

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DENSIDADE POPULACIONAL, DANOS E
PARASITOIDES LARVAIS DE *Spodoptera frugiperda*
(J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE) EM
GENÓTIPOS DE MILHO Bt E NÃO-Bt**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Vinícius Soares Sturza

Santa Maria, RS, Brasil

2012

DENSIDADE POPULACIONAL, DANOS E PARASITOIDES
LARVAIS DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM GENÓTIPOS DE MILHO
Bt E NÃO-Bt

por

Vinícius Soares Sturza

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

Orientador: Prof. Dr. Arno Bernardo Heldwein

Santa Maria, RS, Brasil

2012

S936d Sturza, Vinícius Soares

Densidade populacional, danos e parasitóides larvais de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho Bt e não-Bt / por Vinícius Soares Sturza. – 2012.

82 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Arno Bernardo Heldwein

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2012

1. Cultivo de milho 2. *Bacillus thuringiensis* 3. Lagarta-do-cartucho 4. Inimigos naturais 5. *Zea mays* L. I. Heldwein, Arno Bernardo II. Título.

CDU 633.15

Ficha catalográfica elaborada por Simone G. Maisonave – CRB 10/1733
Biblioteca Central da UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**DENSIDADE POPULACIONAL, DANOS E PARASITOIDES LARVAIS DE
Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM
GENÓTIPOS DE MILHO Bt E NÃO-Bt**

elaborada por
Vinícius Soares Sturza

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA



Arno Bernardo Heldwein, Dr. (UFSM)
(Presidente Orientador)



Flávio Roberto Mello Garcia, Dr. (UFPEL)



Dori Edson Nava, Dr. (EMBRAPA)

Santa Maria, 16 de fevereiro de 2012.

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais,

Neide Terezinha Soares Sturza e Vicente do Nascimento Sturza

Dedico...

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força que recebi para superar todas as etapas difíceis da minha vida.

Aos meus pais, Neide Terezinha Soares Sturza e Vicente do Nascimento Sturza por todo amor, carinho e apoio durante todos esses anos, sempre acreditando na pessoa que sou, amo vocês.

Aos meus familiares pela compreensão das inúmeras vezes em que não pude me fazer presente ao longo desse anos, mas que nem por isso deixaram de incentivar os meus passos.

À minha namorada, Aline Bosak do Santos, pela cumplicidade e momentos felizes que proporcionou durante essa caminhada.

Aos professores membros do comitê de orientação, Sônia Thereza Bastos Dequech, Arno Bernardo Heldwein, e Sérgio Luiz de Oliveira Machado pelas incontáveis horas de conversa, colaboração, orientação, sem medir esforços e pelo exemplo de caráter na vida acadêmica e profissional, fica o meu agradecimento.

Aos amigos que sempre estiveram ao lado, proporcionando momentos de alegria, ajudando na superação de obstáculos e com a força necessária para as horas de desequilíbrio.

A TODOS os colegas que passaram pelo laboratório de entomologia sob orientação da Professora Sônia Thereza Bastos Dequech durante as etapas de realização deste trabalho, que auxiliaram incansavelmente, fica o meu eterno agradecimento e reconhecimento, sem vocês esse trabalho não seria possível, Obrigado.

Aos colegas do PPGAgronomia, em especial colegas de mestrado, que somaram forças para a busca dos objetivos em comum, fica o meu obrigado e desejo de sucesso a todos.

Aos funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária Fernando e Marizete, e do Departamento de Fitotecnia, João e Régis, o meu obrigado por todo auxílio prestado e dedicação.

Ao Dr. Ivan Cruz, à Dra. Maria de Lourdes Corrêa Figueiredo, ao Ms. Rafael Braga da Silva, à Dra. Tatiana Rodrigues Carneiro e demais integrantes do Laboratório de Criação de Insetos - LACRI, da Embrapa Milho e Sorgo, pelo auxílio no treinamento de parte da metodologia empregada neste estudo. Muito Obrigado!

À Dra. Angélica Maria Penteado-Dias, sua equipe da UFSCar - Andrés Fabián l Flórez, Marco Antonio Bortoni - e ao Dr. Marcelo Tavares da UFES pelo aux identificação dos parasitoides.

Ao colega Paulo Roberto da Silva pelo auxílio na obtenção das sementes de milho.

Ao colega Marcos Toebe pela prestatividade e auxílio nas análises estatísticas.

A equipe do professor Hércules, do Colégio Politécnico de Santa Maria, pelo auxílio e disponibilidade do maquinário agrícola, o meu muito obrigado.

Aos membros da banca pela disponibilidade em colaborar com esse trabalho.

A todos que de alguma forma colaboraram para realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

Veni, vidi, vice! - Vim, Vi, Venci!

(Júlio César)

***Se a lágrima é sincera,
será reconhecida em meio a imensidão dos mares...***

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

POPULAÇÃO, DANOS E PARASITOIDES LARVAIS DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) EM MILHO Bt E NÃO-Bt

AUTOR: VINÍCIUS SOARES STURZA

ORIENTADOR: ARNO BERNARDO HELDWEIN

Local e data da defesa: Santa Maria, 16 de fevereiro de 2012.

A ocorrência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-do-cartucho, levou ao aumento da adoção de genótipos de milho Bt no Brasil. No entanto, são pouco conhecidos os impactos da utilização desses materiais sobre os parasitoides desse inseto-praga, em especial aqueles associados à fase larval. O objetivo deste trabalho foi avaliar dois genótipos de milho Bt e suas isolinhas (não-Bt) sobre populações de larvas de *S. frugiperda*, além dos danos e parasitoides larvais, em semeadura de safra (do cedo) e safrinha (do tarde). Os experimentos foram realizados em três áreas de milho, situadas em Santa Maria, Rio Grande do Sul, cultivadas em duas épocas (safra e safrinha), com os tratamentos: testemunha (não-Bt), Bt Yieldgard[®], com expressão da toxina Cry1Ab, e Bt Herculex[®], que expressa a toxina Cry1F, todos híbridos comerciais 30F53 e isolinhas entre si. A área de cada tratamento foi dividida em 20 parcelas, de 36 m² cada, compostas de 12 linhas de 6 m de comprimento, em que foram amostradas, aleatoriamente, quatro plantas por parcela, totalizando 80 plantas amostradas por área em cada data de amostragem. Em cada época, safra e safrinha, foram realizadas 14 coletas de plantas de milho, sendo que essas foram transferidas para o laboratório e avaliadas quanto ao número de posturas de *S. frugiperda* encontradas em laboratório, número de larvas coletadas em diferentes faixas de comprimento (até 0,5; 0,6-1,0; 1,1-1,5; 1,6-2,0 e >2,0 cm), de plantas sem danos, com raspagens e com perfurações no cartucho de larvas parasitadas e de parasitoides emergidos. Os resultados percentuais foram comparados entre as datas de avaliação mediante o teste t entre duas proporções. Para os demais resultados foram realizados contrastes por data de avaliação utilizando o teste t para duas amostras independentes, com Reamostragem Bootstrap (10.000 simulações). Houve maior número de posturas nos genótipos Bt Herculex[®] e Yieldgard[®], na safra e na safrinha, respectivamente, um predomínio de larvas com até 0,5 cm, especialmente nos genótipos Bt, e maior mortalidade das mesmas no Bt Herculex[®] do que no Bt Yieldgard[®]. As plantas sem danos no cartucho predominaram em área com Bt Herculex[®], tanto na safra quanto na safrinha, e a baixa incidência de perfurações no cartucho predominou em ambos os genótipos Bt, nas duas épocas. O predomínio dentre os parasitoides foi de *Campoletis flavicincta* (Ashmead, 1890) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Chelonus insularis* Cresson, 1865 (Hymenoptera: Braconidae), em cultivo de safra e safrinha, respectivamente. As larvas parasitadas ocorrem em maior número nos cultivos de safrinha, com maior parasitismo em milho não-Bt e Bt Yieldgard[®], na safra e na safrinha, respectivamente. A menor quantidade de parasitoides encontrada no Bt Herculex[®] foi associada à baixa sobrevivência de larvas.

