

**Posturas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho Bt e não-Bt, em Cultivo de Safra**

Vinícius Soares Sturza<sup>1</sup>, Sônia Thereza Bastos Dequech<sup>2</sup>, Anderson Bolzan<sup>3</sup>, Michel Pires Walker<sup>3</sup>, Pedro Krauspenhar Rosalino<sup>3</sup>, Débora Cocco<sup>3</sup>, Candice Guths<sup>3</sup>, Leandro Lima Spatt<sup>3</sup>, Cícero Schneider<sup>3</sup>, Livia Bataioli<sup>3</sup> e Marcos Toebe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Agronomia - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. vsturza27@yahoo.com.br, m.toebe@gmail.com <sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Agrobiologia - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. soniatbd@gmail.com e <sup>3</sup>Acadêmicos da Universidade Federal de Santa Maria. ander\_bolzan@hotmail.com, michel\_walker@hotmail.com, pedrorosalino@yahoo.com.br, deboratocco@hotmail.com, candice.guths@hotmail.com, leandrolimasatt@gmail.com, cicero.schneider@gmail.com, liviaaufsm@gmail.com.

**RESUMO** - A ocorrência da lagarta-do-cartucho é um dos principais problemas fitossanitários da cultura do milho no Brasil. Materiais transgênicos “Bt” apresentam larga adoção pelos agricultores no país, mas dados relativos ao monitoramento da praga a campo ainda são escassos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a flutuação de posturas da lagarta-do-cartucho em áreas de milho Bt e não-Bt, em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Um experimento, em cultivo de safra, foi conduzido em Santa Maria, RS, em 2010. Os tratamentos foram: dois genótipos de milho Bt, com expressão de diferentes toxinas *cry*, e um genótipo não-Bt (testemunha), sendo todos híbridos comerciais e isolinhas entre si. A área com cada tratamento foi dividida em 20 parcelas, de 36 m<sup>2</sup> cada, compostas de 12 linhas de 6 m de comprimento, circundadas por bordaduras de 5 m em cada extremidade. Foram amostradas, aleatoriamente, quatro plantas por parcela, totalizando 80 plantas por área em cada data de amostragem. Foram realizadas 14 coletas de plantas de milho, nos períodos compreendidos entre 01/11/2010 e 04/12/2010. Foram avaliados o total e a média de posturas coletadas. Os genótipos Bt apresentaram maior quantidade no total de posturas, em relação à testemunha, e na maioria das avaliações.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., lagarta-do-cartucho, transgênicos.

### Introdução

No Brasil, a cultura do milho (*Zea mays* L.) é a segunda mais produzida, sendo uma das principais *commodities*, com área plantada de, aproximadamente, 13 milhões de hectares e produção de grãos em torno de 56 milhões de toneladas na safra 2010/11 (LSPA, 2011).

Apesar da importância, a produtividade média nacional frequentemente apresenta rendimentos abaixo do esperado, entre 2 e 3 ton ha<sup>-1</sup>, o que são considerados desempenhos baixos, uma vez que no mercado existem materiais e tecnologia disponíveis para elevação desses rendimentos acima de 10 ton ha<sup>-1</sup> (EDGERTON, 2009).

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), principal praga da cultura, pode causar grande redução no rendimento, em

razão dos danos resultantes do ataque, que pode ocorrer em quase todas as fases de desenvolvimento do milho, da emergência até a formação das espigas. Em alguns casos pode provocar danos diretos de mais de 35% no rendimento de grãos (CRUZ et al., 1999; CRUZ et al., 2002; WAQUIL et al., 2004).

Uma das alternativas promissoras no controle de insetos-praga no milho, incluindo a lagarta-do-cartucho, é o emprego de recursos biotecnológicos baseados na utilização de cultivares transgênicas, nas quais um ou mais genes introduzidos conferem resistência a uma determinada praga, ou grupo de pragas, e podem concomitantemente resultar em benefícios agrônômicos, econômicos e ambientais (SHELTON et al., 2002). No caso do milho, foram desenvolvidos genótipos de milho Bt nos quais as toxinas *cry* codificadas por genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner são produzidas continuamente nos tecidos da planta. Assim, não existe a necessidade de aplicação das toxinas, uma vez que já são expressas nos tecidos, e estão continuamente disponíveis e protegidas contra a degradação por fatores ambientais (SOBERÓN et al., 2009). Apesar da importância dessa nova tecnologia, ainda são escassos dados de monitoramento de *S. frugiperda* nas áreas de milho Bt, especialmente na região sul do Brasil.

