

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA LONGEVIDAD, REPRODUCCIÓN,
Y DESARROLLO DE *Trichogramma nerudai* Y *Trichogramma dendrolimi*
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)¹**

Effect of temperature on longevity, reproduction, and development of *Trichogramma nerudai* and *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)¹

Karinne Zúñiga H.² y Marcos Gerding P.²

A B S T R A C T

Trichogramma nerudai Pintureau & Gerding, was recently described in Chile, and there is little information about the influence of the environment on its behavior. Therefore, a comparative study with *Trichogramma dendrolimi* was carried out evaluating the longevity, reproduction, and development stages of both species at 15, 20, 25, and 30 °C. Longevity and development time decreased for both species as temperature increased, *T. nerudai* females being most affected. The life span of *T. nerudai* was greater than *T. dendrolimi* regardless of temperature. Highest parasitism of *Sitotroga cerealella* eggs was observed with *T. nerudai* at 20° and 25 °C. On average, each *T. nerudai* female parasitized 74.4 *S. cerealella* eggs, whereas each *T. dendrolimi* female parasitized 43.7 eggs.

Key words: biological control, egg parasitoid, parasitism, *Sitotroga cerealella*.

R E S U M E N

Trichogramma nerudai Pintureau y Gerding, fue recientemente descrito en Chile y existe poca información acerca de la influencia de medio ambiente en su comportamiento. Por esta razón se realizó un estudio comparando a esta especie con *T. dendrolimi*, evaluando la longevidad, reproducción y estados de desarrollo a 15, 20, 25 y 30 °C. La longevidad y tiempo de desarrollo disminuyó en ambas especies a medida que la temperatura aumentó, siendo más afectadas las hembras de *T. nerudai*. La duración del ciclo de vida fue más largo en *T. nerudai* que en *T. dendrolimi*, independiente de la temperatura. El máximo parasitismo de huevos de *Sitotroga cerealella* lo realizó *T. nerudai* a 20 y 25 °C. Cada hembra de *T. nerudai* parasitó un total de 74,4 huevos, en promedio, comparado con hembras de *T. dendrolimi* cuya mayor parasitación fue de 43,7 huevos.

Palabras clave: control biológico, parasitoide de huevo, parasitismo, *Sitotroga cerealella*.

¹Recepción de originales: 16 de marzo de 2001.

Proyecto FIA C97-2-A-007.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile.
E-mail: mgerding@quilamapu.inia.cl

INTRODUCCIÓN

El progresivo aumento de las exigencias en calidad de los productos agropecuarios, ha incorporado el control biológico como un método alternativo en la lucha contra las plagas, donde las liberaciones de parasitoides, específicamente del género *Trichogramma*, tienen una gran importancia. El género *Trichogramma* tiene más de 150 especies (Zucchi y Monteiro, 1997), entre los que se encuentra *Trichogramma nerudai* Pintureau & Gerding, especie nativa, colectada en Chile durante 1996 (Pintureau *et al.*, 1999) y *Trichogramma dendrolimi* Matsumura.

El ciclo de vida de *Trichogramma* puede verse afectado por la especie hospedero y las condiciones ambientales (Grenier, 1996; Amaya 1998), ejerciendo la temperatura un rol preponderante en la conducta de los adultos, los que pueden permanecer activos entre los 10 y 35 °C (Pak y Van Heiningen, 1985). Smith (1994) sugirió mejorar la eficiencia de estos parasitoides, para lo cual se deben seleccionar especies tolerantes a condiciones ambientales adversas.

Los objetivos de esta investigación fueron cuantificar el efecto de la temperatura en la longevidad, reproducción y desarrollo de dos especies de *Trichogramma* y determinar la condición más favorable para su cría masiva y posterior liberación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de control biológico del Centro Regional de Investigación Quilamapu del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicado en Chillán.

Se evaluaron dos especies, *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi*, criados a 25 °C, 65% humedad relativa (HR) y fotoperíodo de 16:8 (luz: oscuridad). En la crianza de los *Trichogramma* se utilizó, como hospedero alternativo, huevos de *Sitotroga cerealella* (polilla del maíz) con un día de desarrollo.