Palavras-chave: *Bacillus thuringiensis*; Lagarta-do-cartucho; Inimigos naturais; *Zea mays* L.

ABSTRACT

Master of Science Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

POPULATION, DAMAGES AND LARVAL PARASITOIDS OF *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) IN Bt AND NON-Bt MAIZE

AUTHOR: VINÍCIUS SOARES STURZA

ADVISOR: ARNO BERNARDO HELDWEIN

Location and date of presentation: Santa Maria, February 16th, 2012.

The occurrence of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), the Fall armyworm, has led to increased adoption of Bt maize genotypes in Brazil. However, the field impacts on parasitoids of using these genotypes, especially those associated with the larval stage of this insect pest, are little known. The aim of this study was to evaluate two different Bt maize genotypes and its isoline (non-Bt) on Fall armyworm larvae population, its damage to maize plants and its larval parasitoids in early and late cropping season (sowing dates). The experiments were conducted in areas of Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul State, which were grown three maize areas in both early and late sowing, with the treatments: control (non-Bt), YieldGard[®], expressing the Bt toxin Cry1Ab and Herculex[®], which expresses the Bt toxin Cry1F, all commercial hybrids 30F53 and isolines among them. The area of each treatment was divided into 20 points, 36 m² each, composed by 12 rows of 6 m, where 4 plants per point were randomly sampled, totaling 80 sampled plants per treatment. In early and late season, 14 maize plant surveys were made and afterwards transferred to the laboratory and evaluated for: number of *S. frugiperda* egg masses, total and percentage of collected larvae, in different size ranges (up to 0.5, 0.6 to 1.0, 1.1 to 1.5, 1.6 to 2.0 and > 2.0 cm), total and average larvae per plant in different size ranges, percentage of plants without damage, with scratches and leaf holes on the whorl; percentage and mean number of parasitized larvae, number of emerged parasitoids and percentage of parasitism by the main parasitoids found. The results on percentage were compared among evaluation dates by t test between two proportions. For the other results t test for two independent samplings with Bootstrap resampling (10000 simulations). There was a greater number of egg masses in Bt Herculex[®] and Bt YieldGard[®] genotypes, in early and late sowing dates, respectively, with a predominance of up to 0.5 cm size larvae, especially in Bt genotypes, and higher larvae mortality by Bt Herculex[®] than Bt YieldGard[®]. Undamaged plants in the whorl predominate in Bt Herculex[®] area, in both sowing seasons, and the low incidence of whorl leaf wholes was predominant in both Bt genotypes in both sowing seasons. The predominance among larval parasitoids was of *Campoletis flavicincta* (Ashmead, 1890) (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Chelonus insularis* Cresson, 1865 (Hymenoptera: Braconidae), in early and late sowing seasons, respectively. Parasitized larvae occurred more frequently in late sowing season, for the three genotypes with higher parasitism in non-Bt maize and Bt YieldGard[®] in early and late seasons, respectively. The low amount of parasitoids found in Bt Herculex[®] was associated with the low larvae survivorship.

Key words: *Bacillus thuringiensis*; Fall armyworm; Natural enemies; *Zea mays* L.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Posturas de <i>Spodoptera frugiperda</i> coletadas, por avaliação, em dias após a emergência das plantas (DAE), em plantas de milho ($n = 80$) não-Bt , Bt Yieldgard [®] (Bt Yg) e Bt Herculex [®] (Bt Hx) em cultivo de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.	28
FIGURA 2 - Número médio de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (\pm erro padrão) coletadas por plantas de milho ($n = 80$), de diferentes faixas de tamanho e total, por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em milho não-Bt, Bt Yieldgard [®] (Bt Yg) e Bt Herculex [®] (Bt Hx), em cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.	36
FIGURA 3 - Número médio de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (\pm erro padrão) coletadas por plantas de milho ($n = 80$), de diferentes faixas de tamanho e total, por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em milho não-Bt, Bt Yieldgard [®] (Bt Yg) e Bt Herculex [®] (Bt Hx), em cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.	44
FIGURA 4 - Percentagem de plantas ($n = 80$) em milho não-Bt , Bt Yieldgard [®] (Bt Yg) e Bt Herculex [®] (Bt Hx) sem danos, com raspagens e com perfurações no cartucho por larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em cultivo de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.	53
FIGURA 5 - <i>Chelonus insularis</i> Cresson, 1865 (Hymenoptera: Braconidae)	64
FIGURA 6 - <i>Exasticolus fuscicornis</i> (Cameron, 1887) (Hymenoptera: Braconidae).....	64
FIGURA 7 - <i>Cotesia</i> spp. (Hymenoptera: Braconidae)	65
FIGURA 8 - <i>Meteorus</i> spp. (Hymenoptera: Braconidae).....	65
FIGURA 9 - <i>Campoletis flavicincta</i> (Ashmead, 1890) (Hymenoptera: Ichneumonidae).....	66
FIGURA 10 -, <i>Ophion flavidus</i> Brullé, 1846 (Hymenoptera: Ichneumonidae)	66
FIGURA 11 - <i>Euplectrus furnius</i> Walker, 1843 (Hymenoptera: Eulophidae).....	67
FIGURA 12 - Diptera (Tachinidae).....	67
FIGURA 13 - Percentagem total de parasitismo de larvas de <i>S. frugiperda</i> coletadas em plantas de milho ($n = 80$) não-Bt , Bt Yieldgard [®] (Bt Yg) e Bt Herculex [®] (Bt Hx) por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em cultivo de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.	68
FIGURA 14 - Percentagem do parasitismo total por <i>Chelonus insularis</i> , <i>Campoletis flavicincta</i> e <i>Cotesia</i> spp. em larvas de <i>S. frugiperda</i> coletadas em plantas de milho ($n = 80$) não-Bt , Bt Yieldgard [®] (Bt Yg) e Bt Herculex [®] (Bt Hx), por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em cultivo de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.	72

LISTA DE TABELAS

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, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010. 30

TABELA 2 - 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 no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011..... 31

TABELA 3 - Totais (n) e percentagens (%) de larvas de *Spodoptera frugiperda* em diferentes faixas de tamanho, coletadas em plantas de milho não-Bt, Bt Yieldgard[®] (Bt Yg) e Bt Herculex[®] (Bt Hx), em cultivos de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011. 33

TABELA 4 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho até 0,5 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010. 37

TABELA 5 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 0,6-1 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos, (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010. 38

TABELA 6 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 1,1 - 1,5 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010. 39

TABELA 7 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 1,6 - 2 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010. 40

TABELA 8 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho > 2 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST:

testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.41

TABELA 9 - Valor médio do total de larvas de *Spodoptera frugiperda* (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.42

TABELA 10 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho até 0,5 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.45

TABELA 11 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 0,6-1 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos, (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.46

TABELA 12 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 1,1 - 1,5 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.47

TABELA 13 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 1,6 - 2 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.48

TABELA 14 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho > 2 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.49

TABELA 15 - Valor médio do total de larvas de *Spodoptera frugiperda* (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.50

TABELA 16 - Valor da percentagem de plantas sem danos por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste

binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010. 54

TABELA 17 - Valor da percentagem de plantas sem danos por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.....56

TABELA 18 - Valor da percentagem de plantas com raspagens por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010. 58

TABELA 19 - Valor da percentagem de plantas com raspagens por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011..... 59

TABELA 20 - Valor da percentagem de plantas com perfurações por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010. 60

TABELA 21 - Valor da percentagem de plantas com perfurações por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011..... 61

TABELA 22 - Parasitoides coletados (n) e percentagem (%) de larvas parasitadas de *Spodoptera frugiperda*, coletadas em plantas de milho ($n = 80$) não-Bt , Bt Yieldgard[®] (Bt Yg) e Bt Herculex[®] (Bt Hx), em semeadura de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011..... 63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 A cultura do milho	17
2.2 A lagarta-do-cartucho	17
2.3 O uso de milho Bt.....	20
2.4 Parasitoides larvais de <i>Spodoptera frugiperda</i>	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Presença de posturas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	28
4.2 Presença de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	32
4.3 Avaliação de danos no cartucho	51
4.4 Parasitoides larvais associados a <i>Spodoptera frugiperda</i> e percentagem de parasitismo	62
5 CONCLUSÕES.....	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos é uma das atividades básicas para a sociedade e a busca por sistemas de produção sustentáveis é permanente, visando sempre a adaptação aos modelos de produção existentes.

