

REQUERIMIENTOS TERMICOS PARA EL DESARROLLO DE *Encarsia formosa* (HYMENOPTERA: APHELINIDAE) CRIADO EN *Trialeurodes vaporariorum* (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

A. SOTO¹, A. NORERO¹, J. APABLAZA¹ Y P. ESTAY²

¹Departamento de Ciencias Vegetales
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Pontificia Universidad Católica de Chile
Casilla 306, Correo 22, Santiago, Chile

²Centro Regional de Investigación La Platina
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Abstract

A. Soto, A. Norero, J. Apablaza and P. Estay. Thermal requirements for development of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) reared in *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). Lower temperature thresholds and accumulated day-degrees for development of *E. formosa* - an important parasitoid of *T. vaporariorum* - were determined. The study was conducted from May 1996 through January 1997, in growth chambers and in greenhouse. The developmental time from egg to adult of *E. formosa* was determined rearing the insect in the third and fourth nymphal instars of *T. vaporariorum*, on tomato plants, under temperatures of 14,6; 18,5; 21,8; 25,7; 28,7 and 33,5°C. With a photoperiod of 14 h of light. The information allowed to calculate the thermal requirements of the parasitoid through the mean temperature method. When *E. formosa* was reared in the third nymphal instar of *T. vaporariorum* the mean length of time from egg to adult varied from 9.4 days at 33.5°C to 28.4 days at 14.6°C. The corresponding time when reared in the fourth nymphal instar varied from 10.0 days at 33.5°C to 29.5 days at 14.6°C. The threshold temperature when infesting the third nymphal instar of *T. vaporariorum* was 5,5°C at the fourth nymphal instar it was 5,06°C, averaging 5,28°C. The accumulated temperature to complete the development from egg to adult when infesting the third nymphal instar was 294,1 degree-days (°D); when infesting the fourth nymphal instar it was 322,5°D, averaging 308,3°D. Despite of a threshold temperature higher in the third nymphal instar the thermal constant was lower in that instar than in the fourth nymphal instar. This information and the corresponding to the whitefly should contribute to improve the rearing conditions of the parasitoid, and to a more accurate timing its liberation and monitoring.

Key words: *Encarsia formosa*, *Trialeurodes vaporariorum*, tomato, threshold temperature, thermal constant

Cien. Inv. Agr. 28 (2): 103-106 2001

INTRODUCCION

Durante los últimos 25 años, diversas especies de parasitoides afelinidos (Hymenoptera: Aphelinidae) se han empleado en gran escala para controlar hemípteros tales como conchuelas (Coccoidea), pulgones (Aphididae) y mosquitas blancas (Aleyrodidae) (Van Lenteren *et al.*, 1997). Un caso exitoso ha sido el control de la mosquita blanca del invernadero, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), con *Encarsia formosa* Gahan (Español y Corredor, 1988; López y Botto, 1995; Van Lenteren *et al.*, 1997), especialmente en el cultivo de tomate (Van Lenteren y Woets, 1988). Siendo *T. vaporariorum* una plaga de amplia distribución mun-

dial, ha tenido especial importancia en tomate cultivado en invernaderos de la V Región (Soto *et al.*, 1999).

Por otra parte, varios autores (Wilson y Barnett, 1983; Zalom *et al.*, 1983; Chiang, 1985; Gage y Russell, 1991) se han referido a los conceptos de constante térmica, temperatura base de desarrollo y grados días, así como su cálculo y aplicación en el manejo de plagas. Incluso Boukadida y Michelakis (1994) obtuvieron resultados positivos con *E. formosa* en combinación con trampas pegajosas amarillas y aspersiones de insecticidas para controlar *T. vaporariorum* en pepino de ensalada. Soto *et al.* (1999) aportaron antecedentes sobre las temperaturas umbrales y las constantes térmicas para los diver-

¹ Dirigir correspondencia a: J. Apablaza-juapabl@puc.cl

esos estados inmaduros de *T. vaporariorum*, con la finalidad de tomar oportunas medidas de manejo, entre otras, de liberar enemigos naturales en fechas adecuadas.