Esse trabalho teve por objetivo avaliar a flutuação de posturas de *S. frugiperda* em áreas de milho Bt e não-Bt, em Santa Maria, Rio Grande do Sul.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado em áreas situadas no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), latitude 29°42'23"S e 53°43'15"W e altitude de 95m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida. O solo é uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico argilúvico típico) (STRECK et al., 2008). Foram utilizadas três áreas de 30x40 m que, durante o período de pré-safra, apresentavam cobertura de aveia-preta (*Avena strigosa* L.). Essa foi dessecada previamente à semeadura com 1200 g de i.a. ha<sup>-1</sup> de herbicida glifosato. O sistema de cultivo foi em plantio direto, com semeadura mecanizada, utilizando o espaçamento de 0,5 m entre linhas e cinco sementes por metro linear. A semeadura, em todas as áreas, ocorreu em 13/10/2010. Após a semeadura, e anteriormente à emergência das plantas, foi realizada uma nova aplicação de herbicida glifosato na dosagem de 1200 g de i.a. ha<sup>-1</sup>. A população de plantas foi ajustada para 60.000

plantas ha<sup>-1</sup> mediante desbaste manual. A emergência das plantas foi considerada quando 50% das mesmas estavam visíveis acima da superfície do solo e ocorreu no dia 19 de outubro.

A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo, considerando uma expectativa de rendimento de 5 t ha<sup>-1</sup>. Foi realizada uma aplicação de adubação nitrogenada em cobertura, na forma de uréia, manualmente, no estágio V2 na safra e V3 na safrinha. As plantas daninhas, emergidas após a segunda aplicação de herbicida, foram controladas por meio de capinas manuais.

Os tratamentos implantados foram: dois genótipos de milho Bt, com expressão de diferentes toxinas *cry*, e um genótipo convencional (não-Bt), sendo todos híbridos comerciais e isolinhas entre si, ou seja, diferindo apenas quanto à expressão da toxina Bt. Os híbridos utilizados foram: 30F53 (não-Bt), 30F53Yg (Yieldgard<sup>®</sup>), que expressa a toxina Cry1Ab e 30F53F (Herculex<sup>®</sup>), que expressa a toxina Cry1F.

Para fins de simplificação, na sequência do presente trabalho os tratamentos foram referenciados como: testemunha (não-Bt), Bt Yg (Yieldgard<sup>®</sup>) e Bt Hx (Bt Herculex<sup>®</sup>). Entre a testemunha e os genótipos Bt foi mantida uma distância de 25m, de acordo com a legislação provisória vigente no período para a distância mínima entre material Bt e não-Bt.

A área de cada tratamento foi dividida em 20 parcelas, de 36 m<sup>2</sup> cada, compostas de 12 linhas de 6 m de comprimento, circundadas por bordaduras de 5 m em cada extremidade. Foram amostradas, aleatoriamente, quatro plantas por parcela, totalizando 80 plantas por área em cada data de amostragem. Foram realizadas 14 coletas de plantas de milho, nos períodos compreendidos entre 01/11/2010 e 04/12/2010, que corresponderam entre os estádios V2 e V8. Em cada data foram coletadas quatro plantas por parcela, que foram retiradas rente ao solo e acondicionadas em embalagens plásticas. Essas foram adequadas ao tamanho das plantas conforme este aumentava no ciclo, e em seguida, foram transportadas ao Laboratório de Entomologia, do Centro de Ciências Rurais da UFSM. No laboratório, as plantas foram avaliadas quanto à presença de posturas e determinados o total de posturas encontradas por tratamento e média de posturas por planta.

As análises estatísticas foram realizadas com contrastes por data de avaliação utilizando o teste t para duas amostras independentes, com Reamostragem Bootstrap (10.000 simulações). O software utilizado foi BioEstat versão 5.0.

## Resultados e Discussão

Foram coletadas 395 posturas, e uma tendência de predomínio nos genótipos Bt foi observada com 92 (23,3%), 117 (29,6%) e 186 (47,1%) nas áreas testemunha, Bt Yg e Bt Hx, respectivamente.