A cultura do milho é uma das atividades agrícolas mais importantes no mercado mundial e, particularmente no Brasil, está entre as mais expressivas tanto em volume de produção, com aproximadamente 56 milhões de toneladas, quanto em área cultivada, estimada em 13 milhões de ha (LSPA, 2011). Ainda, exerce grande influência em diversas cadeias produtivas, sendo um dos principais insumos para a elaboração de dietas energéticas.

Diversos fatores podem ocasionar entraves na cadeia produtiva de milho do país e, dentre os aspectos técnicos, o controle de pragas apresenta grande relevância, por estas poderem, em determinados casos, na ausência de controle pode resultar em prejuízos significativos no rendimento de grãos, de até 54% (FIGUEIREDO et al., 2006).

Dentre os insetos-praga do milho sobressai, nas diferentes regiões produtoras, a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Diferentes alternativas de controle são exploradas para viabilizar a manutenção desse lepidóptero abaixo do nível de dano econômico. Naturalmente *S. frugiperda* é controlada por inimigos naturais (CRUZ, 1995; CRUZ et al., 1999a; MOLINA-OCHOA et al., 2003). Dentre eles os parasitoides merecem destaque, uma vez que mais de 53 espécies são registrados para o Brasil (MOLINA-OCHOA et al., 2003). Vários desses inimigos naturais são utilizados para o controle biológico

Além do controle biológico recentemente foram disponibilizados materiais Bt, que expressam uma ou mais toxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner, prejudiciais principalmente a fases imaturas de insetos, oferecendo uma nova opção para o manejo da lagarta-do-cartucho. Apesar de recentes no Brasil, comparado a outros países produtores do cereal, vem sendo amplamente adotados pelos produtores pela praticidade e pela eficiência no controle da lagarta-do-cartucho, de maneira que em maior parte dos 7 milhões de ha semeados com genótipos transgênicos, a maior participação foi de materiais Bt, cenário também verificado no Estado do Rio Grande do Sul (RS), resultando na redução de aplicações de inseticidas para o controle desse inseto-praga que em alguns casos pode ultrapassar cinco intervenções por cultivo (FIGUEIREDO et al., 2006).

Apesar da importância dos parasitoides larvais e do uso dos genótipos Bt, ainda são escassas informações na literatura brasileira a respeito da coexistência desses em cultivos de milho a campo.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar dois genótipos de milho Bt e sua isolinha (não-Bt) com relação aos seus impactos na população de *S. frugiperda*, danos causados em plantas de milho e seus parasitoides, em semeadura de safra (do cedo) e safrinha (do tarde).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do milho

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é a segunda mais produzida no mundo, o que insere o cereal entre as principais *commodities*. No Brasil é igualmente importante, sendo a segunda mais produzida, 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). Dessa produção, mais de 80% é destinada para o consumo interno, especialmente como matéria prima para a indústria de rações para alimentação animal, o que torna o cereal um importante insumo nas cadeias produtivas de aves (postura e corte), bovinos (leite e corte) e suínos (CARVALHO et al., 2011). Além do aspecto econômico, o cultivo do milho possui importante papel em âmbito social, pois sua produção é exercida em mais de 5 mil municípios brasileiros, além dos demais envolvidos nas cadeias produtivas relacionadas (BRASIL, 2008).

Apesar da importância, a produtividade média nacional da safra 2010/11 ficou em torno de 4,2 t ha⁻¹ e áreas com rendimento médio entre 2 e 3 ton ha⁻¹ são frequentes, 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⁻¹ (EDGERTON, 2009). Dentre os Estados da Federação, o RS faz parte daqueles que apresentam baixa produtividade média ao longo dos anos, apresenta baixa produtividade média ao longo dos anos, com valores em torno de 3,2 t.ha⁻¹ (LSPA, 2011). Isto pode ser atribuído a diferenças do nível tecnológico empregado nas propriedades e às perdas devido a fatores como a ocorrência de pragas, em especial a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), inseto-praga mais importante da cultura no Brasil.

2.2 A lagarta-do-cartucho

A lagarta-do-cartucho ocorre anualmente em áreas tropicais e subtropicais (SNOW; COOPELAND, 1969). No Brasil, é amplamente distribuído nas regiões produtoras de milho, incluindo o Estado do RS (CRUZ, 1995).

O ciclo de vida de *S. frugiperda* é de, aproximadamente, 37 dias, a 25°C em condições de laboratório (MURÚA; VIRLA, 2004). No entanto, é variável em condições de campo e pode ser completado em períodos inferiores a 30 dias, em temperatura média superior a 25°C (CRUZ et al., 1999a). Os adultos medem, aproximadamente, 35 mm de envergadura e, de modo geral, apresentam coloração cinza (CRUZ, 1995). A atividade dos adultos inicia comumente ao entardecer e cerca de duas a quatro horas após inicia o acasalamento (CRUZ, 1995).

A fase adulta, a 25°C, dura em média 16 dias, sendo que as fêmeas estão aptas a ovipositar a partir do terceiro dia após a emergência (MURÚA; VIRLA, 2004). As posturas são, geralmente, depositadas nas folhas da planta de milho, podendo também ocorrer no colmo e são compostas por até 1000 ovos (GASSEN, 1996). Geralmente, a oviposição ocorre durante a noite (LEIDERMAN; SAUER, 1953). As posturas apresentam três ou mais camadas superpostas de ovos e estão situadas em ambas as faces das folhas, com preferência na superfície inferior (BESERRA et al., 2002). Em torno de 13 posturas é o limite depositado por fêmea, de modo que até oito posturas podem ser ovipositados em um só dia (CRUZ, 1995). Para esse lepidóptero a qualidade e a quantidade de alimentação na fase larval influenciam a fertilidade das fêmeas. O período entre a oviposição e a eclosão das larvas é de 3 dias, a 25°C e a viabilidade média é de 92% (MURÚA; VIRLA, 2004).

As larvas podem apresentar variação de cores durante o desenvolvimento; inicialmente, alimentam-se do cório dos próprios ovos e, depois, raspam e iniciam a alimentação no tecido da planta (LUGINBILL, 1928). Larvas neonatas podem tecer uma espécie de fio, usado para locomoção, e essa habilidade é perdida nos ínstars seguintes. O tamanho dos insetos ao final da fase larval pode ser de no máximo 5 cm, com coloração marrom-acinzentada no dorso e esverdeada na parte ventral e sub-ventral. *S. frugiperda* não apresenta diapausa (SPARKS, 1979) e, no campo, é frequente a localização de apenas uma larva desenvolvida por planta, muito em razão do hábito canibal da espécie. No entanto, em altas infestações podem ser encontradas diversas larvas de diferentes tamanhos em uma mesma planta. O período larval varia de 12 a 30 dias, de acordo com as condições do ambiente (LUGINBILL, 1928). Ao final desse período a larva direciona-se ao solo onde passa para a fase de pupa, com tamanho médio de 1,5 cm. Em alguns casos, as pupas podem ser

encontradas na planta (SARMENTO et al., 2002). Essa fase dura 11 dias, em condições de 25°C (SILOTO, 2002).

Em condições de temperaturas mais elevadas, os insetos, de modo geral, apresentam crescimento e desenvolvimento mais rápido, maior número de gerações, altas taxas de reprodução, além de redução da mortalidade por fatores abióticos (MENÉNDEZ, 2007). No Estado do Rio Grande do Sul existem diferenças nas condições climáticas, especialmente em relação à temperatura, que influencia marcadamente a ocorrência da lagarta-do-cartucho entre semeaduras do cedo (safra), na qual ocorrem baixas temperaturas no desenvolvimento inicial do milho, e semeaduras do tarde (safrinha), na qual as temperaturas são mais elevadas na fase inicial da cultura.

