

## Efeito do aumento da temperatura sobre o ciclo biológico e de gerações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera:Noctuidae)

ADRIANO DE ABREU<sup>1,3</sup>, MARIANA CLOSS SALVADOR<sup>2,3</sup>, TATIANA EMIKO UEDA<sup>2,3</sup>, JOSÉ PEREZ DA GRAÇA<sup>3,4</sup>, MARIA CRISTINA NEVES DE OLIVEIRA<sup>3</sup>, CLARA BEATRIZ HOFFMANN-CAMPO<sup>3</sup> | <sup>1</sup>Centro Universitário Filadelfia - UniFil, adrianoabreu.agro@hotmail.com; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Londrina; <sup>3</sup>Embrapa Soja, <sup>4</sup>CNPq / Pós-doutorado.

### Introdução

As mudanças climáticas envolvem simultâneas e complexas alterações de muitas variáveis ambientais, mas principalmente a temperatura do ar (TRENBERTH ET AL., 2007). A temperatura é um dos fatores abióticos que exercem grande influência sobre a biologia do inseto e esse fator pode afetar a duração do ciclo de vida, o voltinismo, a densidade populacional, o tamanho e composição genética, a extensão da exploração da planta hospedeira, bem como a distribuição local e geográfica ligada à colonização e extinção (BALE et al., 2002).

Os insetos são ectotérmicos exibindo um elevado grau de sensibilidade à temperatura ambiente em seus processos fisiológicos. Diversas evi-

dências indicam que não só maior temperatura, mas também a maior variabilidade climática pode ter efeito significativo sobre os organismos e ecossistemas (SENTIS 2013). As espécies apresentam respostas individuais à temperatura, a concentração de dióxido de carbono, e outros fatores ambientais, sendo assim, a mudança climática poderá afetar a associação temporal e espacial entre as espécies que interagem em diferentes níveis tróficos (HARRINGTON et al., 1999).

O estudo da adaptação a determinadas condições térmicas é relevante para as discussões a respeito do efeito do aquecimento global sobre a distribuição e abundância de animais ectotérmicos (DIXON et al., 2009). As mudanças climáticas podem atuar em insetos herbívoros de forma direta, por meio de impactos na sua fisiologia e comportamento, ou indireta, onde os insetos respondem às mudanças induzidas pelo clima mediadas através outros fatores, como a planta hospedeira (BALE et al., 2002). Dessa forma, considerando-se a importância da temperatura para o desenvolvimento dos insetos, e o possível aumento na ocorrência de *S. frugiperda* em soja, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes temperaturas nos aspectos biológicos deste inseto, ao longo de quatro gerações.

### Material e métodos

Os experimentos foram realizados no laboratório de Ecologia Química da Embrapa-Soja. As plantas oferecidas aos insetos (BRS 359RR) foram semeadas em casa-de-vegetação até estágio V5 (FEHR & CAVINESS 1977) com fotoperíodo de 14 horas, temperatura de 28 °C e umidade relativa de 65 %, em vasos de cinco litros, com cinco plantas por vaso.

A biologia dos insetos foi realizada em câmara de criação tipo B.O.D., sob diferentes temperaturas (25°C, 28°C, 31°C e 34°C), sendo estas reduzidas em 4°C no período noturno, durante toda a biologia do inseto, para representar a oscilação diária, com umidade de 70 ± 10% e fotofase de 14h. Lagartas de *S. frugiperda* de 2º instar provenientes do laboratório de criação massal da Embrapa Soja, criadas desde a eclosão

em folhas de soja e em suas respectivas temperaturas, foram individualizadas, em copos parafinados com tampas plásticas. As lagartas foram avaliadas diariamente, observando-se a mortalidade e o tempo de desenvolvimento de cada estágio. O alimento foi substituído diariamente e o peso da pupa determinado 48h após a transformação.