A maior concentração de posturas ocorreu entre 13 e 23 dias após emergência do milho (DAE) (Figura 1, Tabela 1). Dentre os tratamentos, não foram verificadas posturas de *S. frugiperda* apenas em três avaliações na área testemunha, aos 37, 39 e 46 DAE. Já, dentre os genótipos transgênicos, no Bt Hx até os 37 DAE foi um período contínuo de oviposição no campo e no Bt Yg foram coletadas posturas em todas as avaliações. Os acmes de oviposição corresponderam a 44 posturas por data de avaliação (aos 18 DAE) no Bt Hx e 25 nos demais tratamentos, aos 16 e 18 DAE, respectivamente, para Bt Yg e testemunha. A média diária de posturas, considerando o total das avaliações, foi numericamente superior nos genótipos Bt, com 8,36 e 13,29 para Bt Yg e Bt Hx, respectivamente, contra 6,57 da testemunha.

A análise estatística para os contrastes entre os tratamentos da safra apontou um predomínio de valores de *p* reduzidos, ou mais significativos, para aquelas comparações envolvendo os genótipos Bt, especialmente Bt Hx, que representou quase metade das posturas coletadas (Tabela 1).

Provavelmente essa diferença na quantidade de posturas entre os materiais ocorreu em razão de que os genótipos Bt apresentaram reduzidos danos foliares, quando comparados com a testemunha. A preferência das mariposas pelo Bt Hx, verificada em função da quantidade de posturas coletadas, está possivelmente associada aos compostos voláteis emitidos pelas plantas atacada e não atacadas, estes atrativos, como o linalool, uma vez que existem evidências da utilização desses compostos por fêmeas de *S. frugiperda* para evitar locais com possíveis competidores (outras larvas) e presença de inimigos naturais, resultantes da defesa induzida indireta (D'ALESSANDRO e TURLINGS, 2006; SIGNORETTI et al., 2012). Assim, essas áreas com menores emissões de voláteis, em razão de menores danos, induziram ao panorama de locais livres de infestação e foram as preferidas para oviposição. Isso porque o comportamento de alimentação das larvas é o principal componente de emissão de compostos voláteis induzidos por herbívoros, já que há evidências de que não existem mudanças visuais e bioquímicas em milho Bt, quando comparados a genótipos não-Bt (DEAN e DE MORAES, 2006; MENDES, 2011).

Tais resultados apontam que existem diferenças a campo, em termos de quantidade de posturas, entre os materiais de milho Bt, provavelmente em função da resistência que apresentam ao ataque de *S. frugiperda*, de forma que, genótipos mais atacados tendem a apresentar menor quantidade de posturas, o que deve ser levado em consideração na adoção de estratégias para o manejo integrado deste inseto-praga, como a liberação de parasitoides de ovos.

### Conclusões

Os genótipos Bt apresentaram maior quantidade total de posturas, em relação ao milho não-Bt (testemunha), e na maioria das avaliações.

### Literatura Citada

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C; MATOSO, M.J. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Sete Lagoas, MG: Embrapa - CNPMS, 1999, 40 p. (Embrapa Circular Técnico, 30)

CRUZ, I. Manejo da resistência de insetos pragas a inseticidas com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnico, 21).

D'ALESSANDRO, M.; TURLINGS, T.C.J. Advances and challenges in the identification of volatiles that mediate interactions among plants and arthropods. *Analyst*, London, v.131, p.24-32, 2006.

DEAN, J.; DE MORAES, C. M. Effects of genetic modification on herbivore-induced volatiles from maize. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 32, n. 4, p. 713-724, 2006.

EDGERTON, M.D. Increasing crop productivity to meet global needs for feed, food, and fuel. *Plant Physiology*, Waterbury, v. 149, n.1, p 7-13, 2009.

LSPA (LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA). Rio de Janeiro: IBGE, v.24, n.08, p.1-82, Ago. 2011.

MENDES, S. M. et al. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, n. 3, p. 239-244, 2011.

SHELTON, A.M.; ZHAO, J.Z.; ROUSH, R.T. Economic, ecological, food safety and social consequences of the deployment of Bt transgenic plants. *Annual Review of Entomology*, Stanford, v. 47, p. 845-881, 2002.