As larvas iniciam a alimentação logo após a eclosão e o ataque nas plantas de milho pode ocorrer desde a emergência das plantas até o período reprodutivo (CRUZ et al., 2002). Nos primeiros ínstaes, ao se alimentarem das folhas, causam o dano conhecido como “raspagem” e à medida que desenvolvem que aumentam de tamanho começam a causar as perfurações nas folhas e dirigir-se à região conhecida como “cartucho”, formada pelo conjunto de folhas em expansão. A partir desse momento, podem causar sérios prejuízos, podendo destruir plantas jovens e causar o dano conhecido por “coração morto”, que é a perfuração na base da planta atingindo o ponto de crescimento (CRUZ et al., 2002; VIANA et al., 2002; PRAÇA et al., 2006). De acordo com Cruz; Turpin (1982), as plantas de milho são mais suscetíveis ao dano provocado pela lagarta-do-cartucho nos estádios V8 - V10, com redução na produtividade de 18,7%. Apesar disso, maiores índices de dano foliar podem ocorrer em estágios iniciais, porém a planta de milho é capaz de se recuperar e produzir bem em infestações no início do ciclo. Perdas na produção podem chegar a 47,28% no rendimento de matéria seca para milho destinado à silagem e 54,5% para o rendimento de grãos (FIGUEIREDO et al., 2005). No entanto, quando já presentes na vegetação antecessora à cultura do milho, os ataques podem ocorrer em plantas em desenvolvimento inicial, de maneira que a base da planta é consumida e, quando atinge o ponto de crescimento, provocar o sintoma de “coração morto” ou mesmo o tombamento direto das plantas (CRUZ, 2008). Comumente esses casos são evidenciados em áreas de sistema de plantio direto e cultivos de semeadura tardia em sucessão a outras gramíneas, especialmente a própria cultura do milho (VIANA et al., 2002).

Recentemente, *S. frugiperda* vem sendo considerada, também, uma das principais pragas das espigas de milho onde, na fase reprodutiva, pode atacar na inserção das espigas, prejudicando o enchimento de grãos e favorecendo a entrada de patógenos e outros insetos

oportunistas. Em alguns casos pode provocar a queda de espigas, gerando danos diretos de mais de 35% no rendimento de grãos (CRUZ et al., 1999b; CRUZ et al., 2002; WAQUIL et al., 2004; PRAÇA et al., 2006).

Por muitos anos o controle de *S. frugiperda* foi baseado em várias aplicações de inseticidas, numa média de cinco intervenções (FIGUEIREDO et al., 2005). Grande parte dos inseticidas utilizados no milho foram empregados visando o controle de *S. frugiperda*, e ao longo dos anos altas variabilidades de resistência das populações aos diferentes inseticidas sintéticos disponíveis foram evidenciados (DIEZ-RODRIGUEZ; OMOTO, 2001; CRUZ, 2002). Isso associado à capacidade de dispersão em grandes distâncias, diversidade de hospedeiros alternativos, com ampla gama de espécies incluindo algumas de interesse comercial, alta prolificidade e localização das larvas em meio às folhas da planta, que dificulta o alcance de produtos de ação por contato (CRUZ, 2002; CASMUZ et al., 2010).

Tais dificuldades no manejo desse lepidóptero instigaram o advento de novas opções de controle, além do exercido pelos inimigos naturais.

2.3 O uso de milho Bt

A bactéria *B. thuringiensis* vem sendo utilizada desde 1920 como bioinseticida na França e, a partir de então, vários outros países utilizam produtos formulados a partir desse organismo, comumente referidos com “Bt” (MENDES et al., 2008). As propriedades inseticidas do Bt ocorrem em razão dos genes chamados “*cry*”, localizados na região conhecida como cristal, que originam proteínas conhecidas como δ -endotoxinas, tóxicas aos insetos (COPPING; MENN, 2000). Essa bactéria é amplamente distribuída e apresenta atividade entomopatogênica para alguns grupos de insetos, especialmente formas imaturas de Coleoptera e Lepidoptera (COPPING; MENN, 2000; LÖVEI et al., 2009; ZURBRÜGG; NENTWIG, 2009). De maneira geral, a ação das toxinas inicia pela ingestão das mesmas pelos insetos e, depois de solubilizadas no intestino, ligam-se a receptores específicos no intestino médio, resultando em alteração no equilíbrio iônico e no balanço osmótico. O aumento na permeabilidade da membrana celular para determinados solutos resulta em grande acúmulo de líquidos nas células (edema), além de rupturas e desintegração do revestimento do intestino médio, causando septicemia e levando o inseto à morte (COPPING; MENN, 2000). As toxinas *cry* são altamente seletivas devido ao pH alcalino do aparelho digestório das

larvas, que possibilita a interação com enzimas específicas, e por apresentarem diferentes espectros de ação quanto a toxicidade (COPPING; MENN, 2000; SOBERÓN et al., 2009).

A sequência de aminoácidos das toxinas determina a classificação dos genes *cry* e/ou toxinas *cry* (CRICKMORE et al., 1998), de forma que, para os lepidópteros, são designados os genes *cry1* (COPPING; MENN, 2000; DEQUECH, 2000).

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 agronômicos, econômicos e ambientais (SHELTON et al., 2002). Juntamente com o advento do surgimento das plantas geneticamente modificadas, foram desenvolvidos genótipos de milho Bt nos quais as toxinas *cry* codificadas por genes da bactéria *B. thuringiensis* 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). Dessa forma, essa tecnologia surgiu como uma nova alternativa de controle para a lagarta-do-cartucho.

Em cultivos comerciais, a utilização de materiais resistentes a insetos-praga é o segundo tipo de transgenia mais utilizado, ficando atrás somente da resistência a herbicidas (JAMES, 2009). Na safra brasileira 2010/11 estima-se que, em mais de 55% da área cultivada (mais de 7 milhões de ha), foram empregados genótipos transgênicos, com grande participação de materiais Bt, o que auxiliou a elevação da produtividade em várias regiões, como no RS, que elevou nessa safra a produtividade média, atingindo o recorde para a cultura no Estado de 5,5 t ha⁻¹ (CARVALHO et al., 2011; LSPA, 2011). O uso dessa tecnologia pode ser visto como uma tendência generalizada para os principais cultivos agrícolas sendo que, no Brasil, a liberação de eventos que expressam diferentes toxinas ocorreu em fevereiro de 2008, o que marcou o início do cultivo comercial de genótipos Bt. A partir da safra 2011/12 haverá a comercialização de genótipos expressando mais de uma toxina (CARVALHO et al., 2011). Dentre as principais toxinas disponíveis nos materiais para comercialização estão: Cry1Ab, Cry1f e Cry1c que, de acordo com os resultados da pesquisa até então para o país, esses conferem diferentes graus de resistência ao ataque de diferentes lepidópteros, dentre eles *S. frugiperda* (WAQUIL et al., 2002; FERNANDES et al., 2003).

No entanto, apesar da importância desta tecnologia, os estudos no Brasil limitam-se, basicamente, à avaliação da eficiência da técnica no controle da lagarta-do-cartucho,

desconsiderando a ação sobre a população de inimigos naturais desse inseto nas áreas produtivas.

2.4 Parasitoides larvais de *Spodoptera frugiperda*

A prática da manutenção dos inimigos naturais, em especial parasitoides ou predadores que ocorrem naturalmente nas áreas produtivas, é de grande importância, uma vez que já são adaptados aos ambientes de produção, sendo possível manejá-los como agentes benéficos em favor do homem, visando a redução do impacto das pragas (MURÚA et al., 2009). O aumento da participação do uso de inimigos naturais no controle da lagarta-do-cartucho nos agroecossistemas é uma das bases para o manejo dessa praga, devido à complexidade das diferenças inerentes aos locais onde ocorre (ALTIERI, 1994). Os inimigos naturais da lagarta-do-cartucho estão presentes em todo continente americano e durante todos os estágios de desenvolvimento (ASHLEY, 1979; BARFIELD et al., 1980), exercendo um papel importante na manutenção do equilíbrio das populações da praga.