Após atingirem estágio de pupa, estas foram separadas pelo sexo e, logo após a emergência, os adultos foram individualizados em gaiolas confeccionadas com de tubos de PVC, com 20 cm de altura por 10 cm de diâmetro (MILANO, 2008). Para a oviposição e coleta dos ovos, a gaiola foi revestida internamente com papel tipo sulfite (A4), retirado sempre em que foi observada a postura dos ovos. Os casais individualizados foram mantidos na mesma temperatura para continuidade das gerações. As gaiolas com os casais de adultos foram observadas diariamente, substituindo-se o alimento e anotando-se a mortalidade em cada repetição.

Para a biologia dos insetos considerando-se do estágio larval até a fase de pupa e para a avaliação da longevidade dos adultos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 60 repetições. As variáveis respostas consideradas neste trabalho foram: mortalidade de lagartas (%), peso inicial de lagartas (mg), peso de pupa (mg) e tempo de desenvolvimento (dias). A mortalidade foi comparada pelo teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) ao nível de 5% de probabilidade. As demais variáveis foram analisadas considerando análise de variância (ANOVA) com testes de médias pelo Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o programa estatístico SAS-Statistical Analysis System, versão 9.2 (2009).

## Resultados e discussão

De modo geral, as diferentes temperaturas afetaram os aspectos biológicos de *S. frugiperda*. O teste de  $c^2$  ( $p > 0,05$ ) indicou diferenças na porcentagem de mortalidade em função dos tratamentos (Tabela 1). A maior mortalidade ocorreu quando as lagartas foram mantidas em 31°C na geração  $F_2$ , o que impossibilitou a continuidade de mais uma geração. Nessa mesma temperatura quando se comparou as gerações observou-se um aumento da mortalidade. Na geração  $F_0$ , não foi

observada diferença significativa na mortalidade em insetos mantidos nas diferentes temperaturas adotadas. Na temperatura 28°C a maior mortalidade também foi observada na geração  $F_2$ .

O peso inicial, de pupa e tempo de desenvolvimento larval dos insetos foi influenciado pelas temperaturas (Tabela 2). A temperatura de 31 °C proporcionou os maiores pesos iniciais, quando comparado as temperaturas 25 °C ( $F_2$ ), 28°C e 34°C em todas as gerações. Houve um aumento do peso inicial ao longo das gerações, observados em  $F_3$  nas temperaturas 25°C e 28°C e em  $F_1$  e  $F_2$  na temperatura de 31°C. Os maiores pesos de pupa entre as temperaturas foram observados nas temperaturas 25°C, 28°C, e os menores pesos observados em 31°C e 34°C. Dentro das gerações os maiores pesos de pupa foram observados em  $F_2$  e  $F_3$  (25°C),  $F_1$  e  $F_3$  (28°C) e  $F_1$  (31°C).

A duração média de desenvolvimento do inseto em dias foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura, com a maior duração observada a 25°C e menor duração a 34°C ( $F_0$ ). Fato este também observado nas gerações  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$  nas temperaturas 25°C e 31°C. Dentro das gerações as temperaturas de 25 °C e 28 °C não diferiram no tempo total de desenvolvimento em  $F_0$  e  $F_3$ . Na temperatura de 31 °C observou-se diferença entre as gerações com o maior tempo de desenvolvimento na geração  $F_1$ .

A tabela 3 apresenta o período de incubação e desenvolvimento dos insetos nas diferentes temperaturas, onde do ovo até o 2º instar, que não apresentou variabilidade entre os dados para a aplicação do teste de médias. No geral, dentre as temperaturas testadas as de 25 °C e 28 °C promoveram maior número em dias em cada um dos instares.