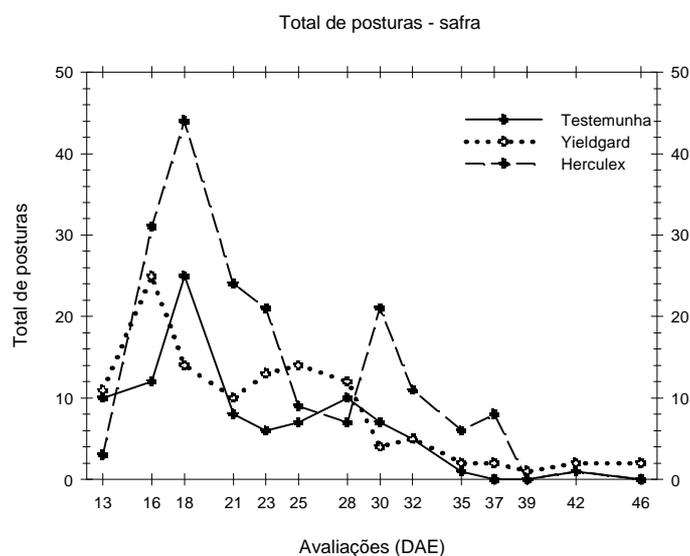
SIGNORETTI, A.G.C.; PEÑAFLORES, M.F.G.V.; BENTO, J.M.S. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), female moths respond to

herbivore-induced corn volatiles. Neotropical Entomology, Londrina, v. 41, n.1, p. 22-26, 2012.

SOBERÓN, M.; GILL, S.S.; BRAVO, A. Signaling versus punching hole: How do *Bacillus thuringiensis* toxins kill insect midgut cells? Cellular and Molecular Life Sciences, Basel, v. 66, n. 8, p. 1337-1349, 2009.

STRECK, E.V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: Emater/RS-ASCAR, 2008. 222p.

WAQUIL, J.M.; VILELLA, F.M.F.; SIEGFRIED, JOHN, B.D.; FOSTER, E. Atividade Biológica das toxinas do Bt Cry 1A(b) e Cry 1F em *Spodoptera frugiperda* (SMITH) (Lepidoptera, Noctuidae). Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.3, n.2, p. 161-171, 2004.



**Figura 1.** Posturas de *Spodoptera frugiperda* coletadas, por avaliação, em dias após a emergência das plantas (DAE), em plantas de milho ( $n = 80$ ) não-Bt, Bt Yieldgard<sup>®</sup> (Bt Yg) e Bt Herculex<sup>®</sup> (Bt Hx) em cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

**Tabela 1.** Média de posturas ( $\pm$  erro padrão) de *Spodoptera frugiperda*, coletadas em plantas de milho ( $n = 80$ ) e valor da probabilidade ( $p$ ) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para cada combinação de tratamentos, em cada avaliação, em cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