Entre eles, estão os parasitoides, de ovos, ovo-larvais, larvais, larva-pupais, pupais e de adultos. Nas Américas, são reportadas 13 famílias de parasitoides de *S. frugiperda*, que compreendem, aproximadamente, 150 espécies, incluindo parasitoides de todas as fases (MOLINA-OCHOA et al., 2003). Parasitoides da fase larval de *S. frugiperda* pertencem às ordens Hymenoptera e Diptera e estudos recentes vêm sendo realizados com foco no inventário desses parasitoides, especialmente em países com importância mundial na produção de milho, como o México (MOLINA-OCHOA et al., 2004; DELFÍN-GONZALEZ et al., 2007) e a Argentina (MURÚA et al., 2009). No Brasil, os principais gêneros/espécies de himenópteros parasitoides larvais de *S. frugiperda* são: *Chelonus insularis* Cresson, 1865 (Braconidae), *Campoletis flavicincta* Ashmead, 1890 (Ichneumonidae), *Eiphosoma* spp. (Ichneumonidae), *Exasticolus fuscicornis* Cameron, 1887 (Braconidae), além de diferentes espécies de Diptera dos gêneros *Archytas*, *Lespesia* e *Winthemia* (Tachinidae) (CRUZ, 2008). Dentre esses, estão incluídos parasitoides larvais (*C. flavicincta*, *E. fuscicornis*, *Cotesia* sp.) e ovo-larvais (*C. insularis*), que emergem do hospedeiro no período larval, e larva-pupais (Diptera), em que o parasitismo inicia no período larval e termina com a emergência do parasitoide na fase de pupa.

Esses insetos apresentam como principal benefício proporcionar um controle complementar de larvas de *S. frugiperda* que sobreviveram a outras táticas de controle,

induzindo, após o parasitismo, a uma drástica redução no consumo foliar pela lagarta-do-cartucho e, portanto, nos prejuízos ocasionados, resultando também na redução da população de adultos da praga no ambiente de produção. Além disso, em geral apresentam grande especificidade, de maneira que a presença em áreas produtivas favorece o controle da lagarta-do-cartucho durante períodos de entressafra, enquanto estão presentes em outras plantas hospedeiras, proporcionando uma ação contínua que não oferece riscos a outros organismos (MOLINA-OCHOA et al., 2003).

Apesar da importância nas áreas produtivas, a coexistência entre cultivares Bt e os inimigos naturais, incluindo os parasitoides larvais, ainda não é bem entendida. Em consequência, um grande número de estudos recentes, em países da Europa e da América do Norte, têm sido realizados visando identificar possíveis efeitos sobre esses organismos. No entanto, os resultados obtidos têm sido controversos, indicando que as interações variam de acordo com as culturas e os sistemas de cultivo avaliados (ROMEIS et al., 2006; SHARMA et al., 2007).

Os possíveis riscos das proteínas Bt incluem a transferência de genes dentro das cadeias tróficas para os níveis mais elevados, conforme apontado por estudos realizados em laboratório (HEAD et al., 2001; RAPS et al., 2001; HARWOOD; OBRYCKI, 2006; HARWOOD et al., 2006; OBRIST et al., 2006; ZURBRÜGG; NENTWIG, 2009). Outro aspecto, ainda pouco considerado pela dificuldade de avaliação, é o risco da ocorrência de processos de combinação genética naturais, como a mutagênese, originarem alterações na amplitude de toxicidade das proteínas, um processo que pode ser de difícil identificação e previsibilidade (LÖVEI et al., 2009). Além disso, plantas Bt podem apresentar riscos específicos aos parasitoides, mais suscetíveis aos efeitos adversos e, a partir de estudos realizados em laboratório, mais negativamente afetados em comparação aos predadores (VOJTECH et al., 2005; LÖVEI et al., 2009). Esses efeitos deletérios são geralmente intermediados pelo hospedeiro que, indiretamente, interfere negativamente no ciclo desses inimigos naturais, servindo como um hospedeiro de menor qualidade (PRÜTZ; DETTNER, 2004; VOJTECH et al., 2005; CHEN et al., 2008) e, portanto, pode afetar fatores relativos à sobrevivência, ao tamanho e ao tempo de desenvolvimento dos parasitoides associados. Esses últimos, são correlacionados com a fecundidade e a localização do hospedeiro, respectivamente. Assim, ao assumir que, se o hospedeiro não está apto a sobreviver, o parasitoide associado tende a seguir esse caminho (SANDERS et al., 2007).

Ainda, existe a possibilidade de ocorrer alterações nos mecanismos de defesa induzida das plantas, como a produção de substâncias voláteis em resposta às injúrias provocadas pelos

herbívoros, o que pode resultar em alterações no comportamento dos organismos associados a esses insetos-praga e, em consequência, em alterações de processos bioquímicos das plantas. Dessa forma, alterações na emissão desses compostos voláteis podem dificultar a localização dos hospedeiros pelos parasitoides (DE MORAES et al., 2001; DEAN; DE MORAIS, 2006). As alterações na resposta de insetos por modificações na emissão de compostos voláteis foram identificados em algodão Bt (YAN et al., 2004). Porém, outros trabalhos apontaram não haver diferença na emissão desses compostos voláteis entre isolinhas Bt e não-Bt de milho, sob condições controladas (DEAN; DE MORAES, 2006).

Efeitos adversos na biologia e/ou desenvolvimento em herbívoros secundários e/ou inimigos naturais em algodão (PONSARD et al., 2002; BAUR; BOETHEL, 2003; MEN et al., 2003; SHARMA et al., 2007), brócolis (CHEN et al., 2008) e milho (PRÜTZ; DETTNER, 2004) foram determinados. Outros estudos não apontaram efeitos deletérios significativos ou modificações na abundância em campo, para os cultivos de algodão, de milho, de batata e de canola (FERRY et al., 2007; SANDERS et al., 2007; SHARMA et al., 2007; TORRES; RUBERSON, 2008). Devido a essa divergência de resultados, torna-se evidente que a extrapolação de resultados não é segura, o que leva à necessidade da realização de estudos nas áreas de produção de milho do Brasil, em especial no RS, onde as condições de clima subtropical divergem das demais áreas produtoras de milho no país.

De modo geral, ainda é considerado que a avaliação do risco ambiental potencial das cultivares Bt, em virtude do número de estudos disponíveis referentes ao impacto sobre os organismos benéficos, em laboratório ou a campo, está abaixo do necessário para o entendimento dos efeitos sobre tais organismos (CHEN et al., 2008; LÖVEI et al., 2009; ZURBRÜGG; NENTWIG, 2009). No Brasil, após a liberação de espécies comerciais transgênicas, estudos visando a avaliação sobre parasitoides larvais são escassos, especialmente em condições de campo. Assim, estudos que visem elucidar o impacto do uso de genótipos Bt sobre esses inimigos naturais, em condições de campo, se fazem necessários.

Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar o impacto do uso de genótipos Bt e não-Bt na densidade populacional de *S. frugiperda*, em diferentes faixas de tamanho estabelecidas, nos danos causados às plantas e sobre população de parasitoides larvais durante duas épocas de cultivo de milho (safra e safrinha).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em três áreas do Departamento de Fitotecnia (DF) e de Defesa Fitossanitária (DFS), ambas 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 (MORENO, 1961). 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⁻¹ 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 duas épocas: safra, em 13/10/2010, e safrinha, em 11/01/2011. Após a semeadura, e anteriormente à emergência das plantas, foi realizada uma nova aplicação de herbicida glifosato na 1200 g de i.a. ha⁻¹. A população de plantas foi ajustada para 60.000 plantas ha⁻¹ mediante desbaste manual. A emergência das plantas foi considerada quando 50% das mesmas estavam visíveis acima da superfície do solo e ocorreu nos dias 19 de outubro e 15 de janeiro, na safra e na safrinha, respectivamente.

A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo, considerando uma expectativa de rendimento de 5 t ha⁻¹ (CQFS, 2004). 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[®]), que expressa a toxina Cry1Ab e 30F53F (Herculex[®]), 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[®]) e Bt Hx (Bt Herculex[®]). Nas três áreas utilizadas para semeadura da safra, os tratamentos Bt Yg e testemunha foram

implantados na área do DFS e o Bt Hx na área do DF. Na safrinha, os tratamentos Bt Hx e testemunha foram instaladas no DF e o Bt Yg na área do DFS. 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 com cada tratamento foi dividida em 20 parcelas, de 36 m² 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. A fenologia da cultura foi acompanhada de acordo com a escala de Ritchie et al. (1997).

