



**ESTIMATIVA DO DESENVOLVIMENTO DE *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYM.: TRICHOGRAMMATIDAE) CRIADO EM OVOS DE *Diaphania nitidalis* CRAMER (LEP.: CRAMBIDAE) ATRAVÉS DE MODELOS NÃO LINEARES**

***José Romário de Carvalho*<sup>1</sup>, *Alexandre Faria da Silva*<sup>2</sup>, *Fernando Zanotti Madalon*<sup>1</sup>, *Camila Santos Teixeira*<sup>1</sup>, *Chansislayne Gabriela da Silva*<sup>1</sup>, *Karine Carvalho Machado*<sup>1</sup>, *Dirceu Pratissoli*<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/Departamento de Agronomia, Alto Universitário, s/n, caixa postal 16, Guararema, 29500-000, Alegre - ES, e-mail: jromario\_carvalho@hotmail.com; fernandozanottimadalon@gmail.com; teixeira.camila@outlook.com; chansislayne\_silva@outlook.com; kacarvalhom@gmail.com; dirceu.pratissoli@gmail.com.  
<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Rodovia Br 135 / km 3, Planalto Horizonte, 64900000, Bom Jesus - PI, e-mail: alexandrefs@gmail.com.

**Resumo** - Objetivou-se verificar a influência da temperatura no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Diaphania nitidalis* Cramer (Lepidoptera: Crambidae) através de modelos não lineares. Ovos de *D. nitidalis* parasitados por *T. pretiosum* foram acondicionados nas temperaturas de 18, 21, 24, 27 30 e 33°C até completarem o desenvolvimento e emergirem os adultos. As taxas de desenvolvimento (1/dia) foram analisadas utilizando os modelos não lineares de Sharpe e DeMichele e Logan. Ambos os modelos apresentaram elevado ajuste ( $R^2 > 0,94$ ). O modelo de Sharpe e DeMichele apresentou estimativas mais consistentes para as temperaturas base inferior (14,8°C), superior (35,8°C) e temperatura ótima de desenvolvimento (29,4°C).

**Palavras-chave:** Insecta, Parasitoide, Exigências térmicas, Modelagem.

### **Introdução**

Parasitoides *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são amplamente difundidos e utilizados em programas de manejo integrado de pragas pelo mundo. Esses microhimenópteros parasitam ovos de insetos, sendo especialista em insetos da ordem Lepidoptera (SITHANANTHAM; BALLAL; JALALI 2013). Entre os fatores abióticos que mais afetam o desempenho e



28ª SEAGRO

desenvolvimento pode-se destacar a temperatura (SILVEIRA-NETO et al., 1976; MARCHIORO; KRECHEMER; FOERSTER, 2015).

O efeito da temperatura pode ser verificado por meio de modelos matemáticos, dentre os quais, são utilizados os modelos linear de Campbell et al. (1974) e os não lineares propostos por Logan et al. (1976), Sharpe e DeMichele (1977) e Lactin et al. (1995). O modelo linear, comparação com os modelos não lineares, possibilita informar somente o limiar inferior de temperatura, enquanto que os modelos não lineares estimam os limiares de temperatura ótima e base superior.

A compreensão das exigências térmicas de inimigos naturais sobre a praga alvo é fundamental, visando o sucesso na implementação de programa de manejo integrado de pragas. Como *Diaphania nitidalis* Cramer (Lepidoptera: Crambidae) é considerada a principal praga da família Cucurbitaceae, e espécies pertencentes a este grupo são produzidos em todos território brasileiro, a compreensão da dinâmica entre parasitoide e praga torna-se necessária. Nesse sentido, objetivou-se com o presente estudo verificar a influência da temperatura no desenvolvimento de *T. pretiosum* Riley em ovos de *D. nitidalis* através de modelos não lineares.

