



Tecnociencia 2014, Vol. 16, N° 1.

TABLA DE VIDA DE FERTILIDAD DE *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE), CRIADO EN HUEVOS DE *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER, 1818 (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE)

¹Bruno Zachrisson; ²José Roberto Postali Parra

¹Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Centro de Investigación Agropecuaria Oriental "Dr. Alberto Perdomo",
e-mail: bruno.zachrissons@idiap.gob.pa., ²Universidad de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

RESUMEN

Se determinó el potencial biológico de *T. pretiosum*, criado en huevos de *A. gemmatalis*, en diferentes temperaturas, por medio de la tabla de vida de fertilidad. Los experimentos fueron realizados en cámaras bioclimáticas reguladas a 18, 20, 22, 25, 28, 30 y 32 °C, con humedad relativa de 70 ± 10% y fotofase de 14 horas. Los parámetros de R_0 , r_m y λ , confirmaron que las temperaturas óptimas de multiplicación de *T. pretiosum*, fueron registradas entre 25 °C y 30 °C. La adaptación de *T. pretiosum*, a este rango de temperatura y al huésped utilizado, garantiza el éxito del sistema de multiplicación, en condiciones controladas.

PALABRAS CLAVES

Control biológico, *Anticarsia gemmatalis*, *Trichogramma pretiosum*, tablas de vida de fertilidad.

ABSTRACT

The biological potential of *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Anticarsia gemmatalis* eggs, at different temperatures, by means of the fertility life table was determined. The experiment was performed in climate chambers regulated at 18, 20, 25, 28, 30 and 32 °C, at a 70 ± 10% relative humidity and 14 hours of photophase. The parameters of R_0 , r_m and λ , confirmed that the optimum temperatures of *T. pretiosum* multiplication were recorded between 25 °C and 30 °C. The adaptation of

T. pretiosum, at this temperature range and host utilized, ensuring the success of the propagation system under controlled conditions.

KEYWORDS

Biological control, *Anticarsia gemmatalis*, *Trichogramma pretiosum*, fertility life table.

INTRODUCCIÓN

Anticarsia gemmatalis Hübner es considerado como el principal insecto defoliador de importancia económica, en el cultivo de soya (*Glicine max* L.), con una amplia distribución que abarca desde el Sur de los Estados Unidos hasta Argentina (Turnipseed & Kogan, 1976; King & Saunders, 1984). La reducción de la superficie foliar, entre el 15 y 30%, en la etapa vegetativa del cultivo, resulta en mermas significativas en los rendimientos del cultivo (Gazzoni *et al.*, 1981). Por esta razón, en la década de 1980, se implementó un programa de manejo enfocado a reducir la población de *A. gemmatalis*, por medio de aplicaciones de *Baculovirus anticarsia* (AgNPV) (Panizzi, 2013). Durante este período la superficie aplicada con *B. anticarsia* (AgNPV), abarcó 1.6 millones de hectáreas de soya (Moscardi & Souza, 2002). Sin embargo, a partir del 2002, la aparición de la "roya de la soya" (*Phakopsora pachyrhizi*) en Brasil y en América del Sur, provocó pérdidas por más de 25 millones de dólares (Yorinori *et al.*, 2003), por lo que la aplicación intensiva de fungicidas, como método unilateral para manejar la enfermedad, contrarrestó la eficiencia de *B. anticarsia* (AgNPV). Esto motivó la implementación de otras alternativas para reducir la población de *A. gemmatalis* (Sosa-Gómez, 2006). De esta manera, la utilización de *Trichogramma* fue la opción de manejo recomendada, cuya implementación se sustentó en la estabilidad agro ecológica y la compatibilidad con el manejo integrado del cultivo de soya.

Las especies de *Trichogramma* reportadas para América del Sur, están asociadas a 42 huéspedes, en su mayoría huevos de las plagas del orden Lepidóptera (Zucchi & Montero, 1997). Las liberaciones anuales de diversas especies de *Trichogramma*, se realizan en más de 16 millones de hectáreas de cultivos anuales y perennes, registrando