Efecto de la temperatura

Para evaluar la influencia de la temperatura en la longevidad, reproducción y desarrollo de *Trichogramma*, se utilizaron cámaras bioclimáticas controladas, a 15, 20, 25 y 30 °C, manteniendo condiciones fijas de 65% HR y fotoperíodo 16:8 (L:O).

Las pruebas fueron iniciadas con 20 parejas de cada especie de *Trichogramma* de no más de 12 h de edad. Cada una de las parejas fue aislada, y una vez que se produjo el apareamiento, se le suministró diariamente 50 huevos de *S. cerealella*, adheridos a un cartón, los que fueron expuestos por 24 h y reemplazados con huevos frescos, mientras la hembra estuvo viva. Cada 24 h se registró el número de adultos sobrevivientes.

Los huevos parasitados fueron aislados e incubados bajo las mismas condiciones en que se realizó cada tratamiento hasta el momento de la emergencia de los adultos. De esta manera se determinó el tiempo de desarrollo de las formas inmaduras, el número de huevos parasitados y el número y sexo de la progenie resultante. La diferenciación de sexos se basó en que los machos tienen las antenas más largas y más setosas que las hembras, lo que fue observado por medio de una lupa estereoscópica.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y la comparación de medias se hizo a través de la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longevidad

La longevidad de los adultos de *T. nerudai* fue significativamente superior ($P \leq 0,05$) a la de los adultos de *T. dendrolimi*, independiente del sexo y temperaturas (Cuadro 1). Las hembras de *T. nerudai* redujeron su longevidad a 6,6 días al aumentar la temperatura de crianza por sobre

25 °C, y a 4,2 días a 30 °C, comparadas con 14,1 días a 20 °C. Las hembras de *T. dendrolimi* presentaron el mismo comportamiento, pero el máximo tiempo de sobrevivencia fue de 4,3 días a 15 °C.

Los machos de ambas especies vivieron significativamente ($P \leq 0,05$) menos tiempo que las hembras (Cuadro 1), reduciendo su longevidad a medida que la temperatura de crianza aumentó, viviendo como máximo 2,4 y 3,0 días, *T. dendrolimi* y *T. nerudai* a 15 °C, respectivamente. Esta respuesta a la temperatura, observada en ambas especies, fue independiente del sexo, y podría ser atribuida, según Smith y Hubbes (1986), a un incremento en la actividad metabólica de los parasitoides adultos a medida que la temperatura de crianza aumenta.

Cuadro 1. Efecto de distintas temperaturas en la longevidad (días) de machos y hembras de *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi*

Table 1. Effect of different temperatures on the longevity (days) of *Trichogramma nerudai* and *T. dendrolimi* males and females

Temperatura (°C)	Especie		Diferencia entre especies
	<i>T. nerudai</i>	<i>T. dendrolimi</i>	
Machos			
15	3,40aB	2,47aB	0,93*
20	3,00aB	1,13bB	1,87*
25	2,13bB	1,27bB	0,86*
30	1,60cB	1,07bB	0,53*
Hembras			
15	11,87aA	4,33aA	7,54*
20	14,07aA	3,00bA	11,07*
25	6,60bA	2,27bA	4,33*
30	4,27cA	1,27cA	3,00*

Letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas, para cada especie y sexo, respectivamente (Tukey $P \leq 0,05$).

Letras mayúsculas distintas en la columna indican diferencias significativas entre sexos, para cada especie y temperatura, respectivamente, (Tukey $P \leq 0,05$).

*En cada fila indica diferencia significativa entre especies (Tukey $P \leq 0,05$), para cada temperatura y sexo, respectivamente.

Reproducción

La fecundidad, medida a través del número total de huevos parasitados (Figura 1), reveló que las hembras de *T. dendrolimi* fueron menos efectivas en parasitar que las hembras de *T. nerudai*. Estas últimas lograron un mayor número de huevos parasitados entre los 20 y 25 °C. Para *T. dendrolimi* no se obtuvieron diferencias significativas, excepto en aquellas hembras mantenidas a 30 °C, donde el número de huevos parasitados fue de 3,7.

En general, la actividad parasítica para ambas especies (Figura 1) fue mayor a temperaturas intermedias, pues a temperaturas muy bajas la actividad de *Trichogramma* fue reducida o casi nula, y a temperaturas muy altas las hembras murieron rápidamente, sin alcanzar una oviposura completa, pudiendo también atribuirse a algún tipo de disfunción ovárica (Lauge y Chihrane, 1998).