En esta línea, el presente trabajo tuvo como primer objetivo determinar el período que va de huevo a adulto de *E. formosa*, bajo seis regímenes térmicos distintos, usando ninfas de *T. vaporariorum* como sustrato. Esta información es necesaria para lograr el objetivo final, es decir, calcular la temperatura base de desarrollo y los grados días acumulados (o constante térmica) para completar el desarrollo de huevo a adulto del parasitoide. El conocimiento de estos requerimientos térmicos permite mejorar la crianza masiva del parasitoide, sincronizándola con el desarrollo de la plaga, y de esta manera contribuir al manejo racional de ésta.

MATERIALES Y METODOS

Se estudió el ciclo de vida de *E. formosa* en cámaras de crecimiento a temperaturas de 14,6; 18,5; 21,8; 25,7; 28,7 y 33,5°C, con una humedad relativa entre 39,5 y 59,8%, y un fotoperíodo de 14 horas de luz y 10 de oscuridad. El procedimiento se inició infestando diez plantas de tomate Fa-144 con mil adultos de mosquita blanca, en el interior de una jaula, con ayuda de un aspirador bucal. Las plantas y los insectos se depositaron en el interior de jaulas de 0,73 x 0,50 x 0,55 m, con marco y piso de madera, la pared posterior de vidrio y las restantes forradas con muselina. Se permitió que los adultos ovipusieran durante 24 h y después fueron retirados con el aspirador bucal, o con fino chorro de agua.

Se separaron dos grupos de cinco plantas cada uno, en dos jaulas diferentes. Cinco de las plantas en una jaula se utilizaron para infestar las ninfas de tercer subestado (I. "instar"). Una vez que *T. vaporariorum* alcanzó este subestado ninfal, se introdujeron 5 adultos de *E. formosa* por planta (25 ejemplares por jaula). El parasitoide tenía menos de 24 h después de emerger como adulto, y se le permitió que ovipusiera en la plaga durante 12 h, antes de retirarlo. Posteriormente se fue registrando la emergencia de parasitoides adultos, tras revisar las plantas hasta detectar la presencia de los nuevos adultos. En adelante, diariamente se cubrió la jaula con un paño negro, excepto la puerta, para atraer los adultos hacia la luz, atraparlos, eliminarlos y registrar las fechas de emergencia. La misma metodología se utilizó para infestar las ninfas del cuarto subestado de la plaga, en la segunda jaula. El procedimiento completo se repitió para cada temperatura bajo

estudio. Durante el desarrollo de cada estudio se registraron electrónicamente (modelo micron) las temperaturas máximas y mínimas diarias.

Los grados días se calcularon mediante el método de la temperatura media. Durante el desarrollo de cada estudio se registraron las temperaturas máximas y mínimas diarias para obtener la temperatura media. Soto *et al.* (1999) indican:

$$K = n (T - T_b)$$

en donde K = constante térmica, n = días que demora el desarrollo, T = temperatura promedio del período y T_b = temperatura base. Considerando que la constante térmica es la misma para diversas condiciones de temperatura, finalmente se puede escribir:

$$1/n_i = (T_i - T_b)/K = 1/K \cdot T_i - T_b/K$$

Dada la constancia de K y T_b , para cada uno de los dos subestados ninfales de *T. vaporariorum* y *E. formosa* se contó con la información de n_i obtenida en seis datos de temperatura, mediante un análisis de regresión lineal de $1/n_i$ en función de T_i .

RESULTADOS Y DISCUSION

El tiempo de desarrollo de huevo a adulto de *E. formosa* se presenta en el Tabla 1. Este tiempo fue mayor a temperaturas más bajas y se fue reduciendo medida que subieron las temperaturas. Cuando se crió en el tercer subestado ninfal de *T. vaporariorum* el tiempo varió desde 9,4 días a 33,5°C hasta 28,4 días a 14,6°C. El mismo desarrollo en el cuarto subestado ninfal fue un poco más largo, variando desde 10 días a 33,5°C hasta 29,5 días a 14,6°C.

