

**ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA UMBRAL Y DE LOS REQUERIMIENTOS  
TÉRMICOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DE PUPAS DE  
*TRICHOPODA GIACOMELLII* (DIPTERA: TACHINIDAE)**

**ESTIMATION OF THRESHOLD TEMPERATURE AND HEAT UNIT ACCUMULATION  
REQUIRED FOR PUPAL DEVELOPMENT OF *TRICHOPODA GIACOMELLII*  
(DIPTERA: TACHINIDAE)**

G. LILJESTHRÖM<sup>1</sup>

ABSTRACT

*T. giacomellii* pupae were placed at the following constant temperatures ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ): 5; 11; 13; 15; 16; 18; 24; 27 and  $30^\circ\text{C}$  and 70% relative humidity. The effect of temperature on the survivorship and the rate of development was estimated.

At  $5^\circ\text{C}$  there were no survivors, and at  $11^\circ\text{C}$  survivorship was 17%. From  $13^\circ\text{C}$  up to  $30^\circ\text{C}$  survivorship fluctuated around the mean value 97,14% (no significant difference).

The development rate was well fitted by the linear regression equation:  $y = -0.03326 + 0.00423 x$  ( $r^2 = 0.9859$ ), and by extrapolation it was calculated the temperature threshold ( $7.87^\circ\text{C}$ ).

The heat units accumulation required for pupal development fluctuated with no significant difference between 200.49  $^\circ\text{C}$ -days (minimum value at  $13^\circ\text{C}$ ) and 258.04  $^\circ\text{C}$ -days (maximum value at  $24^\circ\text{C}$ ), around the constant heat unit accumulation (235.57  $^\circ\text{C}$ ) calculated from the slope of the regression equation.

KEY WORDS: Temperature, threshold, heat unit, pupae, *Trichopoda giacomellii*.

INTRODUCCIÓN

La cantidad de energía calorífica del medio disponible para el crecimiento y el desarrollo de los insectos ha sido usualmente estimada a partir de la acumulación de temperaturas por sobre un umbral térmico (Gutiérrez *et al.*, 1980).

La temperatura umbral constituye el límite inferior que permite la supervivencia y el desarrollo de los insectos (Hodson y Alrawy 1958). La acumulación de temperaturas efectivas (superiores o iguales al umbral e inferiores al límite superior) durante un determinado número de días (u otro intervalo de tiempo) hasta completar el desarrollo, representa los requerimientos térmicos, que se expresan en grados-día (McFarland *et al.*, 1992).

El conocimiento de la temperatura umbral y de los requerimientos térmicos permite la construcción de

modelos fenológicos que ayuden a interpretar la interacción huésped-parasitoide o presa-depredador, y desarrollar estrategias en el manejo de plagas (Guppy y Mukerji, 1974; Hébert y Cloutier, 1990; McFarland *et al.*, 1992).

*Trichopoda giacomellii* (Blanchard) es un parasitoide neotropical y un importante factor de mortalidad de la "chinche verde" *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). Ataca ninfas y adultos adosándoles huevos en el cuerpo. Las larvas 1 penetran al interior del huésped y, una vez completado el tercer estadio, lo abandonan y se entierran para empujar en los primeros 5 - 10 centímetros del suelo. El desarrollo del estado de pupa (respecto del cual no se ha observado la existencia de diapausa) varía desde aproximadamente 12 días durante el verano hasta 45 - 70 días durante el invierno. Los adultos viven entre 7 y 12 días (Liljesthröm y Bernstein, 1990).

El objetivo de este trabajo es estimar la temperatura umbral y los requerimientos térmicos necesarios para el desarrollo del estado de pupa de *T. giacomellii*. Los resultados del presente trabajo sirven de

<sup>1</sup> Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE), calle 2 N° 584, 1900 La Plata, Argentina.

apoyo para la construcción de modelos fenológicos del parasitoide, que permitan mejorar el conocimiento de la interacción *N. viridula* - *T. giacomellii*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Obtención de las pupas de *T. giacomellii*

Las pupas de *T. giacomellii* se obtuvieron a partir de: a) el parasitismo (en cautiverio) de huéspedes adultos criados en el laboratorio; b) la recolección en el campo de huéspedes adultos parasitados.