resultados que garantizan la rentabilidad del cultivo (Parra & Zucchi, 2004). Actualmente, *Trichogramma pretiosum* es la especie con mayor representatividad en los programas de control biológico aplicado en el continente (Zucchi & Montero, 1997). La calidad del huésped del parasitoide, dependiendo de la especie de la plaga, puede influir en la capacidad de parasitismo de *Trichogramma* (Prezotti & Parra, 2002; Parra & Zucchi, 2004; Dias *et al.*, 2010). Las tablas de vida de fertilidad, son herramientas importantes para evaluar el desempeño biológico de los insectos, frente a las diferentes variables bióticas y abióticas (Silvera Neto *et al.*, 1976; Pratisoli *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2006; Zago *et al.*, 2007; Meira *et al.*, 2009). La tasa de mortalidad y la esperanza de vida, son parámetros biológicos que permiten entender la dinámica poblacional del insecto, las cuales se reflejan en la tabla de vida de fertilidad (Silvera Neto *et al.*, 1976). Por ello, este trabajo tuvo como objetivo determinar el potencial biológico de *T. pretiosum*, criados en huevos de *A. gemmatalis*, en diferentes temperaturas, por medio de la tabla de vida de fertilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La raza de *T. pretiosum* utilizada en el estudio, fue recolectada en huevos de *A. gemmatalis*, en las localidades de Lapa, Paraná, Brasil, la cual se multiplicó, en condiciones controladas de laboratorio, siguiendo el método establecido por Stein & Parra (1987) y Parra *et al.* (1989). Los huevos de *A. gemmatalis* se obtuvieron a partir de poblaciones de adultos, criados en la dieta artificial propuesta por Greene *et al.* (1976) y preparada de acuerdo con el método presentado por Parra (1996).

Los huevos de *A. gemmatalis*, fueron retirados del substrato de oviposición (papel "Bond") y recogidos en un vaso químico cubierto en su interior con un tejido de organza. Este procedimiento tuvo como finalidad, mantener la calidad de los huevos de *A. gemmatalis*, registrando la humedad relativa próxima al punto de saturación, para evitar la resequedad de los mismos.

Los huevos de *A. gemmatalis*, debidamente conservados, se colocaron en una lámina rectangular de plástico (5.0 cm x 1.5 cm), la cual se mantuvo previamente en el congelador durante 10 minutos, lo que permitió la formación de una capa húmeda producto de la

condensación del agua. Esto permitió la fijación de los huevos de *A. gemmatalis*, sobre la superficie (Bleicher & Parra, 1989). Posteriormente, 50 huevos de *A. gemmatalis* se sometieron al parasitismo de *T. pretiosum*, durante un período de cinco horas, en cámaras bioclimáticas con condiciones abióticas constantes (25 °C de temperatura, humedad relativa de $70 \pm 10\%$ y fotofase de 14 horas), para luego transferirlas a cámaras bioclimáticas reguladas a las temperaturas seleccionadas (18, 20, 22, 25, 28, 30 y 32 °C), proceso que fue realizado simultáneamente.

Las variables biológicas necesarias para construir la tabla de vida de fertilidad, fueron: a) " x " considerado el punto medio de cada edad de las hembras, b) " l_x " que es la expectativa de vida hasta la edad x de las hembras, c) " m_x " que determina el número de descendientes por hembra, que originaran hembras de edad x , d) " $l_x m_x$ " que define el número total de hembras nacidas en la edad x . Posteriormente, se determinaron los parámetros, que componen la tabla de vida de fertilidad: a) tasa líquida de reproducción (R_0), b) razón infinitesimal de aumento (r_m), c) razón finita de aumento (λ), d) duración promedio de una generación (T) (Southwood & Henderson, 2000) (Cuadro 1).

El diseño experimental considerado en el estudio, fue completo al azar. Los parámetros que componen la tabla de vida de fertilidad, fueron comparados entre las siete temperaturas evaluadas (18 a 32 °C), a través de la prueba unilateral de "t" al 5% de probabilidad, descrita por Maia *et al.* (2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de líquida de reproducción (R_0), permite evaluar la adaptación de *T. pretiosum*, tanto a condiciones bióticas y abióticas, representando el número de veces que la población del parasitoide, puede multiplicarse en una generación. Los mayores valores de R_0 , fueron encontrados entre 25 °C y 30 °C, mostrando valores estadísticamente semejantes ($P \leq 0.05$), en este intervalo de temperatura (Cuadro 2). Estos resultados indican que el mayor potencial de producción de hembras de *T. pretiosum*, se presenta en este rango de temperatura, lo cual contribuye a la optimización de los programas de control

biológico, siempre que las hembras son las responsables por el parasitismo en la fase de huevo de las plagas "objeto de control".

La razón infinitesimal de aumento (r_m), fue directamente proporcional al incremento de la temperatura, entre los 18 y 32°C (Cuadro 2). Andrewartha & Birch (1954), afirman que valores elevados de r_m , confirman mayor capacidad de adaptación del parasitoide, a las diversas variables bióticas y abióticas, reportadas en los diferentes agro ecosistemas. Los resultados de r_m , obtenidos a 28 °C y 30 °C, fueron estadísticamente semejantes entre sí ($P \leq 0.05$), lo que demuestra que este rango de temperatura, se reportaron las mejores condiciones para la multiplicación de *T. pretiosum*.