Tabla 1. Tiempo (días) de huevo a adulto de *Encarsia formosa* en dos subestados ninfales de *Trialeurodes vaporariorum* bajo seis regímenes térmicos.

Time (days) from egg to adult Encarsia formosa reared in two nymphal instars of Trialeurodes vaporariorum at various temperatures.

Temperaturas (°C)	Subestado ninfal	
	Tercero	Cuarto
14,6	28,4	29,5
18,5	21,4	22,3
21,8	18,2	19,5
25,7	16,2	18,6
28,7	14,1	15,3
33,5	9,4	10,0

Estos resultados no difieren sustancialmente de los informados por Woets y Van Lenteren (1976), Vet *et al.*, (1980), Gerk *et al.*, (1995). Es interesante notar que la duración de huevo a adulto en el tercer subestado ninfal fue ligeramente menor que la correspondiente duración en el cuarto subestado ninfal, en las seis temperaturas estudiadas. Esto puede estar indicando una mejor adaptación al tercer subestado ninfal.

En cuanto a los requerimientos térmicos de *E. formosa*, la ecuación de ajuste al parasitar el tercer subestado ninfal de *T. vaporariorum* fue:

$$Y = 0,0034x + 0,0187 \quad R^2 = 0,91$$

que interpretada en su significado es:

$$0,0034 = 1/K$$

por lo tanto $K = 1/0,0034 = 294,1$ días.

y $0,0187 = Tb/294,1$, por lo tanto $Tb = 5,5^\circ C$

De igual manera se procedió para calcular K y Tb de *E. formosa* parasitando el cuarto subestado ninfal de la plaga, partiendo de la resultante ecuación de ajuste:

$$Y = 0,0031x - 0,0157 \quad R^2 = 0,87$$

Tabla 2. Temperatura base y constante térmica para el desarrollo de *Encarsia formosa* criado en ninfas de *Trialeurodes vaporariorum*.

Threshold temperature and thermal constant from egg to adult Encarsia formosa reared in nymphs of Trialeurodes vaporariorum.

Parámetros	Parasitando		Promedio N3 y N4
	N3	N4	
Coefficiente de regresión simple (R^2)	0,91	0,87	0,89
Temperatura base ($^\circ C$)	5,50	5,06	5,28
Constante térmica ($^\circ D$)	294,1	322,5	308,3

N3 = ninfa 3, N4 = ninfa 4

Esta información aparece en el Tabla 2. Los altos valores de los coeficientes de regresión indican la gran influencia que ejerce la temperatura sobre *E. formosa* en los subestados ninfales 3 y 4 de *T. vaporariorum*, un factor de gran importancia en la crianza masiva del parasitoide. Por otra parte, la temperatura base del parasitoide resultó ser más alta al infestar el tercer subestado ninfal de la plaga ($5,50^\circ C$) que al infestar el

cuarto subestado ($5,06^\circ C$). Sin embargo, los valores de la constante térmica indican que el parasitoide se desarrolló más rápidamente en el tercer subestado ninfal ($294,1^\circ D$) que en el cuarto ($308,3^\circ D$). Esto debe ser considerado en un programa de control biológico que involucre a ambos insectos.