No terceiro instar (Tabela 3), na geração  $F_0$  pode-se observar maior tempo de desenvolvimento em 25°C e menor tempo em 34°C. Quando se comparou cada temperatura dentro das gerações estudadas pode-se observar um acréscimo no desenvolvimento ao longo das gerações em 25°C e um decréscimo a 31°C. No quarto instar na geração  $F_0$  a temperatura 28°C apresentou o maior número de dias de desenvolvimento. No entanto, em  $F_1$  e  $F_3$  (25°C) observou-se o maior tempo de desenvol-

vimento quando comparado às outras temperaturas. No quinto instar, na geração  $F_0$ , a maior duração em dias, ocorreu na temperatura de 25 °C, 28 °C e 34 °C. As gerações  $F_1$  e  $F_3$  nas temperaturas 25 °C e 28 °C apresentaram o maior tempo de desenvolvimento. No sexto instar nas gerações  $F_0$  e  $F_3$  não houve diferença entre as temperaturas 25 °C e 28 °C, que apresentaram maior duração, no entanto para  $F_1$  e  $F_2$  (25 °C) esta variável diferiu estatisticamente das demais temperaturas. Quando comparado cada temperatura ao longo das gerações, pode-se observar que a duração deste instar apresentou redução significativa do tempo de desenvolvimento no decorrer das gerações.

Na fase de pré-pupa, em  $F_0$ , não houve diferença na duração deste período em insetos criados a 25 °C e 28 °C, que foi maior quando comparada as demais temperaturas. Nas gerações  $F_1$  e  $F_2$  não foi observada diferença entre as temperaturas na duração desta fase. Para o estágio de pupa a duração média, em dias, dentro da geração  $F_0$  e  $F_1$  foi maior na temperatura de 25 °C, não havendo diferença nas gerações  $F_2$  e  $F_3$  nas temperaturas de 25 °C e 28 °C. Dentro das temperaturas 25 °C, 28 °C e 31 °C em ( $F_0$ ) um maior número em dias na fase de pupa foi observado quando comparados com as demais gerações.

## Conclusões

Considerando-se os resultados obtidos até o momento, pode-se sugerir que alterações na temperatura podem ocasionar efeitos negativos em populações de *S. frugiperda* o que pode reduzir a sua incidência em campo. No entanto, estudos adicionais e aprofundados sobre a interação temperatura-inseto/planta são necessários para esclarecer as possíveis influências do aquecimento global nessa espécie, além da avaliação da adaptação dos insetos ao longo das gerações.

## Referências

BALE, J. S.; MASTERS, G. J.; HODKINSON, I. D.; AWMACK, C.; BEZEMER, T. M.; BROWN, V. K.; BUTTERFIELD, J.; BUSE, A.; COULSON, J. C.; FARRAR, J.; GOOD, J. E. G.; HARRINGTON, R.; HART-

LEY, S.; JONES, T. H.; LINDROTH, R. L.; PRESS, M. C.; SYMRNI-  
OUDIS, I.; WATT, A.; WHITTAKER, J. B. Herbivory in global climate  
change research: direct effects of rising temperature on insect herbi-  
vores. **Global Change Biology**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2002.

DIXON, A. F.G.; HONEK, A.; KEIL, P.; KOTELA, M. A. A.; ŠIZLING, A. L.;  
JAROŠÍK, V. Relationship between the minimum and maximum tempera-  
ture thresholds for development in insects. **Functional Ecology**, v. 23,  
p. 257–264, 2009.

FEHR, W.R. & C.E. CAVINESS. **Stages of soybean development**. Special  
Report 80. Ames, Iowa State University of Science and Technology,  
11p., 1977.

HARRINGTON, R.; WOIWOD, I.; SPARKS, T. Climate change and  
trophic interactions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 4, p. 146-  
150, 1999.

MILANO, P.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; CÔNSOLI, F. L. Influ-  
ência da temperatura na frequência de cópula de *Anticarsia gemmatalis*  
Hübner e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).  
**Neotropical Entomology**, v. 37, p. 528-535, 2008.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT: User's Guide: Statistics, Version  
9.2. Cary: SAS Institute, NC: Statistical Analysis Systems, 2009.  
7869p.

