

Agronomia

## **EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE O DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE *Mythimna sequax* (FRANCLEMONT) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E USO DE MODELOS LINEARES E NÃO LINEARES PARA ESTIMATIVA DA TAXA DE DESENVOLVIMENTO**

Jullia Jacques<sup>1\*</sup>, Cesar Augusto Marchioro<sup>2</sup>.

1. Estudante de IC da graduação do curso de Agronomia da UFSC.
2. Professor da UFSC e Coordenador do Núcleo de Ecologia e Manejo de Insetos (NEMI)

### **Resumo**

A espécie *Mythimna sequax* é uma importante praga de poáceas. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da temperatura sobre a sobrevivência e desenvolvimento de *M. sequax* e selecionar modelos matemáticos que descrevam a relação entre temperatura e taxa de desenvolvimento. As lagartas foram criadas em câmaras climáticas a 20 e 25°C e as demais temperaturas (14, 18, 22, 26 e 30°C) foram obtidas da literatura. Sete modelos não lineares foram ajustados à taxa de desenvolvimento. O tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos foi inferior a 20°C, enquanto que a sobrevivência foi maior nesta temperatura. O desempenho dos modelos variou conforme o estágio de desenvolvimento do inseto, entretanto, os modelos Lactin-2 e Briere-2 foram os que melhor se ajustaram na maioria dos estágios. Os resultados mostram que a temperatura influencia significativamente a biologia de *M. sequax* e que a relação entre temperatura e taxa de desenvolvimento pode ser descrita por modelos não lineares.

**Palavras-chave:** Lagarta do trigo; Inseto Praga; Modelos Fenológicos.

**Apoio financeiro:** CNPq.

**Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição:** UFSC.

### **Introdução**

A lagarta do trigo (*Mythimna sequax* [Franclemont]) é uma espécie de desenvolvimento holometabólico, passando pelos estágios de ovo, larva pupa e adulto. No estágio larval é considerada uma importante praga agrícola, que causa danos a diversas culturas de importância econômica devido ao seu hábito filófago, alimentando-se principalmente de folhas de cereais (EMBRAPA, 2017). O grande potencial reprodutivo da espécie associado ao hábito alimentar voraz gerou uma demanda por estratégias de manejo que reduzam eficientemente o nível populacional da praga (TONET; KITAJIMA 1984).

A temperatura é o principal fator abiótico que influencia o desenvolvimento, sobrevivência, reprodução e, conseqüentemente, a dinâmica populacional dos insetos (SALVADORI; PARRA, 1990; MARCHIORO et al., 2017). A temperatura exerce influência direta sobre a taxa de desenvolvimento, sendo que temperaturas ótimas correspondem a uma taxa de desenvolvimento mais acelerada, enquanto que temperaturas superiores à ótima e próximas ao limiar térmico inferior resultam em menor taxa de desenvolvimento do inseto. Insetos submetidos a temperaturas abaixo do limiar térmico inferior têm o desenvolvimento praticamente paralisado devido à redução drástica da atividade metabólica (RODRIGUES, 2004).

Modelos fenológicos têm sido empregados para descrever a relação entre a temperatura e a taxa de desenvolvimento em insetos. Estes modelos possibilitam prever a ocorrência dos diferentes estágios de desenvolvimento dos insetos em campo, auxiliando na definição do momento adequado para a adoção de medidas de controle (KIM; LEE, 2010). A avaliação e seleção dos modelos levam em consideração diversos fatores, sendo o principal o seu ajuste aos valores observados. Neste caso, é avaliado se o modelo descreve de forma coerente a taxa de desenvolvimento da espécie em relação à temperatura, apresentando curvas

semelhantes às observadas em laboratório. Outro importante fator que pode ser empregado na seleção de modelos é a capacidade em estimar parâmetros de significância biológica, tais como o limiar térmico inferior e superior, e a temperatura ótima para o desenvolvimento (ROY et al., 2002).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da temperatura sobre a sobrevivência, desenvolvimento, peso pupal, e a presença de deformações na espécie *Mythimna sequax*, bem como selecionar modelos fenológicos que descrevam a relação entre temperatura e taxa de desenvolvimento.

## Metodologia

### **Desenvolvimento em diferentes temperaturas**

O experimento foi realizado no laboratório de Zoologia da Universidade Federal de Santa Catarina, no Campus de Curitibanos. Os indivíduos utilizados foram provenientes da criação mantida no Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII) da Universidade Federal do Paraná. Os mesmos foram cedidos no estágio de ovo. A criação foi mantida em câmaras climatizadas do tipo BOD.

A influência da temperatura sobre o desenvolvimento e sobrevivência de *M. sequax* foi avaliada nas temperaturas de 20 e 25 C $\pm$  1°C, umidade relativa de 70  $\pm$  10% e fotofase de 12 horas. Em cada temperatura foram criadas 100 lagartas recém-eclodidas, mantidas em recipientes plásticos. As lagartas foram alimentadas diariamente com folhas de capim quicuío (*Pennisetum clandestinum*). Durante todo o estágio imaturo foram realizadas vistorias diárias para avaliar o estágio de desenvolvimento e a sobrevivência dos indivíduos. Os parâmetros biológicos avaliados foram o tempo de desenvolvimento e a sobrevivência dos estágios imaturos (ovo, larva, pupa e ciclo ovo-adulto), bem como o peso e a presença de deformações em pupas.

O tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos não apresentou distribuição normal e, portanto, foi comparado com o teste de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ). O peso das pupas foi comparado por meio da Análise de Variância Fatorial, sendo considerados como fatores a temperatura e o sexo dos indivíduos ( $p < 0,05$ ). Quando diferenças significativas foram registradas, as médias foram comparadas com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Curvas de sobrevivência foram elaboradas e comparadas pelo método não paramétrico de Kaplan-Meier (KAPLAN; MEIER, 1958). As análises estatísticas foram realizadas com o software Statistica v. 8.0.

### **Seleção de modelos matemáticos**

O tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos a 20 e 25°C juntamente com dados obtidos da literatura para as temperaturas de 14, 18, 22, 26 e 30°C (FOERSTER, 1996) foram utilizados para ajustar os modelos matemáticos. A taxa de desenvolvimento foi calculada (1/média do tempo de desenvolvimento) para cada temperatura. A relação entre temperatura e taxa de desenvolvimento dos estágios imaturos foi avaliada utilizando um modelo linear e sete modelos não lineares, sendo eles, Analytis (ANALYTIS, 1981), Briere-1 (BRIERE et al., 1999), Briere-2 (BRIERE et al., 1999), Lactin-1 (LACTIN et al., 1995), Logan-6 (LOGAN et al., 1976), Logan-10 (LOGAN et al., 1976), Shi (SHI et al., 2011) e Linear (CAMPBELL et al., 1974). Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo software Table Curve 2D, utilizando o algoritmo de Levenberg-Marquardt.

Para avaliar o ajuste do modelo aos dados observados, foi utilizado o coeficiente de determinação ajustado ( $r^2$ ) e a soma dos quadrados dos resíduos (SQR) (ROY et al., 2002). Para a seleção dos melhores modelos utilizou-se o Critério de Informação Akaike corrigido (AICc) (SANDHU et al., 2010).

## Resultados e Discussão

### **Desenvolvimento em diferentes temperaturas**

Quando submetidos à temperatura de 20°C constatou-se que o tempo de desenvolvimento nos estágios de

ovo, larva, pré-pupa, pupa e o ciclo ovo-adulto foi significativamente inferior ao registrado a 25°C. Estes resultados corroboram com o trabalho realizado por Foerster (1996), segundo o qual a taxa de desenvolvimento foi acelerada com o acréscimo da temperatura (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tempo de desenvolvimento em dias (Média ± Erro Padrão) da espécie *Mythimna sequax* quando submetida a diferentes temperaturas.

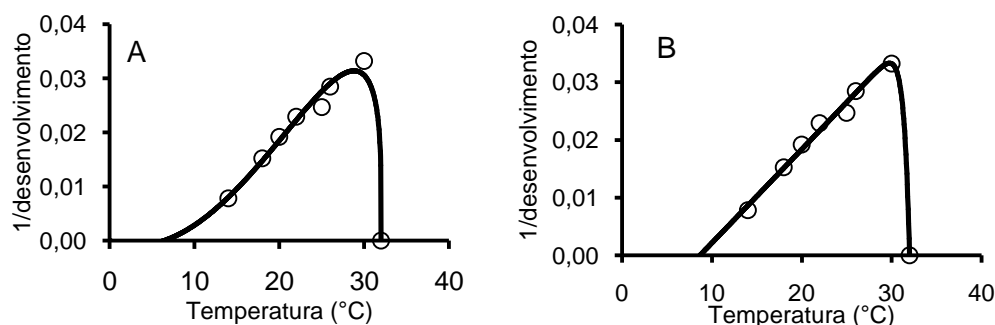
Fases	20°C	25°C	U <sup>1</sup>	P
Ovo	6,6 ± 0,5	5,6 ± 0,8	140,0	<0,01
Larva	27,1 ± 3,7	22,9 ± 2,5	797,0	<0,01
Pré-Pupa	3,2 ± 1,3	1,7 ± 0,5	695,5	<0,01
Pupa	17,4 ± 4,5	11,2 ± 1,2	34,0	<0,01
Ciclo	53,1 ± 2,6	40,5 ± 2,1	3,0	<0,01

<sup>1</sup>Valores comparados com o teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

O peso das pupas foi influenciado significativamente pelo sexo ( $F = 5,08$ ,  $p = 0,02$ ), sendo as fêmeas mais pesadas que os machos. O peso das pupas criadas a 25°C foi de  $372,5 \pm 1,5$  mg em machos e  $399,8 \pm 1,4$  mg em fêmeas. Em indivíduos criados a 20°C, o peso pupal foi de  $398,5 \pm 1,0$  mg em machos e  $421,4 \pm 1,1$  mg em fêmeas. A percentagem de pupas com deformações foi maior na temperatura de 20°C (12,7%) em comparação com 25°C (8,3%). Diferentemente do presente estudo, Salvadori e Parra (1990) verificaram que o peso das pupas foi influenciado significativamente pela temperatura. A análise de sobrevivência realizada com o teste de Kaplan-Meier demonstrou que os indivíduos mantidos a 20°C tiveram uma taxa de sobrevivência significativamente superior aos criados a 25°C ( $\chi^2 = 3,61$ ;  $p < 0,01$ ).