La cría de *N. viridula* en el laboratorio se realizó siguiendo la metodología descrita en Liljesthrom (1983). Los adultos y las ninfas de los tres últimos estadios se mantuvieron en jaulas cilíndricas de 11 cm de diámetro y 30 cm de altura, cubiertas con una malla de algodón de 2 x 2 mm. Los huevos que se obtenían se colocaron en cápsulas de petri y, una vez eclosionados, se pasaron a envases de vidrio de 6 cm de diámetro y 10 cm de altura, hasta completar el segundo estadio. En todos los casos fueron alimentados con frutos de *Phaseolus vulgaris* L, no controlándose la humedad ni la temperatura. Adultos de *T. giacomellii* recolectados en el campo fueron llevados al laboratorio y puestos a parasitar los adultos de *N. viridula* en las jaulas descritas más arriba, durante 24 horas. En dicho intervalo no se les suministró comida. Las jaulas se registraban diariamente retirando los huéspedes muertos y las pupas de *T. giacomellii*.

Los huéspedes adultos parasitados fueron recolectados en distintos cultivos hortícolas del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Plata. Fueron llevados al laboratorio y mantenidos hasta su muerte en las condiciones antedichas.

### Estimación de la temperatura umbral y de los requerimientos térmicos para completar el desarrollo de pupas de *T. giacomellii* y del efecto de la temperatura sobre su supervivencia

Se emplearon pupas de *T. giacomellii* con no más de 12 horas de vida. Grupos de entre diez y treinta pupas se ubicaron en tubos de vidrio de 2 x 10 cm a las siguientes temperaturas constantes (+- 1°C): 5; 11; 13; 15; 16; 18; 24; 27; 30 °C. La humedad se mantuvo en 70%.

Los tubos se revisaban diariamente, retirando los parasitoides adultos y anotando la fecha de emergencia. Después de 8 meses aquellas pupas de las que no

hubo emergencia de adultos, fueron disecadas bajo lupa binocular para verificar su muerte.

Para cada temperatura constante,  $t$ , se determinó: el número de días,  $n(t)$ , y la tasa de desarrollo diaria,  $H(t) = 1/n(t)$ . Por el método de los mínimos cuadrados se calculó la ecuación de regresión entre  $H(t)$  (como variable "y") y la temperatura constante  $t$  (como variable "x"), determinándose la temperatura umbral,  $t_u$ , siguiendo el procedimiento descrito por Arnold (1959).

Los requerimientos térmicos correspondientes a cada temperatura,  $R(t)$ , se calcularon como:

$$R(t) = (t - t_u) n(t)$$

Los requerimientos térmicos constantes,  $R$ , se calcularon como la inversa de la pendiente de la recta de regresión antes mencionada (Bastian y Hart, 1991).

La supervivencia correspondiente a cada temperatura,  $S(t)$ , se calculó haciendo el cociente entre el número de adultos emergidos y el número inicial de pupas.

La significancia de las diferencias entre los requerimientos térmicos observados y constantes, así como entre el número de sobrevivientes observados y calculados se efectuó a partir de la distribución  $\chi^2$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de una temperatura constante sobre la supervivencia de las pupas se presenta en la Tabla I. A las más bajas temperaturas (5°C) no se observaron

TABLA I  
SUPERVIVENCIA Y REQUERIMIENTOS TÉRMICOS DE PUPAS DE *T. GIACOMELLII* A DISTINTAS TEMPERATURAS CONSTANTES

Temperatura (°C)	Número de pupas	Supervivencia (%)	Requerimientos térmicos (°C-días)	s (Desv. stand.)
5	20	0	—	—
11	30	17	206,08	77,99
13	15	93	200,49	26,00
15	15	100	235,21	41,25
16	16	94	257,40	9,28
18	25	92	253,50	47,40
24	10	100	258,04	48,00
27	15	87	232,02	28,35
30	10	100	226,81	21,30

sobrevivientes y a 11°C la supervivencia fue de 17%. A partir de los 13°C y hasta los 30°C, la supervivencia fluctuó entre 87% y 100%, alrededor del valor promedio (97,14%) ( $\chi^2 = 0,24$ ; n.s.).

En la Figura 1 se muestra el efecto de una temperatura constante sobre el tiempo requerido para completar el desarrollo del estado de pupa. Existe una respuesta monótona, variando entre 66 días a 11°C y reduciéndose progresivamente hasta llegar a un mínimo de 10,25 días a 30°C. A 11°C se observó la mayor variación con un mínimo de 51 días y un máximo de 80 días.

En la Figura 2 se muestra la variación de la tasa de desarrollo  $H(t)$ .