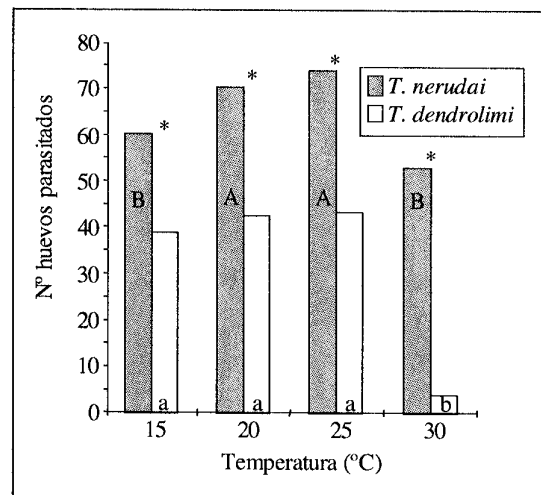


Figura 1. Efecto de la temperatura sobre el parasitismo de *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi*.

Figure 1. Temperature effect on parasitism of *Trichogramma nerudai* and *T. dendrolimi*.

Letras mayúsculas (*T. nerudai*) y letras minúsculas (*T. dendrolimi*) distintas indican diferencia significativa entre temperaturas (Tukey $P \leq 0,05$).

*Indica diferencias significativas entre especies para cada temperatura respectivamente (Tukey $P \leq 0,05$).

En cuanto a la progenie resultante (Figura 2), *T. nerudai* obtuvo una producción máxima de 76 descendientes/madre entre 20 y 25 °C, en tanto que *T. dendrolimi*, en las mismas condiciones, alcanzó sólo a 43 descendientes/madre. En concordancia con lo observado por Volkoff y Daumal (1994), las hembras ovipusieron 50% de sus huevos el primer día en el caso de *T. nerudai*, y 75% para *T. dendrolimi*.

En *T. nerudai* existió una marcada predominancia de hembras (Figura 3), obteniéndose una relación macho:hembra de 1:3 en todas las temperaturas evaluadas, excepto a 25 °C donde se obtuvo un máximo de 62 hembras/madre y una relación de 1:5. El mayor número de machos se obtuvo a 20 °C.

Por el contrario, *T. dendrolimi* presentó mayor cantidad de machos (Figura 4) entre los 25 y 30 °C

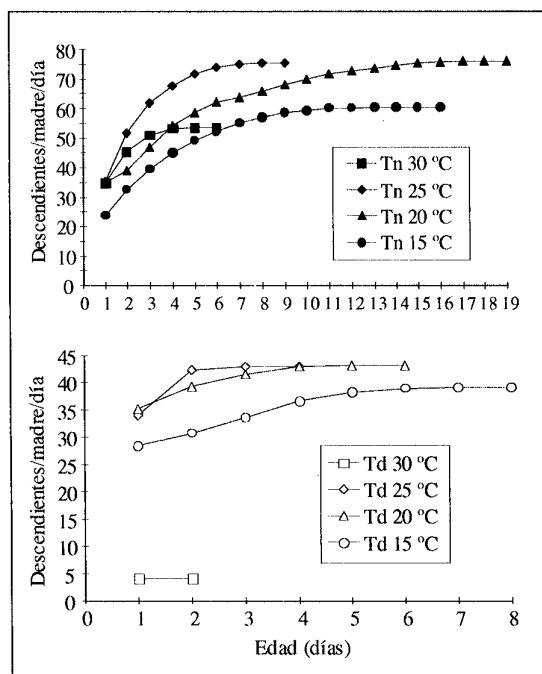


Figura 2. Descendencia acumulada para *Trichogramma nerudai* (Tn) y *T. dendrolimi* (Td) a diferentes temperaturas.

Figure 2. Accumulated descendance at different temperatures for *Trichogramma nerudai* (Tn) and *T. dendrolimi* (Td).

°C, lo que significó una relación de 2:1 (macho:hembra). A 15 y 20 °C, machos y hembras se obtuvieron en relación 1:1, logrando un máximo de 22 hembras por madre a 15 °C. El número relativo de hembras de *T. dendrolimi* (Cuadro 2) fue afectado por la temperatura, produciéndose una reducción a medida que la temperatura de crianza se incrementó desde 15 a 30 °C.