La razón finita de aumento (λ), indicó que el mayor número de hembras de *T. pretiosum* incorporadas a la población, se obtuvieron entre las temperaturas de 25 °C y 30 °C (Cuadro 2). Algunos autores, sustentaron que variables como la temperatura y la calidad del huésped, en este caso los huevos de *A. gemmatalis*, influyen sobre este parámetro (λ) (Scholler & Hassan, 2001; Pratissoli *et al.*, 2004; Zago *et al.*, 2007).

La duración media de cada generación (T) de *T. pretiosum*, criado en huevos de *A. gemmatalis*, presentó una relación inversa con el aumento de la temperatura, variando entre 28.15 y 9.54 días, a 18 °C y 32 °C, respectivamente (Cuadro 2). Los resultados obtenidos (Cuadro 2), fueron confirmados por diversos autores, cuando se evaluó este parámetro (T) en diferentes especies y razas de *Trichogramma* (Pratissoli *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2007; Zago *et al.*, 2007; Dias *et al.*, 2010). La reducción del ciclo biológico del parasitoide, en función del aumento de la temperatura, propició la obtención de mayor cantidad de estos, en un período menor de tiempo, lo que favoreció el sistema de producción masiva (Dias *et al.*, 2010).

El análisis de los parámetros de R_o , r_m y λ , confirmaron que las mejores condiciones de multiplicación de *T. pretiosum*, se registraron entre las temperaturas de 25 °C y 30 °C. La variación de temperatura, influyó en el desempeño biológico de *T. pretiosum* (Cuadro 2), promoviendo la optimización del sistema de producción de *T. pretiosum*, en el rango de temperatura comprendido entre 25 °C y 30 °C (Pratissoli & Parra, 2000; Pratissoli *et al.*, 2004; Zago *et al.*; 2007).

Cuadro 1. Descripción matemática de las fórmulas de la tasa líquida de reproducción (R_o), razón infinitesimal de aumento (r_m), razón finita de aumento (λ), duración promedio de una generación (T), componentes de la tabla de vida de fertilidad.

Variable	Fórmula
R_o (Tasa líquida de reproducción)	$\sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$
R_m (Razón infinitesimal de aumento)	$\sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x e^{r_m x} = 1$
λ (Razón finita de aumento)	$-e^{r_m}$
T (Duración promedio de una generación)	$\frac{\sum_{x=0}^{\infty} x l_x m_x}{\sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x}$

(Soutwood & Henderson, 2000)

Cuadro 2. Duración promedio de una generación (T), tasa líquida de reproducción (R_o), razón infinitesimal de aumento (r_m) y razón finita de aumento (λ), de *Trichogramma pretiosum*, criada en huevos de *Anticarsia gemmatalis*, en diferentes temperaturas. HR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Temperatura (°C)	R_o	r_m	T (días)	λ
18	33.28 c ¹ (28.15-37.48)	0.1229 e (0.1211-0.1236)	28.15 e (28.07-29.32)	1.131 b (1.113-1.236)
20	33.73 c (31.62-39.81)	0.1846 d (0.1831-0.1851)	19.05 d (18.97-19.78)	1.203 b (1.185-1.216)
22	44.76 b (41.26-47.93)	0.2283 d (0.2279-0.2389)	16.65 d (15.57-16.93)	1.256 b (1.209-1.273)
25	68.38 a (65.63-73.01)	0.2861 c (0.2857-0.2873)	14.62 c (13.53-14.78)	1.331 a (1.304-1.491)
28	71.91 a (66.78-73.19)	0.3777 a (0.3589-0.3951)	11.32 a (10.28-12.45)	1.459 a (1.438-1.493)
30	67.15 a (63.09-67.34)	0.3940 a (0.3928-0.3953)	10.67 a (9.92-10.52)	1.483 a (1.452-1.196)
32	52.15 b (47.89-53.26)	0.4143 b (0.4156-0.4172)	9.54 b (9.38-10.07)	1.153 b (1.132-1.229)

¹Médias seguidas de la misma letra, entre las columnas, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de "t" (por pares de comparación), a 5% de probabilidad.

CONCLUSIÓN

El elevado potencial reproductivo de *T. pretiosum*, en el huésped natural *A. gemmatilis*, a temperaturas entre 25 °C y 30 °C, garantiza la optimización del sistema de multiplicación del parasitoide, en programas de control biológico.