Em cada época, safra e safrinha, foram realizadas 14 coletas de plantas de milho, nos períodos compreendidos entre 01/11/2010 e 04/12/2010, e entre 22/01/2011 e 22/02/2011, respectivamente. 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 danos na região do cartucho (porção da planta formada pelas folhas não-expandidas), sendo classificados em: a) raspagens, b) perfurações e c) plantas sem dano;
- presença de larvas de *S. frugiperda*: contabilizadas como larvas mortas ou larvas vivas.

As larvas vivas foram mensuradas e agrupadas nas seguintes faixas de comprimento (cm): <0,5; 0,5-1,0; 1,1-1,5; 1,6-2,0 e >2,0.

Em seguida, todas as larvas vivas foram transferidas, individualmente, para recipientes plásticos de 100 mL, contendo dieta artificial (BURTON; PERKINS, 1972) e mantidas em sala climatizada (25±2°C, 60±10%, fotofase 12 h) até a emergência de parasitoides ou de adultos de *S. frugiperda*.

Os parasitoides larvais obtidos foram separados de acordo com as características morfológicas, contados, separados por sexo quando possível e enviados para especialistas para confirmação específica. Parasitoides ovo-larvais e larva-pupais também foram considerados no presente levantamento, e incluídos dentre os parasitoides larvais, em função de parte do desenvolvimento ocorrer durante o período larval de *S. frugiperda*.

As variáveis observadas, para os cultivos de safra e de safrinha, foram:

Posturas: total de posturas encontradas e média de posturas coletadas.

Larvas de *S. frugiperda*: total e percentagem de larvas coletadas em diferentes faixas de tamanho (até 0,5; 0,6-1,0; 1,1-1,5; 1,6-2,0 e >2,0 cm); média de larvas por planta, total e nas diferentes faixas de tamanho.

Danos: percentagem de plantas sem danos no cartucho; percentagem de plantas com raspagens no cartucho; percentagem de plantas com perfurações no cartucho.

Parasitoides: percentagem de larvas parasitadas; média de larvas parasitadas; número de parasitoides emergidos por espécie e percentagem de parasitismo das principais espécies encontradas.

As análises estatísticas dos dados percentuais de plantas com raspagens, perfurações e sem danos foram comparados entre as datas de avaliação mediante o teste t entre duas proporções. Para os demais caracteres, foram realizados 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 (AYRES et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Presença de posturas de *Spodoptera frugiperda*

Durante o período da safra foram coletadas 395 posturas, sendo 92 (23,3%), 117 (29,6%) e 186 (47,1%) nas áreas testemunha, Bt Yg e Bt Hx, respectivamente. Já na safrinha, 351 posturas foram encontradas, sendo 98 (27,9%), 137 (39,1%) e 116 (33,0%) coletadas na testemunha, Bt Yg e Bt Hx, respectivamente, mantendo, numericamente em termos percentuais, uma tendência de predomínio no total de posturas nos genótipos Bt verificada na safra (Figura 1).

Na safra, 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 nos 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.

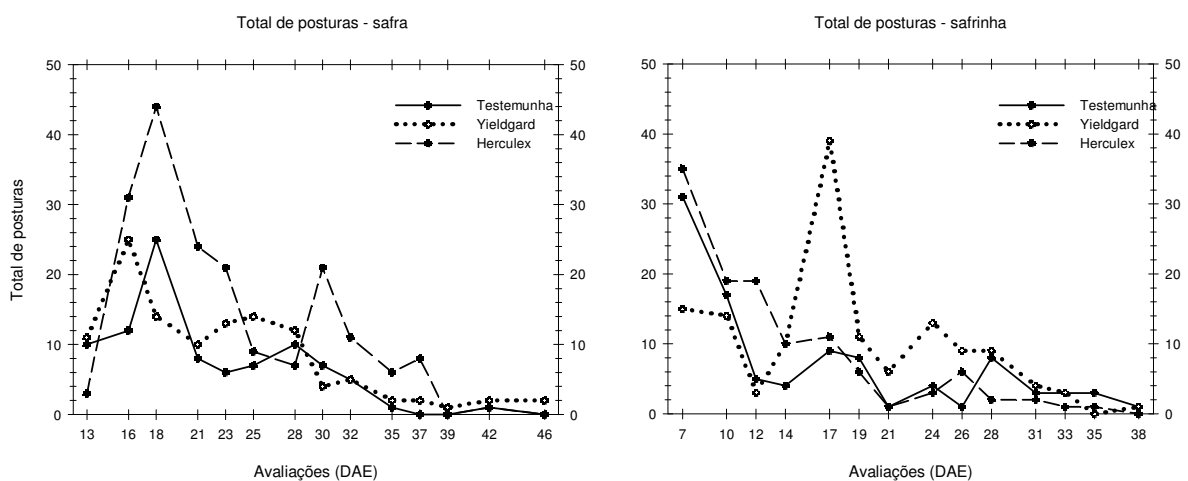


Figura 1 - Posturas de *Spodoptera frugiperda* coletadas, por avaliação, em dias após a emergência das plantas (DAE), em plantas de milho ($n = 80$) não-Bt, Bt Yieldgard[®] (Bt Yg) e Bt Herculex[®] (Bt Hx) em cultivo de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.

No cultivo de safrinha, só não foram coletadas posturas aos 35 e 38 DAE para Bt Yg e Bt Hx, respectivamente. O acme de posturas ocorreu aos 7 DAE para testemunha e Bt Hx com 31 e 35 posturas coletadas, respectivamente; e aos 17 DAE para Bt Yg, com 39 posturas (Figura 1, Tabela 2).

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).

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, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Média de posturas - safra					
	----- 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

Na safrinha, foram encontrados valores de p reduzidos apenas nas primeiras avaliações especialmente entre os contrastes dos genótipos Bt com a testemunha, reflexo da proximidade na média de posturas entre os tratamentos, que apesar dos picos de posturas observados, em especial no Bt Yg aos 17 DAE, foi verificada em grande parte das avaliações nessa época de semeadura (Figura 1, Tabela 2).

Tabela 2 - 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 no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011..