| Combinação     | Média de posturas       |                    |         |                          |                    |         |
|----------------|-------------------------|--------------------|---------|--------------------------|--------------------|---------|
|                | ----- Avaliação 1 ----- |                    | $p$ --- | ----- Avaliação 8 -----  |                    | $p$ --- |
| TEST vs Bt YG  | 0,12 $\pm$ 0,04         | vs 0,13 $\pm$ 0,04 | 0,1743  | 0,08 $\pm$ 0,03          | vs 0,05 $\pm$ 0,02 | 0,4332  |
| TEST vs Bt HX  | 0,12 $\pm$ 0,04         | vs 0,03 $\pm$ 0,02 | 0,1015  | 0,08 $\pm$ 0,03          | vs 0,26 $\pm$ 0,05 | 0,0071  |
| Bt YG vs Bt HX | 0,13 $\pm$ 0,04         | vs 0,03 $\pm$ 0,02 | 0,0451  | 0,05 $\pm$ 0,02          | vs 0,26 $\pm$ 0,05 | *       |
|                | ----- Avaliação 2 ----- |                    |         | ----- Avaliação 9 -----  |                    |         |
| TEST vs Bt YG  | 0,15 $\pm$ 0,04         | vs 0,31 $\pm$ 0,06 | 0,0489  | 0,06 $\pm$ 0,02          | vs 0,06 $\pm$ 0,02 | 1,0000  |
| TEST vs Bt HX  | 0,15 $\pm$ 0,04         | vs 0,38 $\pm$ 0,07 | 0,0049  | 0,06 $\pm$ 0,02          | vs 0,13 $\pm$ 0,04 | 0,1366  |
| Bt YG vs Bt HX | 0,31 $\pm$ 0,06         | vs 0,38 $\pm$ 0,07 | 0,4533  | 0,06 $\pm$ 0,02          | vs 0,13 $\pm$ 0,04 | 0,1399  |
|                | ----- Avaliação 3 ----- |                    |         | ----- Avaliação 10 ----- |                    |         |
| TEST vs Bt YG  | 0,31 $\pm$ 0,06         | vs 0,17 $\pm$ 0,04 | 0,1051  | 0,01 $\pm$ 0,01          | vs 0,02 $\pm$ 0,01 | 0,3026  |
| TEST vs Bt HX  | 0,31 $\pm$ 0,06         | vs 0,55 $\pm$ 0,10 | 0,0524  | 0,01 $\pm$ 0,01          | vs 0,07 $\pm$ 0,02 | 0,0534  |
| Bt YG vs Bt HX | 0,17 $\pm$ 0,04         | vs 0,55 $\pm$ 0,10 | *       | 0,02 $\pm$ 0,01          | vs 0,07 $\pm$ 0,02 | 0,2058  |
|                | ----- Avaliação 4 ----- |                    |         | ----- Avaliação 11 ----- |                    |         |
| TEST vs Bt YG  | 0,10 $\pm$ 0,03         | vs 0,12 $\pm$ 0,03 | 0,3036  | 0,00 $\pm$ 0,00          | vs 0,02 $\pm$ 0,01 | 0,2240  |
| TEST vs Bt HX  | 0,10 $\pm$ 0,03         | vs 0,30 $\pm$ 0,06 | 0,0148  | 0,00 $\pm$ 0,00          | vs 0,10 $\pm$ 0,03 | 0,0055  |
| Bt YG vs Bt HX | 0,12 $\pm$ 0,03         | vs 0,30 $\pm$ 0,06 | 0,0252  | 0,02 $\pm$ 0,01          | vs 0,10 $\pm$ 0,03 | 0,0629  |
|                | ----- Avaliação 5 ----- |                    |         | ----- Avaliação 12-----  |                    |         |
| TEST vs Bt YG  | 0,07 $\pm$ 0,02         | vs 0,16 $\pm$ 0,04 | 0,1271  | 0,00 $\pm$ 0,00          | vs 0,01 $\pm$ 0,01 | 0,4502  |
| TEST vs Bt HX  | 0,07 $\pm$ 0,02         | vs 0,26 $\pm$ 0,05 | 0,0081  | **                       |                    | -       |
| Bt YG vs Bt HX | 0,16 $\pm$ 0,04         | vs 0,26 $\pm$ 0,05 | 0,2074  | 0,01 $\pm$ 0,01          | vs 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,4515  |
|                | ----- Avaliação 6-----  |                    |         | ----- Avaliação 13 ----- |                    |         |
| TEST vs Bt YG  | 0,08 $\pm$ 0,03         | vs 0,17 $\pm$ 0,04 | 0,1143  | 0,01 $\pm$ 0,01          | vs 0,02 $\pm$ 0,02 | 0,2760  |
| TEST vs Bt HX  | 0,08 $\pm$ 0,03         | vs 0,11 $\pm$ 0,03 | 0,3960  | 0,01 $\pm$ 0,01          | vs 0,01 $\pm$ 0,01 | 1,0000  |
| Bt YG vs Bt HX | 0,17 $\pm$ 0,04         | vs 0,11 $\pm$ 0,03 | 0,2999  | 0,02 $\pm$ 0,02          | vs 0,01 $\pm$ 0,01 | 0,2810  |
|                | ----- Avaliação 7-----  |                    |         | ----- Avaliação 14 ----- |                    |         |
| TEST vs Bt YG  | 0,12 $\pm$ 0,03         | vs 0,15 $\pm$ 0,04 | 0,2798  | 0,00 $\pm$ 0,00          | vs 0,02 $\pm$ 0,01 | 0,1991  |
| TEST vs Bt HX  | 0,12 $\pm$ 0,03         | vs 0,08 $\pm$ 0,03 | 0,4948  | **                       |                    | -       |
| Bt YG vs Bt HX | 0,15 $\pm$ 0,04         | vs 0,08 $\pm$ 0,03 | 0,3369  | 0,02 $\pm$ 0,01          | vs 0,00 $\pm$ 0,00 | 0,2123  |

(\*)  $P < 0,0001$  \*\* Médias = 0