Este resultado se atribuye a que las altas temperaturas provocan que gran cantidad de los machos parentales sean estériles, traduciéndose en una mayor cantidad de hembras no fertilizadas y, por consiguiente, menos hijas (Chihrane *et al.*, 1993). Por otra parte, Smith y Hubbes (1986) sugirieron que en este tipo de reproducción haplodiploide, las bajas temperaturas promueven la fusión de núcleos, por lo que se incrementaría la proporción de diploides descendientes (hijas). El porcentaje de hijas para *T. nerudai* (Cuadro 2) no fue afectado por la temperatura de crianza, siendo siempre superior a *T. dendrolimi*.

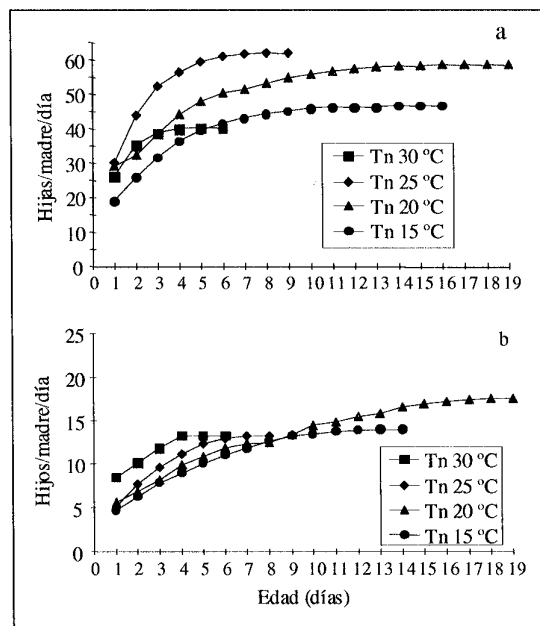


Figura 3. Relación de sexos para *Trichogramma nerudai* (Tn) a diferentes temperaturas.

Figure 3. *Trichogramma nerudai* (Tn) sexual ratio at different temperatures.

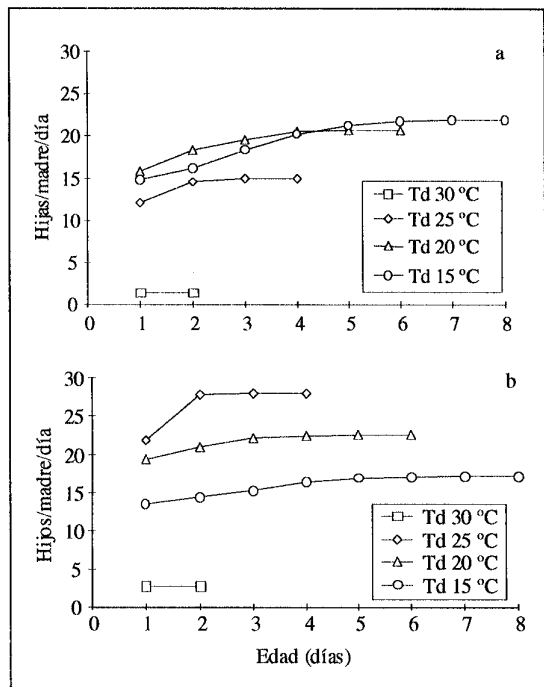


Figura 4. Relación de sexos para *Trichogramma dendrolimi* (Td) a distintas temperaturas.

Figure 4. *Trichogramma dendrolimi* (Td) sexual ratio at different temperatures.

Cuadro 2. Porcentaje de hijas de *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi* sometidos a diferentes temperaturas

Table 2. Percentage of daughters of *Trichogramma nerudai* and *T. dendrolimi*, submitted to different temperatures

Temperatura (°C)	<i>T. nerudai</i> Promedio	<i>T. dendrolimi</i> Promedio	Diferencia entre especies
15	72,12ns	52,90a	24,23*
20	77,25	43,33ab	33,93*
25	82,41	36,13ab	46,28*
30	76,86	22,37b	54,49*

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas para cada especie respectivamente (Tukey $P \leq 0,05$).

ns = no hubo diferencia significativa.

*Indica diferencias significativas entre especies (Tukey $P \leq 0,05$).