La forma de la función que relaciona la tasa de desarrollo y las temperaturas es en general sigmoidea (Davidson, 1944). Sin embargo, no considerando las

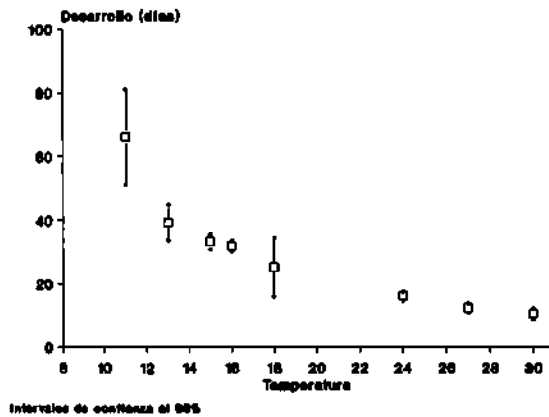


Figura 1. Duración (en días) del estado de pupa de *T. giacomellii* para distintas temperaturas constantes.

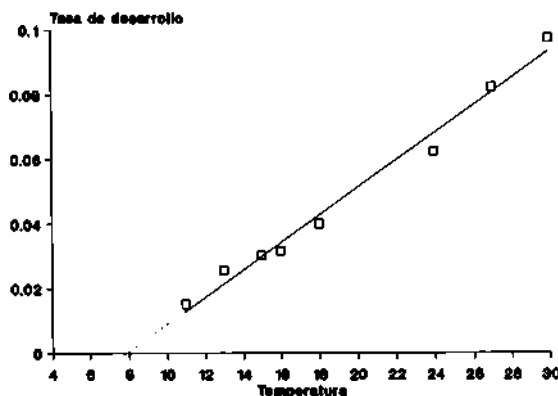


Figura 2. Tasa de desarrollo del estado de pupa de *T. giacomellii* a distintas temperaturas constantes. La ecuación de regresión  $y = -0,03326 + 0,00423 x$  ( $r^2 = 0,9859$ ).

pequeñas porciones de la curva cerca de los límites inferior y superior, la función puede ser representada satisfactoriamente por una recta (Varley *et al.*, 1974; Gutiérrez *et al.*, 1980; Harcourt *et al.*, 1983).

En el presente estudio no se observaron efectos limitantes a las mayores temperaturas, y la recta de regresión entre las tasas de desarrollo a las diferentes temperaturas ensayadas en las que hubo sobrevivientes es:

$$H(t) = -0,03326 + 0,00423 t$$

Esta recta provee un ajuste aceptable de los datos ( $r^2 = 0,9859$ ) y la intercepción extrapolada de la recta determina una temperatura umbral,  $t_u = 7,87^\circ\text{C}$ .

Los requerimientos térmicos se muestran en la Tabla 1. Existe cierta variación con el mínimo (200,49°C-día) a 13°C y el máximo (258,04°C-día) a 24°C, y una amplitud de 57,55°C-día. Complementariamente, a partir de la pendiente de la ecuación de regresión se calculó el valor de los requerimientos térmicos constantes:  $R = 1/0,004245 = 235,57^\circ\text{C-día}$ . Los valores  $R(t)$  observados no difieren significativamente de  $R$  ( $\chi^2 = 14,78$ ;  $P \approx 90\%$ ).

En un ambiente de clima templado como el del área de estudio (La Plata y Berisso, provincia de Buenos Aires, R. Argentina) las temperaturas diarias del suelo a 5 cm de profundidad, si bien siguen las fluctuaciones de las temperaturas del aire, están muy amortiguadas. En un día de verano por ejemplo (21-02-94), los valores máximos y mínimos fueron 25°C y 19,9°C, respectivamente; y en un día del invierno (03-07-94), 9,1°C y 6°C respectivamente (Liljeström, en prensa). Además, a partir de un método indirecto que permite una estimación aceptable de las temperaturas del suelo a partir de las temperaturas del aire (no existen registros de las temperaturas del suelo en el área), se calculó que las temperaturas mínimas en el suelo persistirían, a lo sumo 11 días seguidos, en valores iguales o ligeramente inferiores a la temperatura umbral (Liljeström, en prensa). Resultados preliminares sugieren que pupas mantenidas hasta 14 días a la temperatura umbral y luego a mayores temperaturas exhiben una supervivencia semejante al promedio presentado más arriba.