RESUMEN

Encarsia formosa es un entomófago ampliamente utilizado en el mundo para controlar *Trialeurodes vaporariorum*, importante plaga del tomate cultivado en invernaderos de la V Región, Chile. En este trabajo se calculó la temperatura base de desarrollo y la constante térmica ($^\circ D$ acumulados) para el período de huevo a adulto del parasitoide. Inicialmente se estudió el tiempo de desarrollo de huevo a adulto de *E. formosa*, infestando el tercer y el cuarto subestado ninfal de *T. vaporariorum*, en tomate, bajo seis regímenes térmicos ($14,6; 18,5; 21,8; 25,7; 28,7$ y $33,5^\circ C$), con fotoperíodo de 14 h luz y 10 h oscuridad. Esta información permitió calcular los requerimientos térmicos del parasitoide, mediante el método de la temperatura media. En el tercer subestado ninfal de *T. vaporariorum*, el parasitoide demoró un tiempo que varió desde 9,4 días a $33,5^\circ C$ hasta 28,4 días a $14,6^\circ C$. En el cuarto subestado varió desde 10,0 días a $33,5^\circ C$ hasta 29,5 días a $14,6^\circ C$. La temperatura base del parasitoide en el tercer subestado ninfal de *T. vaporariorum* fue $5,50^\circ C$ y en el cuarto subestado ninfal fue $5,06^\circ C$, promediando $5,28^\circ C$. Los grados días para completar el desarrollo de huevo a adulto en el tercer subestado fue de $294,1^\circ D$ y en el cuarto fue de $322,5^\circ D$, con promedio de $308,3^\circ D$. Llama la atención que, a pesar de una temperatura umbral más alta en el tercer subestado ninfal de la plaga, la constante térmica en este subestado fue menor que en el cuarto subestado ninfal. Esta información más la correspondiente a la mosquita blanca debe servir para mejorar las condiciones de crianza del parasitoide, realizar sus liberaciones en forma oportunas y precisar fechas de muestreo.

LITERATURA CITADA

- Boukadida, R. and S. Michelakis. 1994. The use of *Encarsia formosa* in integrated programs to control the whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hom., Aleyrodidae) on greenhouse cucumber. *Journal of Applied Entomology* 118 (2): 203-208
- Chiang, H.C. 1985. *Insects and their Environment*. En

- R.E. Pfadt (ed) "Fundamentals of Applied Entomology", Macmillan Publishing Company, N.Y., 742 p. (128-161).
- Español, J.A. y D. Corredor. 1998. Contribución al estudio de la biología y capacidad de control de *Encarsia formosa* Gahan en la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana* 12: 97-102
- Gage, S.H. and H.L. Russell. 1991. Pest surveillance systems in the USA - A case study using the Michigan crop monitoring system (209-223). En «Crop Loss Assessment and Pest Management». APS Press, Minnesota
- Gerk, A., E. Vilela, C. Pires y A. Eiras. 1995. Biometria e ciclo de vida da mosca branca, *Trialeurodes vaporariorum* (West.) e aspectos da orientacao do seu parasitoide *Encarsia formosa* Gahan. *An. Soc. Entomol. Brasil* 24 (1): 89-97
- López, S. y E. Botto. 1995. Parámetros biológicos del parasitoide *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae) en condiciones de laboratorio. *Ecología Austral* 5: 105-110
- Soto, A., J. Apablaza, A. Norero y P. Estay. 1999. Requerimientos térmicos de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Ciencia e Investigación Agraria* 26 (1): 37-42
- Van Lenterens, J.C. and J. Woets. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. *Ann. Rev. Entomol.* 33: 239-269
- Van Lenteren, J.C., and C. Drost, H.J.W. Van Roermund y C.J.A.M. Posthuma-Doodeman. 1997. Aphelinid parasitoids as sustainable biological control agents in greenhouses. *Journal of Applied Entomology* 121 (9-10): 473-485.
- Vet, L.E.M., J.C. Van Lenteren and J. Woets. 1980. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) Homoptera: Aleyrodidae). IX - A review of the biological control of the greenhouse whitefly with suggestions for future research. *Z. Ang. Ent.* 90: 26-51.
- Wilson, L.T. and W.W. Barnett. 1983. Degree-days: an aid in crop and pest management. *California Agriculture* 37 (1-2): 4-7.
- Woets, J. and J.C. Van Lenteren. 1976. The parasite-host relationship between *Encarsia Formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). VI - The influence of the host plant on the greenhouse whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. *West Palearctic Reg. Sect. Bull.* 4: 151-164.
- Zalom, F.G., P.B. Goodell, L.T. Wilson, W.W. Barnett and W.J. Bentley. 1983. Degree-days: the calculation and use of heat unit in pest management. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Leaflet 21373, 10 p.