Combinação	Média de posturas - safrinha					
	----- Avaliação 1 -----		p ---	----- Avaliação 8 -----		p ---
TEST vs Bt YG	0,38 \pm 0,07 vs 0,18 \pm 0,04	0,0263	0,05 \pm 0,02 vs 0,16 \pm 0,05	0,0601		
TEST vs Bt HX	0,38 \pm 0,07 vs 0,43 \pm 0,07	0,3240	0,05 \pm 0,02 vs 0,03 \pm 0,02	0,3522		
Bt YG vs Bt HX	0,18 \pm 0,04 vs 0,43 \pm 0,07	0,0050	0,16 \pm 0,05 vs 0,03 \pm 0,02	0,0486		
	----- Avaliação 2 -----			----- Avaliação 9 -----		
TEST vs Bt YG	0,21 \pm 0,05 vs 0,17 \pm 0,04	0,3694	0,01 \pm 0,01 vs 0,11 \pm 0,04	0,0646		
TEST vs Bt HX	0,21 \pm 0,05 vs 0,23 \pm 0,05	0,1867	0,01 \pm 0,01 vs 0,07 \pm 0,02	0,0686		
Bt YG vs Bt HX	0,17 \pm 0,04 vs 0,23 \pm 0,05	0,4010	0,11 \pm 0,04 vs 0,07 \pm 0,02	0,4742		
	----- Avaliação 3 -----			----- Avaliação 10 -----		
TEST vs Bt YG	0,06 \pm 0,02 vs 0,03 \pm 0,02	0,4510	0,10 \pm 0,03 vs 0,11 \pm 0,03	0,1077		
TEST vs Bt HX	0,06 \pm 0,02 vs 0,23 \pm 0,05	0,0080	0,10 \pm 0,03 vs 0,02 \pm 0,01	0,0572		
Bt YG vs Bt HX	0,03 \pm 0,02 vs 0,23 \pm 0,05	0,0026	0,11 \pm 0,03 vs 0,02 \pm 0,01	0,0413		
	----- Avaliação 4 -----			----- Avaliação 11 -----		
TEST vs Bt YG	0,05 \pm 0,02 vs 0,12 \pm 0,04	0,1934	0,03 \pm 0,02 vs 0,05 \pm 0,02	0,3855		
TEST vs Bt HX	0,05 \pm 0,02 vs 0,12 \pm 0,03	0,1135	0,03 \pm 0,02 vs 0,02 \pm 0,01	0,1803		
Bt YG vs Bt HX	0,12 \pm 0,04 vs 0,12 \pm 0,03	1,0000	0,05 \pm 0,02 vs 0,02 \pm 0,01	0,4299		
	----- Avaliação 5 -----			----- Avaliação 12 -----		
TEST vs Bt YG	0,11 \pm 0,03 vs 0,48 \pm 0,07	*	0,03 \pm 0,02 vs 0,03 \pm 0,02	1,0000		
TEST vs Bt HX	0,11 \pm 0,03 vs 0,13 \pm 0,03	0,3803	0,03 \pm 0,02 vs 0,01 \pm 0,01	0,4474		
Bt YG vs Bt HX	0,48 \pm 0,07 vs 0,13 \pm 0,03	*	0,03 \pm 0,02 vs 0,01 \pm 0,01	0,4379		
	----- Avaliação 6 -----			----- Avaliação 13 -----		
TEST vs Bt YG	0,10 \pm 0,03 vs 0,13 \pm 0,03	0,4884	0,03 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,1352		
TEST vs Bt HX	0,10 \pm 0,03 vs 0,07 \pm 0,02	0,4428	0,03 \pm 0,02 vs 0,01 \pm 0,01	0,4242		
Bt YG vs Bt HX	0,13 \pm 0,03 vs 0,07 \pm 0,02	0,1732	0,00 \pm 0,00 vs 0,01 \pm 0,01	0,4790		
	----- Avaliação 7 -----			----- Avaliação 14 -----		
TEST vs Bt YG	0,01 \pm 0,01 vs 0,07 \pm 0,02	0,0659	0,01 \pm 0,01 vs 0,01 \pm 0,01	1,0000		
TEST vs Bt HX	0,01 \pm 0,01 vs 0,01 \pm 0,01	1,0000	0,01 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,4669		
Bt YG vs Bt HX	0,07 \pm 0,02 vs 0,01 \pm 0,01	0,0630	0,01 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,4747		

* $P < 0,0001$ ** Médias = 0

Conforme será discutido no item 4.3, os genótipos Bt apresentaram reduzidos danos foliares, quando comparados com a testemunha. A preferência das mariposas pelo Bt Hx na safra e pelo Bt Yg na safrinha, 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; TURLINGS, 2006; SIGNORETTI et al., 2012). Assim, essas áreas com menores emissões 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; DE MORAES, 2006; MENDES, 2011). Isso também ficou evidenciado na área com Bt Hx que, na safrinha, apresentou alta infestação de larvas, que contribuíram para uma maior emissão de voláteis, resultando em uma menor quantidade de posturas.

4.2 Presença de larvas de *Spodoptera frugiperda*

A quantidade de larvas de *S. frugiperda* coletadas no cultivo de safra foi maior que o observado na safrinha, e representou 59,1% das 5.746 larvas coletadas nas duas épocas de semeadura. Uma grande diferença entre os genótipos Bt e o não-Bt foi verificada na safra, sendo que o último representou mais de dois terços de todas as larvas coletadas nessa época de semeadura, 67,6%, em um total de 3.396 larvas. Os milhos Bt Yg e Bt Hx representaram 18,1% e 14,3% das larvas amostradas, respectivamente (Tabela 3). Apesar da redução do número de larvas na safrinha, a tendência na participação entre os tratamentos, quanto a maior porcentagem do total de larvas, foi a mesma, com um pequeno decréscimo na porcentagem da testemunha, que mesmo assim representou mais da metade das 2.350 larvas coletadas, 56,3%, seguido pelo Bt Yg, com 29,3%, e Bt Hx com 14,4% (Tabela 3).

Dentre as faixas de tamanho avaliadas, ao considerar o universo das larvas coletadas (soma dos tratamentos), houve uma predominância de larvas de até 0,5 cm, tanto na safra quanto na safrinha, que representaram 59,6% e 58,2% do total de lagartas coletadas, respectivamente (Tabela 3). Considerando os tratamentos separadamente, na safra a porcentagem das larvas da menor faixa de tamanho representou 45,4% do total coletado na testemunha e valores ainda mais elevados foram observados nos genótipos Bt, ao atingirem

82,9% e 97,5% no Bt Yg e no Bt Hx, respectivamente. Essa tendência também foi verificada na safrinha, com percentagens de 47,7% na testemunha e valores um pouco menores nos milhos Bt em relação a safra, mas ainda superiores à testemunha, com percentagens de 68,4% e 77,9%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Totais (*n*) e percentagens (%) de larvas de *Spodoptera frugiperda* em diferentes faixas de tamanho, coletadas em plantas de milho não-Bt, Bt Yieldgard® (Bt Yg) e Bt Herculex® (Bt Hx), em cultivos de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.

Larvas (cm)	Safrinha (2010)							Safrinha (2011)						
	Testemunha		Bt Yg		Bt Hx		%T*	Testemunha		Bt Yg		Bt Hx		%T
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%		<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	
Até 0,5	1.044	45,4	510	82,9	473	97,5	59,6	630	47,7	471	68,4	265	77,9	58,2
0,6 - 1,0	787	34,3	87	14,2	11	2,3	26,1	287	21,7	91	13,2	29	8,6	12,8
1,1 - 1,5	304	13,2	15	2,4	1	0,2	9,4	185	14,0	85	12,4	30	8,8	5,7
1,6 - 2,0	93	4,1	1	0,2	0	0,0	2,8	109	8,2	21	3,1	12	3,5	17,3
> 2,0	68	3,0	2	0,3	0	0,0	2,1	111	8,4	20	2,9	4	1,2	6,0
Total	2.296	-	615	-	485	-	3.396	1.322	-	688	-	340	-	2.350
%T	67,6	-	18,1	-	14,3	-		56,3	-	29,3	-	14,4	-	
Total Geral (Safrinha + Safrinha)													5.746	

%T* = Percentagem sobre o Total de larvas de cada época de semeadura

Ao serem consideradas as larvas de faixas de tamanho superiores a 0,5 cm, é possível verificar claramente a influência dos genótipos Bt no controle de *S. frugiperda*. Na safra, as larvas maiores que 1,0 cm somaram apenas 18 insetos no Bt Yg, e no Bt Hx apenas uma larva representando 2,9% e 0,2% do total de larvas desses tratamentos, respectivamente (Tabela 3). De maneira geral, é possível observar uma expressiva supressão de larvas nos genótipos Bt, a partir de 0,5 cm de tamanho, evidenciado pelos baixos totais de larvas nas faixas de maior tamanho e baixos valores médios de larvas no decorrer das avaliações, comparados à testemunha (Tabelas 3 e 5-8).

Na safrinha, em relação ao verificado na safra, foi observada uma alteração entre as proporções na participação das faixas de tamanho, em todos os tratamentos, com uma elevação na quantidade de larvas em faixas maiores que 1,0 cm, totalizando 29% do total das larvas coletadas. Ao verificar os tratamentos separadamente é importante observar que essa elevação

no percentual não ocorreu apenas a partir do observado na testemunha, que ainda consistiu no tratamento com maiores percentuais de larvas acima de 1,0 cm, mas sim com expressiva contribuição dos genótipos Bt, que somaram ao todo 126 e 46 larvas acima de 1 cm, respectivamente (Tabela 3).