SENTIS, A.; HEMPTINNE, J.-L.; BRODEUR, J. Effects of simulated heat  
waves on an experimental plant–herbivore–predator food chain. **Global  
change biology**, v. 19, n. 3, p. 833-842, 2013.

TRENBERTH KE, JONES PD, AMBENJE P ET AL. Observations: Surface  
and Atmospheric Climate Change. In: Solomon S et al., eds. Climate  
Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working  
Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental  
Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, pp.  
235–336, 2007.

**Tabela 1.** Porcentagem de mortalidade de *S. frugiperda* criadas em folhas de soja submetidas a diferentes temperaturas, por quatro gerações.

Geração	Temperatura			
	25 °C	28 °C	31 °C	34 °C
F <sub>0</sub>	16,66 a A	20,00 ab A	23,33 b A	16,66 A
F <sub>1</sub>	31,66 a A	20,00 ab A	33,33 b A	-
F <sub>2</sub>	21,66 a A	35,00 a A**	58,33 a B***	-
F <sub>3</sub>	20,00 a A	18,33 b A	-	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem pelo teste  $\chi^2$  a 5% de significância. \*\*\* P < 0,001 \*\* P < 0,01 \* P < 0,05

- não houve sobreviventes.

**Tabela 2.** Peso inicial (mg), peso de pupa (mg) e duração total da fase larval em dias (média  $\pm$  EP) de *S. frugiperda* criadas em folhas de soja submetidas a diferentes temperaturas, por quatro gerações.

	25 °C	28 °C	31 °C	34 °C
	Peso Inicial (mg)			
F <sub>0</sub>	1,37 $\pm$ 0,04 c AB	1,26 $\pm$ 0,04 c B	1,48 $\pm$ 0,04 b A	1,30 $\pm$ 0,05 B
F <sub>1</sub>	2,62 $\pm$ 0,07 b A	1,78 $\pm$ 0,07 b B	2,48 $\pm$ 0,05 a A	-
F <sub>2</sub>	1,45 $\pm$ 0,04 c C	1,87 $\pm$ 0,08 b B	2,53 $\pm$ 0,09 a A	-
F <sub>3</sub>	2,94 $\pm$ 0,08 a A	2,90 $\pm$ 0,06 a A	-	-
Peso pupa (mg)				
F <sub>0</sub>	192,64 $\pm$ 2,82 b A	188,19 $\pm$ 3,56 b A	169,81 $\pm$ 3,69 b B	165,24 $\pm$ 3,24 B
F <sub>1</sub>	197,72 $\pm$ 3,33 b A	204,03 $\pm$ 3,72 a A	188,46 $\pm$ 4,00 a B	-
F <sub>2</sub>	214,15 $\pm$ 2,88 a A	153,91 $\pm$ 2,25 c B	124,29 $\pm$ 5,89 c C	-
F <sub>3</sub>	220,11 $\pm$ 3,87 a A	208,58 $\pm$ 3,25 a B	-	-
Total (dias)				
F <sub>0</sub>	30,58 $\pm$ 0,19 a A	28,12 $\pm$ 0,20 a B	26,35 $\pm$ 0,23 a C	22,88 $\pm$ 0,16 D
F <sub>1</sub>	28,85 $\pm$ 0,19 b A	26,46 $\pm$ 0,18 b B	22,95 $\pm$ 0,15 c C	-
F <sub>2</sub>	27,77 $\pm$ 0,16 c A	24,97 $\pm$ 0,10 c B	25,00 $\pm$ 0,28 b B	-
F <sub>3</sub>	30,70 $\pm$ 0,25 a A	26,75 $\pm$ 0,14 a B	-	-

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

- Não houve sobreviventes

**Tabela 3.** Duração em dias (média  $\pm$  EP) dos instares de (média  $\pm$  EP) de *S. frugiperda* criadas em folhas de soja submetidas a diferentes temperaturas, por quatro gerações.