### Seleção de modelos matemáticos

O desempenho dos modelos variou de acordo com o estágio de desenvolvimento do inseto. Entretanto, considerando que os modelos Briere-2 e Lactin-2 foram os que melhor se ajustaram na maioria dos estágios de desenvolvimento, recomenda-se o seu uso (Figura 1). O limiar térmico inferior ( $T_0$ ), o limiar térmico superior ( $T_{max}$ ) e a temperatura ótima ( $T_{opt}$ ) estimados pelo modelo Lactin-2 para o ciclo ovo-adulto foi, respectivamente, de 8,6; 32,0 e 29,8 °C. No modelo Briere-2, a  $T_0$ ,  $T_{max}$  e  $T_{opt}$  foi estimada em 6,6; 32,0 e 28,0 °C, respectivamente.



**Figura 1.** Modelos matemáticos ajustados para a taxa de desenvolvimento (1/desenvolvimento) do ciclo ovo-adulto de *Mythimna sequax* em função da temperatura. A- Briere-2 e B-Lactin-2.

### Conclusões

Os resultados demonstram que a temperatura exerce importante influência sobre o desenvolvimento de *M. sequax* e que modelos matemáticos podem ser utilizados para descrever a relação entre temperatura e taxa

de desenvolvimento da espécie. Os modelos Briere-2 e Lactin-2 foram os que apresentaram os melhores resultados. Estes modelos fenológicos podem ser utilizados para definir o momento de maior suscetibilidade da praga em campo para aplicar medidas de controle, bem como estimar o número de gerações possíveis em determinado ciclo de plantio ou região. Além disto, esses resultados auxiliam na compreensão da dinâmica populacional da espécie em regiões com diferentes condições climáticas.

### Referências bibliográficas

- ANALYTIS, S. Relationship between temperature and development times in phytopathogenic fungus and in plant pests: a mathematical model. **Agricultural Research**, Índia, v.5, p.133-159, 1981.
- BRIERE, J. F. et al. A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. **Environmental Entomology**, Estados Unidos, v.28, p.22-29, 1999.
- CAMPBELL A. et al. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v.11, p.419-423, 1974.
- EMBRAPA; PEREIRA, P. R. V. S. **Lagartas filófagas**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/triticales/arvore/CONT000gbe2jfc302wx5ok07shnq92eleizc.html>> Acesso em: 03 abr. 2017.
- FOERSTER, L. A. Efeito da temperatura no desenvolvimento das fases Imaturas de *Pseudaletia sequax* Franclemont (Lepidoptera: Noctuidae). **Na. Sociedade Entomológica Brasileira**, Curitiba, v.25, p.27-32, 1996.
- KAPLAN, E. L.; MEIER, P. Non parametric estimation from in complete observations. **Journal of the American Statistical Association**, Estados Unidos, v.53, p.457-481, 1958.
- KIM, D. S.; LEE, J. H. A population model for the peach fruit moth, *Carposiniasasaki* Matsumura (Lepdoptera: Carposinidae), in a Korean orchard system. **Ecological Modelling**. Estados Unidos, v.221, p.268-280, 2010.
- LACTIN, D.J. et al. Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. **Environmental Entomology**, Estados Unidos, 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**. Estados Unidos, v.5, p.1133-1140, 1976.
- MARCHIORO, C. A.; KRECHEMER, F. S.; FOESTER, L. A. Estimating the development rate of the tomato leaf miner, *Tuta Absoluta* (Lepdoptera: Gelechiidae), using linear and non-linear models. **Pest Management Science**, Estados Unidos, in press, 2017.
- RODRIGUES, W. C. **Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos**. Info Insetos. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/infoinsetos/pdf/art0104-01.pdf>> Acesso em: 09 abr. 2017.
- ROY, M.; BRODEUR, J.; CLOUTIER, C. Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, Estados Unidos, v.31, p.177-187, 2002.
- SALVADORI, J. R.; PARRA, J. R. P. Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *pseudaletia sequax* (lep.: noctuidae), em dieta artificial. Pesquisa **Agropecuária Bras.**, Brasília, v.25, p.1693-1700, 1990.
- SANDHU, H. S. et al. Temperature-dependent development of *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on sugar cane under laboratory conditions. **Environmental Entomology**, Reino Unido, v.39, p.1012-1020, 2010.
- SHI P. et al. A simple model for describing the effect of temperature on insect developmental rate. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Coreia, v.14, pg.15-20, 2011.
- TONET, G. L.; KITAJIMA, E.W. **Possível ocorrência de um vírus da poliedrose nuclear em *Pseudaletia* sp. (Lepidoptera: Noctuidae), lagarta-do-trigo no Brasil**. in: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 13, Cruz Alta, RS, 1984. Resultados de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1984. p.252-4.