## **Metodologia**

Ovos de *D. nitidalis* foram obtidos da criação estoque do laboratório de entomologia do CCAE-UFES, recortados dos discos de papel de filtro (superfície de oviposição) e colados em cartões de cartolinas azul (8,0 x 2,0) com goma arábica 30% (m/v). Para cada uma das temperaturas, 15 cartelas contendo 20 ovos (idade  $\leq$  12h) foram isolados e submetidas ao parasitismo por quatro fêmeas de *T. pretiosum* (idade  $\leq$  12h) durante cinco horas (na proporção de 1 parasitoide para 5 ovos). Os ovos e o parasitoide foram mantidos em tubos de vidros (8,5 x 2,4) vedados por filme PVC em câmara climatizada, regulada à  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas. Ao final deste período, as fêmeas foram retiradas com auxílio de um microscópio estereoscópico sendo cada conjunto de tubos transferidos para câmaras climatizadas, reguladas para



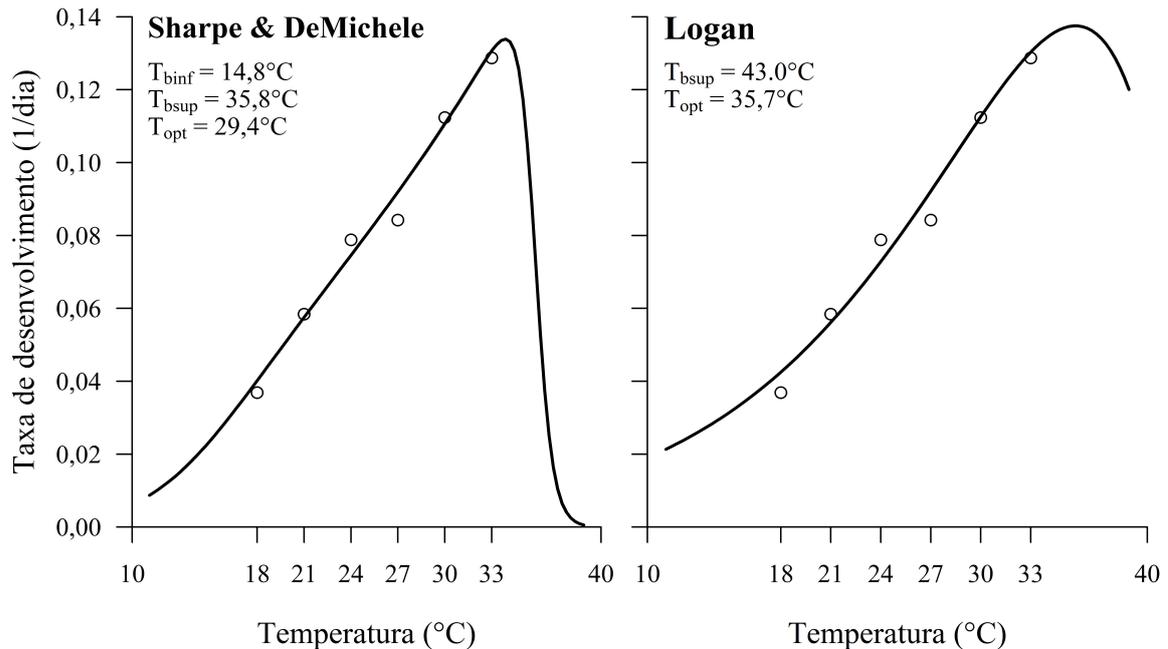
28ª SEAGRO

umidade relativa de  $70 \pm 10\%$ , fotofase de 14 horas e temperaturas de 18, 21, 24, 27, 30 e  $33 \pm 1^\circ\text{C}$ . Diariamente foram realizadas as observações para se obter a duração do período de desenvolvimento ovo-adulto.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos (temperaturas) e 15 repetições com 20 ovos cada. As taxas de desenvolvimento de *T. pretiosum* em função da temperatura foram analisadas em modelos não lineares propostos por Sharpe e DeMichele (1977) (Sharpe & DeMichele) e Logan et al. (1976) (Logan). Os parâmetros que compõem cada um dos modelos foram estimados pelo método de Levenberg-Marquardt, usando-se o pacote *minpack.lm* (ELZHOV et al., 2016) do aplicativo computacional R versão 3.4 (R CORE TEAM, 2017). O ajuste dos modelos foi verificado com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no critério de informação de Akaike (AIC).