	25 °C	28 °C	31 °C	34 °C
	Ovo - 2º instar (dias)			
F <sub>0</sub>	8	7	7	6
F <sub>1</sub>	8	8	6	-
F <sub>2</sub>	8	7	7	-
F <sub>3</sub>	9	9	-	-
3º instar (dias)				
F <sub>0</sub>	2,98 $\pm$ 0,02 b A	2,32 $\pm$ 0,08 ab B	2,70 $\pm$ 0,10 a B	1,59 $\pm$ 0,08 C
F <sub>1</sub>	2,09 $\pm$ 0,05 c A	2,19 $\pm$ 0,07 bc A	2,08 $\pm$ 0,08 c A	-
F <sub>2</sub>	2,02 $\pm$ 0,02 c B	2,49 $\pm$ 0,08 a A	2,39 $\pm$ 0,12 b A	-
F <sub>3</sub>	3,80 $\pm$ 0,07 a A	2,06 $\pm$ 0,03 c B	-	-
4º instar (dias)				
F <sub>0</sub>	2,00 $\pm$ 0,00 c BC	2,53 $\pm$ 0,11a A	2,03 $\pm$ 0,06 a B	1,79 $\pm$ 0,09 C
F <sub>1</sub>	2,58 $\pm$ 0,08b A	2,10 $\pm$ 0,05b B	2,13 $\pm$ 0,07 a B	-
F <sub>2</sub>	2,15 $\pm$ 0,05 c A	2,00 $\pm$ 0,00b A	2,11 $\pm$ 0,08 a A	-
F <sub>3</sub>	3,05 $\pm$ 0,14 a A	2,02 $\pm$ 0,02 b B	-	-
5º instar (dias)				
F <sub>0</sub>	2,27 $\pm$ 0,07b AB	2,19 $\pm$ 0,06 bc AB	2,05 $\pm$ 0,08 a B	2,34 $\pm$ 0,08 A
F <sub>1</sub>	2,90 $\pm$ 0,10 a A	2,61 $\pm$ 0,07 a A	2,10 $\pm$ 0,07 a B	-
F <sub>2</sub>	2,18 $\pm$ 0,06 b B	2,27 $\pm$ 0,09 b B	2,78 $\pm$ 0,10 a A	-
F <sub>3</sub>	2,32 $\pm$ 0,09 b A	1,96 $\pm$ 0,03 c B	-	-
6º instar (dias)				
F <sub>0</sub>	4,67 $\pm$ 0,11 a A	4,25 $\pm$ 0,15 a A	3,24 $\pm$ 0,16 a B	2,57 $\pm$ 0,17 C
F <sub>1</sub>	3,58 $\pm$ 0,09 b A	2,42 $\pm$ 0,15 b B	1,55 $\pm$ 0,10 b C	-
F <sub>2</sub>	3,67 $\pm$ 0,13 b A	1,59 $\pm$ 0,10 c B	2,00 $\pm$ 0,20 b B	-
F <sub>3</sub>	2,47 $\pm$ 0,14 c A	2,14 $\pm$ 0,10 b A	-	-
Pré-pupa (dias)				
F <sub>0</sub>	1,38 $\pm$ 0,07 bc A	1,21 $\pm$ 0,06 b A	1,00 $\pm$ 0,00 b B	1,00 $\pm$ 0,00 B
F <sub>1</sub>	1,58 $\pm$ 0,11 ab A	1,58 $\pm$ 0,09 a A	1,29 $\pm$ 0,07 a A	-
F <sub>2</sub>	1,11 $\pm$ 0,05 c A	1,19 $\pm$ 0,06 b A	1,39 $\pm$ 0,12 a A	-
F <sub>3</sub>	1,75 $\pm$ 0,08 a A	1,37 $\pm$ 0,08 ab B	-	-
Pupa (dias)				
F <sub>0</sub>	9,18 $\pm$ 0,11 a A	8,60 $\pm$ 0,10 a B	8,33 $\pm$ 0,08 a B	7,52 $\pm$ 0,08 C
-				
-				
-				

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

- Não houve sobreviventes