Si bien las temperaturas invernales no afectarían la supervivencia de las pupas de *T. giacomellii*, alteran, sin embargo, la dinámica de la interacción huésped-parasitoide, al provocar una marcada asincronía entre los adultos de ambas poblaciones. En efecto, hacia fines de un período de actividad (se extiende desde septiembre a abril, aproximadamente), los huéspedes

adultos no parasitados y algunos parasitados se ocultan en distintos refugios y entran en estado de diapausa. El resto de los huéspedes parasitados mueren, ingresando los parasitoides al estado de pupa y emergiendo la mayor proporción como adultos durante el invierno; debido a la relativamente corta longevidad, éstos morirán antes de que sus huéspedes reasuman el estado de actividad (Liljeström y Bernstein, 1990; Liljeström, en prensa). Si bien casi todos los parasitoides que persisten hasta el siguiente período de actividad lo hacen como larvas dentro de huéspedes invernantes, su relativamente baja densidad ocasiona un parasitismo reducido hacia comienzos de primavera. A medida que el período de actividad progresa, se acorta el tiempo de desarrollo preimaginal de *T. giacomellii*, y el incremento numérico de las sucesivas generaciones se traduce en un parasitismo aumentado que exhibe una densodependencia retrasada (Liljeström y Bernstein, 1990).

#### CONCLUSIONES

Ensayos con temperaturas constantes permitieron estimar en 235,57°C-día el requerimiento térmico para el desarrollo de pupas del taquinido *T. giacomellii*, a partir de una temperatura umbral de 7,87°C.

#### REFERENCIAS

- ARNOLD, C.Y., 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Proc. Am. Soc. Hortic.* 74: 430-445.
- BASTIAN, R.A. y E.R. HART, 1991. Temperature effects on development parameters of the mimosa webworm (Lepidoptera: Plutellidae). *Env. Entomol.* 20(4): 1141-1148.
- DAVIDSON, J., 1944. On the relationship between temperature and rate of development of insects at constant temperatures. *J. Anim. Ecol.* 13: 26-38.
- GUPPY, J.C. y M.K. MUKERJI, 1974. Effects of temperature on development rate of the immature stages of the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae). *Can. Ent.* 106: 93-100.
- GUTIÉRREZ, H.P., D.W. DEMICHELE, G.L. CURRY, R. SKEITH y L.G. BROWN, 1980. The systems approach to research and decision making for cotton pest control. En: *New Technology of Pest Control*, 155-186. Ed. C.B. Huffaker, New York, John Wiley & Sons.
- HARCOURT, D.G., Y.M. TEE y J.C. GUPPY, 1983. Two models for predicting the seasonal occurrence of *Agromyza frontella* (Diptera: Agromyzidae) in eastern Ontario. *Env. Entomol.* 12(5): 1455-1458.
- HÉBERT, C. y C. CLOUTIER, 1990. Temperature-dependent development of eggs and larvae of *Winthemia fumiferana* (Toth) (Diptera: Tachinidae), a larval-pupal parasitoid of the spruce bud worm (Lepidoptera: Tortricidae). *Can. Ent.* 123: 329-334.
- HODSON, A.C. y A. ALRAWY, 1958. Temperature in relation to development threshold in insects. *Proc. 10<sup>th</sup> Int. Congr. Ent.* (1956), vol. 2, pp. 61-65.
- LILJESTRÖM, G.G., 1983. Algunos aspectos de la demografía de *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) en condiciones de laboratorio. *Rev. Soc. Ent. Argent.*, 42(1-4): 383-396.
- LILJESTRÖM, G.G. y C. BERNSTEIN, 1990. Density dependence and regulation in the system *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae), host and *Trichopoda giacomellii* (Blanchard) (Diptera: Tachinidae), parasitoid. *Oecologia* 84: 45-52.
- LILJESTRÖM, G.G. Predicción de la emergencia de adultos de *Trichopoda giacomellii* (Diptera: Tachinidae) en condiciones de campo. *Rev. Soc. Ent. Argent.* (1-4), en prensa.
- McFARLAND, M.J., I.R. McCANN y K.S. KLINE, 1992. Synthesis and measurement of temperature for insect models. En: *Basics of insect modeling*; 6: 75-92. Goodenough, J. & J. McKinion Ed., ASAE.
- VARLEY, G.C., G.R. GRADWELL y M.P. HASSELL, 1974. *Insect population ecology, and analytical approach*. University of California press, 212 pp.