## **Resultados e Discussão**

Os modelos de Sharpe & DeMichele e Logan apresentaram elevados de  $R^2$  (0,9730 e 0,9440, respectivamente). Com base no AIC, o modelo com menor valor indica melhor ajuste aos dados, logo, o modelo de Logan seria o modelo mais adequado (-27,6280 e -37,2820, Sharpe & DeMichele e Logan respectivamente). Contudo, verificou-se que este modelo superestimou tanto o limiar de temperatura ótima ( $T_{\text{opt}}$ ) quanto o limiar de temperatura base superior ( $T_{\text{bsup}}$ ) (Figura 1). O modelo de Sharpe & DeMichele, além de apresentar os valores de  $T_{\text{opt}}$  e  $T_{\text{bsup}}$  mais consistentes, possibilitou estimar a temperatura base inferior ( $T_{\text{binf}}$ ) (Figura 1).



**Figura 1-** Curvas de taxas de desenvolvimento dependentes da temperatura (1/dia) para *T. pretiosum* criados em ovos de *D. nitidalis* pelos modelos não lineares de Sharpe & DeMichele e Logan.

Pelo modelo de Sharpe & DeMichele estimou-se  $T_{\text{opt}}$  igual a  $29,4^{\circ}\text{C}$ , enquanto que para o modelo de Logan a estimativa foi de  $35,7^{\circ}\text{C}$  (Figura 1), valor este muito superior e distante da temperatura teórica ideal preconizada na literatura ( $T_{\text{opt}} = 25^{\circ}\text{C}$ ) (SILVEIRA-NETO et al., 1976; PRICE et al., 2011).

As estimativas de  $T_{\text{binf}}$  e  $T_{\text{bsup}}$  pelo modelo de Sharpe & DeMichele apresentaram valores superior e semelhante às observadas por Marchioro, Krechmer e Foerster (2015) para *T. pretiosum* em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) ( $9,94^{\circ}\text{C}$  e  $36,79^{\circ}\text{C}$ , respectivamente), utilizando os modelos linear (CAMPBELL et al., 1974) e não linear de Lactin (LACTIN et al., 1995).

## Conclusão

Os modelos não lineares possibilitaram compreender o desenvolvimento biológico de *T. pretiosum* em função da temperatura. Dentre os modelos estudados, o modelo de Sharpe & DeMichele foi o mais adequado,



28ª SEAGRO

possibilitando estimar as temperaturas limitante (inferior e superior) e adequada para o desenvolvimento do parasitoide em ovos de *D. nitidalis*.

## Referências

CAMPBELL, A. et al. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Ecology**, v. 11, p. 419-423, 1974.

ELZHOV, T. V. et al. **minpack.lm**: R Interface to the Levenberg-Marquardt Nonlinear Least-Squares Algorithm Found in MINPACK, Plus Support for Bounds. R package version 1.2-1. 2016.

LACTIN, D.J. et al. Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. **Environmental Entomology**, v. 24, p. 68-75, 1995.

LOGAN, J.A. et al. An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. **Environmental Entomology**, v. 5, p. 1133-1140, 1976.

MARCHIORO, C.A.; KRECHEMER, F.S.; FOERSTER, L.A. Assessing the Total Mortality Caused by Two Species of *Trichogramma* on Its Natural Host *Plutella xylostella* (L.) at Different Temperatures. **Neotropical Entomology**, v. 44, p. 1-8, 2015.

PRICE, P.W. et al. **Insect ecology**: behavior, populations and communities. Cambridge: Cambridge University Press; 2011.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing (software). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017.

SHARPE, P.J.H.; DEMICHELE, D.W. Reaction kinetics of poikilotherm development. **Journal of Theoretical Biology**, v. 64, p. 649-670, 1977.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de Ecologia dos Insetos**. Piracicaba, Editora Ceres, 1976.

SITHANANTHAM, S.; BALLAL, C.R.; JALALI, S.K. Future Thrusts for Egg Parasitoids Research in India. In: SITHANANTHAM, S. et al. (eds.),



28<sup>a</sup> SEAGRO

**Biological Control of Insect Pests Using Egg Parasitoids, 2013. p. 1-10.**