REFERENCIAS

Anderwartha, H.G. & L.C. Birch. 1954. The innate capacity for increase in number. *In*: Andrewartha H.G. & L.C. Birch (eds.). The distribution and abundance of animals. Chicago, University of Chicago Press, 793 p.

Bleicher, E. & J.R.P. Parra. 1989. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. Pesqui. Agropecu. Bras. 25 (2): 215 - 219.

Gazzoni, D.L., E.B. Oliveira, I.C. Corso, B.S.C. Ferreira, G.L. Villas Bôas, F. Moscardi & A. R. Panizzi. 1981. Manejo de pragas da soja. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 44 p.

Green, R.F., N.C. Leppla & W.A. Dickerson. 1976. Veltbean caterpillar a rearing procedure and artificial medium. J. Econ. Entomol. 69 (4): 487-488.

King, A.B.S. & J.L. Saunders. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales en América Central. Londres, Overseas Development Administration Press. 182 p.

Dias, N.S., J.R.P. Parra J.R.P. & C.T.S. Dias. 2010. Tabela de vida de fertilidade de três species de Trichogrammatidae em ovos de hospedeiros alternativos como critério de seleção hospedeira. Rev. Bras. Entomol. 54: 120-124.

Maia, A.H.N., A.J.B. Luiz & C. Campanhola. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. J. Econ. Entomol. 93: 511- 518.

Meira, A.I., D. Pratisoli, R. Polansysk & L. Madgan. 2009. Selección de especies de *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criadas en los huevos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). IDESIA 30: 101-108.

Moscardi, F. & M.L. Souza. 2002. Baculovirus para o controle de pragas: panacea ou realidade? Biotecnología, Ciencia y Desarrollo 24: 22-29.

Oliveira, H.N., D. Pratisoli, C.A. Colombi, R.A. Polanczyk & L. P. Dalvi. 2006. Tabela de vida de *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). IDESIA 25: 73-76.

Panizzi, R.A. 2013. History and contemporary perspective of integrated pest management of soybean in Brazil. Neotrop. Entomol. 42: 119-127.

Parra, J.R.P. 1996. Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. Piracicaba, FEALQ. 137 p.

Parra, J.R.P., J.R.S. Lopes, H.J.P. Serra & O. Salles Junior. 1989. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 403-415.

Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi. 2004. *Trichogramma* in Brasil: Feasibility of use after twenty years of research. Neotrop. Entomol. 33: 271-281.

Pratisoli, D. & J.R.P. Parra. 2000. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. Pesq. Agropec. Bras. 35(7): 1281-1288.

Pratisoli, D., J.C. Zanuncio, U.R. Vianna, J.S. Andrade, E.M. Guimarães & M.C. Espindula. 2004. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. Pesq. Agropec. Bras. 39: 193-196.

Prezotti, L. & J.R.P. Parra. 2002. Controle de qualidade em criações massais de parasitoides e predadores. In: Parra J.R.P., P.S.M. Bothelo, B.S.C. Ferreira & J.S.M. Bento. Controle biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores. São Paulo, Manole. 295-311.

Scholler, M. & S. Hassan. 2001. Comparative biology and life table of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* with *Ephestia elutella* as host at four constant temperaturas. Entomol. Exp. Appl. 98: 35-40.

Silvera Neto, S., O. Nakano & N.A. Barbin, N.A. 1976. Villa Nova. Manual de ecología de insetos. São Paulo, Ed. Ceres, 419 p.

Sosa-Gomez, D.R. 2006. Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos.
http://cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv_fung.pdf

Southwood, R.R.F. & P.A. Henderson. 2000. Ecological methods. Blackwell Science, Oxford. 575 p.

Stein, C.P. & J.R.P. Parra. 1987. Uso da radiação para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. An. Soc. Entomol. Brasil 16: 229-231.

Turnipseed, S.G. & M. Kogan. 1976. Soybean entomology. Ann. Rev. Entomol. 21: 247-282.

Yorinori, T., W. Morel Paiva, L. Costamilan & P. Bertognolli. 2003. Ferrugem da Soya: Identificación e controle. Documentos 204. Londrina, Pr., Brasil.

Zago, H.B., D. Pratissoli, R. Barros, M.G.C. Gondin Jr. & H.J.G. Santos Jr. 2007. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pratissoli* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos, sob diferentes temperaturas. Neotrop. Entomol. 36: 84-89.

Zucchi, R.A. & R. Montero. 1997. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi (eds.). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ. 354 p.

Recibido diciembre de 2013, aceptado mayo de 2014.