, M. H. Biotecnologia de produção de *Chrysoperla* cárnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Boletín de Sanidad Vegeral Plagas**. Buenos Aires, v.16, n. 1, p. 113-118, 1990.

BOREGAS, K.G.B.; CARVALHO, F. C.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 27, n. 1, p.7-16, jan./fev. 2003.

BUTLER, G. D., Jr.; RITCHIE, P. L., Jr. Development of *Chrysopa* cárnea at Constant and fluctuating temperatures. **Journal of Economic Entomology**. v. 63, n. 3, p. 1028-1030, 1970.

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

CANARD, M.; VANNIER, G. Adaptation of preimaginal stages of *Nineta pallida* (Schneider) to frost and heat (Insecta, Neuroptera, Chrysopidae). In: Current Research in Neuropterology. Proceedings of the Fourth International Symposium on Neuropterology. Bagnères-de-Luchon, France, 1991 (M. Canard, H. Aspöck, M.W. Mansell, eds.). Imprimerie Sacco, Toulouse, France, 1992. p. 75-85.

DAANE, K.M.; YOKOTA, G.Y. Release methods affect egg survival and distribution of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) in augmentation programs. **Environmental Entomology**. v. 26, p. 455-464, 1997.

DÍAZ-ARANDA, L.M., MONSERRAT, V.J. Estadíos larvarios de los neurópteros ibéricos. VI: *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel, 1972) y *Chrysoperla ankylopteryxformis* Monserrat y Díaz-Aranda, 1989. (Insecta, Neuroptera: Chrysopidae). **Boletín Sanidad Vegetal Plagas**. v. 16, p. 675-689, 1990.

HOLT, R. D.; J. H. LAWTON. The ecological consequences of shared natural enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 25, p. 495–520, 1994.

LAFFRANQUE, J.P.; CANARD, M. Biologie du prédateur aphidiphage *Boriomyia subnebulosa* (Stephens) (Neuroptera, Hemerobiidae): études au laboratoire et dans les conditions hivernales du Sud-Ouest de la France. **Annales de Zoologie Ecologie Animale**. v. 7, p. 331-343, 1975.

MAIA, J. B. **Toxicidade de agroquímicos usados na cultura do milho na Espanha, sem e com chuva, para *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório e casa de vegetação**. 2013. 129p. Tese (Doutor em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

MEDINA, P., BUDIA, F., DEL ESTAL, P. & VIÑUELA, E. Effects of three modern insecticides: pyriproxifen, spinosad and tebufenozide on survival and reproduction of *Chrysoperla carnea* adults. **Annals of Applied Biology**. v.142, p.55–61, 2003.

NEUENSCHWANDER, P. Influence of temperature and humidity on the immature stages of *Hemerobius pacificus*. **Environmental Entomology**. v. 4, p. 215-220, 1975.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



NICOLI, G., GALAZZI, D., MOSTI, M. & BURGIO, G. Embryonic and larval development of *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuro., Chrysopidae) at different temperature regimes. **Bulletin OILB/SROP.** v. 14, p. 43-49, 1991.

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

SYRETT, P.; PENMAN, D.R. Developmental threshold temperature for the brown lacewing, *Micromus tasmaniae* (Neuroptera, Hemerobiidae). **New Zealand Journal of Zoology.** v. 8, p. 281-283, 1981.

VIÑUELA, E., HÄNDEL, U., VOGT, H. Evaluación en campo de los efectos secundarios de dos plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y un extracto de neem, sobre *Chrysoperla carnea*. **Boletín Sanidad Vegetal Plagas.** v. 22 (1), p. 97-106, 1996.