Desarrollo

A medida que aumentó la temperatura de crianza, ambas especies presentaron una reducción en el tiempo desde la ovipostura hasta la emergencia del 50% de los adultos (Cuadro 3), tardando *T. dendrolimi*, y *T. nerudai* un máximo de 21,0 y 31,9 días, respectivamente, criados a 15 °C, y 9,0 y 8,2 días, respectivamente, criados a 30 °C. Este desarrollo retardado a bajas temperaturas, podría deberse a la inducción de quiescencia o diapausa como respuesta a condiciones ambientales extremas (Pak y Oatman, 1982). *T. dendrolimi* presentó un desarrollo más rápido que *T. nerudai* en todas las temperaturas evaluadas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tiempo de desarrollo (días) de *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi* sometidos a diferentes temperaturas

Table 3. Development time (days) of *Trichogramma nerudai* and *T. dendrolimi* submitted to different temperatures

Temperatura (°C)	<i>T. nerudai</i> Promedio	<i>T. dendrolimi</i> Promedio	Diferencia entre especies
15	31,93a	21,00a	10,93*
20	21,00b	16,53b	4,47*
25	11,13c	10,00c	1,13*
30	9,00d	8,27d	0,73*

Letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas para cada especie, respectivamente (Tukey $P \leq 0,05$).

*Indica diferencias significativas entre especies (Tukey $P \leq 0,05$), para cada temperatura.

CONCLUSIONES

La temperatura afecta la longevidad de *T. nerudai* y *T. dendrolimi*, alcanzando ambas especies un óptimo desarrollo y reproducción entre 20 y 25 °C.

Las hembras de *T. dendrolimi* resultaron ser menos fecundas que las de *T. nerudai*, presen-

tando estas últimas una mejor aptitud para ser criadas masivamente.

Se sugiere que las liberaciones de campo para *T. dendrolimi* sean hechas bajo condiciones térmi-

cas de 20 °C, mientras que en el caso de *T. nerudai* pueden realizarse indistintamente a 20 y 25 °C, dada su gran capacidad de adaptación.

LITERATURA CITADA

- Amaya, M. 1998. *Trichogramma* sp. Producción, uso y manejo en Colombia. 176 p. IMPRETEC Ltda., Guadalajara de Buga, Colombia.
- Chihrane, J., G. Lauge, and N. Hawlitzky. 1993. Effects of high temperature shocks on the development and biology of *T. brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). *Entomophaga* 38:185-192.
- Grenier, S. 1996. *In vitro* development and production of *Trichogramma*. p. 75-87. In J.R. Parra and R.A. Zucchi (eds.) Curso de controle biológico com *Trichogramma*. 1 a 4 de abril 1996. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.
- Lauge, R., and J. Chihrane. 1998. Loss of parasitism efficiency and locomotor activity in *T. brassicae* under the influence of high-temperature shocks. *Trichogramma News* 10:19 (Abstr.).
- Pak, G.A., and E.R. Oatman. 1982. Comparative life tables, behaviour and competition studies of *T. brevicapillum* and *T. pretiosum*. *Entomol. Exp. Appl.* 32:68-79.
- Pak, G.A., and T.G. Van Heiningen. 1985. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* sp.: adaptability to field-temperature conditions. *Entomol. Exp. Appl.* 38:3-13.
- Pintureau, B., M. Gerding, and E. Cisternas. 1999. Description of three new species of Trichogrammatidae from Chile. *The Canadian Entomologist* 131:53-63.
- Smith, S. 1994. Methods and timing of releases of *Trichogramma* to control Lepidopterous pest. p. 39-41. In E. Wajnberg and S. Hassan (eds.) Biological control with eggs parasitoids. CAB International, Ascot, Great Britain.
- Smith, S.M., and M. Hubbes. 1986. Izoenzyme patterns and biology of *T. minutum* as influenced by rearing temperature and host. *Entomol. Exp. Appl.* 42:249-258.
- Volkoff, A.N., and J. Daumal. 1994. Ovarian cycle in immature and adults stages of *Trichogramma cacoeciae* and *T. brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). *Entomophaga* 39:303-312.
- Zucchi, R., and R. Monteiro. 1997. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. p. 41-66 In J. Postali and A. Zucchi (eds.) *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Fundacao de Estudos Agrarios Luis de Queiroz, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.