A elevação da quantidade de larvas maiores na safrinha possivelmente está associada à permanência de larvas do cultivo de safra, remanescentes nos restos culturais, principalmente na testemunha e Bt Yg, que foram os tratamentos que apresentaram mais larvas na primeira época de semeadura. Isso fica evidenciado pela antecipação da ocorrência das larvas em todas as faixas de tamanho acima de 1,0 cm, comparado à safra (Figuras 2 e 3). Outra possibilidade é a seleção de insetos tolerantes às toxinas presentes nos genótipos Bt utilizados durante o cultivo de safra, o que levou ao aumento na frequência desses na safrinha. De acordo com Villela et al. (2002), em bioensaios com Cry 1Ab (mesma proteína presente no milho Bt Yg), tal tolerância é herdada geneticamente e inicia significativamente após quatro gerações. Apesar de ser difícil prever quantas gerações ocorreram a campo no período envolvido entre as duas épocas de semeadura, em tais condições a pressão de seleção poderia antecipar o processo, além de já serem utilizados cultivos comerciais de genótipos Bt na região. Em condições de campo, já foram identificadas populações resistentes ao Bt Cry 1F, presente no Bt Hx, em cultivos comerciais de Porto Rico (TABASHNIK et al., 2009).

Apesar do exposto, a redução do número de larvas totais na safrinha (Tabela 3) está, possivelmente, associada ao aumento das larvas de maior tamanho, tanto pela ação direta, através do canibalismo sobre larvas menores, quanto indireta, através da emissão de compostos voláteis repelentes às fêmeas de *S. frugiperda*, resultantes dos danos, conduzindo à uma menor oviposição total na segunda época de semeadura.

Na safra, o número médio de larvas com tamanho até 0,5 cm correspondeu a valores superiores na testemunha, seguidos pelo Bt Yg e pelo Bt Hx, sendo que as médias das 14 avaliações foram de 0,93, 0,46 e 0,42 larvas por planta (LPP), respectivamente. O número máximo de larvas dessa faixa de tamanho foi de 2,35 LPP para a testemunha aos 18 DAE e de 1,16 e 1,44 para o Bt Yg e Bt Hx, aos 18 e 21 DAE, respectivamente. Nos três tratamentos a maior concentração dessa faixa de tamanho ocorreu entre os 13 e 32 DAE, com acentuada redução nas avaliações seguintes. Nas demais faixas de tamanho, observou-se a mesma tendência quanto à média de larvas coletadas, ou seja, a testemunha com a maior quantidade, seguida pelos genótipos Bt Yg e Bt Hx, respectivamente. Dessa maneira a diferença entre a testemunha e os materiais Bt tornou-se cada vez mais expressiva à medida que aumentava a faixa de tamanho considerada (Figura 2). Outra diferença observada foi o período de

ocorrência das larvas maiores que 0,5 cm que, para os materiais Bt, sempre ocorreram em avaliações posteriores à primeira ocorrência na testemunha (Figura 2). Provavelmente, esse retardamento no início da ocorrência de larvas de maior tamanho nos tratamentos Bt foi consequência da impropriedade alimentar desses materiais, que resultavam em inibição da alimentação e no retardamento do desenvolvimento das larvas (WAQUIL et al., 2004b; MENDES et al., 2011), postergando o momento em que atingiam as faixas de tamanhos maiores. Além disso, a reduzida quantidade de larvas maiores que 0,5 cm nos materiais Bt em relação à testemunha aponta para a mortalidade da lagarta-do-cartucho ocasionada por esses materiais já no início da fase larval, comprovado pela significância observada na análise estatística, representada pelos reduzidos valores de p para os contrastes entre os milhos Bt e a testemunha (Tabelas 5 - 8).

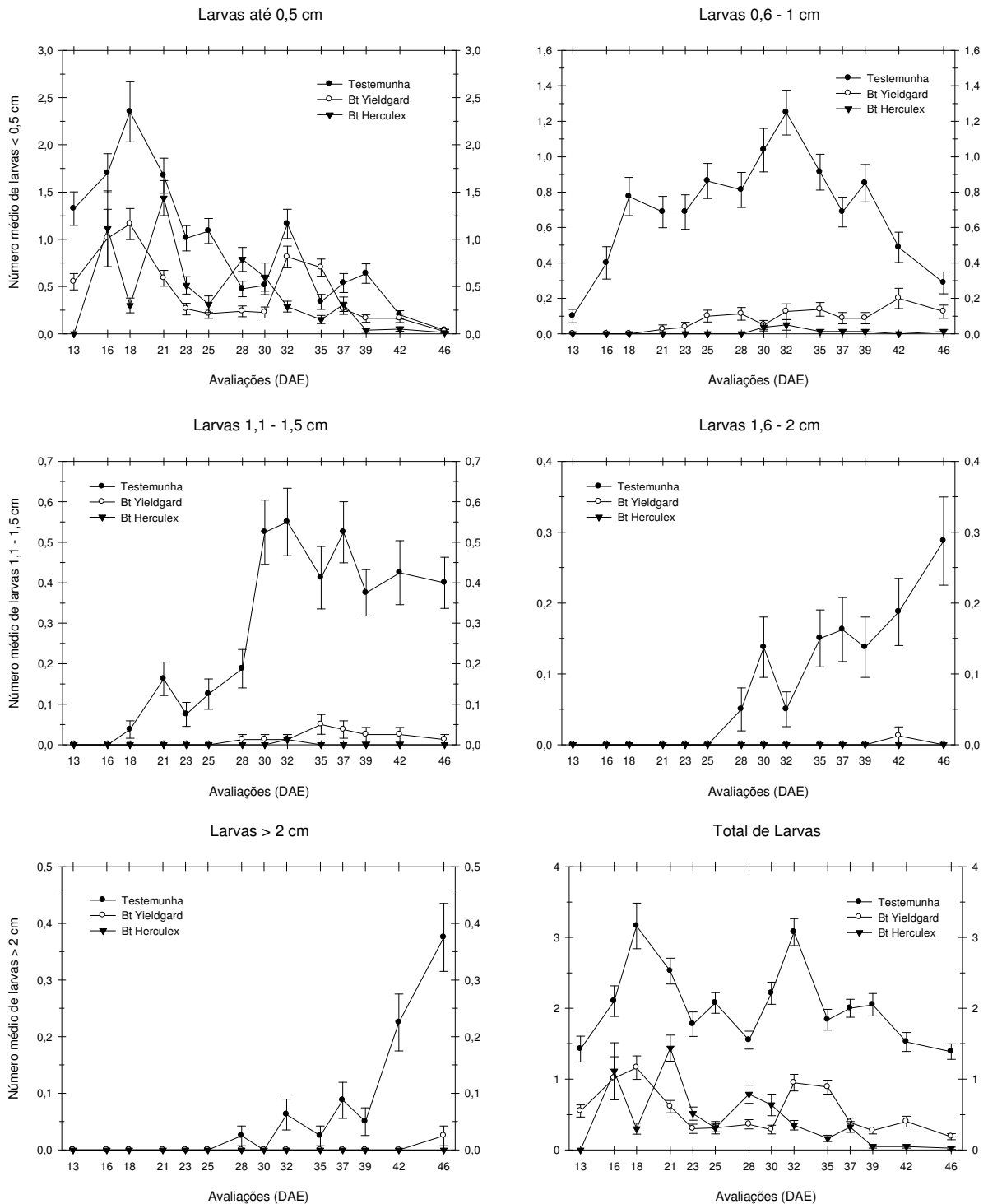


Figura 2 - Número médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* (\pm erro padrão) coletadas por plantas de milho ($n = 80$), de diferentes faixas de tamanho e total, por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em milho não-Bt, Bt Yieldgard[®] (Bt Yg) e Bt Herculex[®] (Bt Hx), em cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Tabela 4 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho até 0,5 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Larvas até 0,5 cm - safra					
	----- Avaliação 1 -----		p ---	----- Avaliação 8 -----		p ---
TEST vs Bt YG	1,32 \pm 0,17	vs 0,55 \pm 0,08	*	0,51 \pm 0,09	vs 0,22 \pm 0,05	0,0163
TEST vs Bt HX	1,32 \pm 0,17	vs 0,00 \pm 0,00	*	0,51 \pm 0,09	vs 0,60 \pm 0,15	0,3670
Bt YG vs Bt HX	0,55 \pm 0,08	vs 0,00 \pm 0,00	*	0,22 \pm 0,05	vs 0,60 \pm 0,15	0,0267
	----- Avaliação 2 -----			----- Avaliação 9 -----		
TEST vs Bt YG	1,70 \pm 0,20	vs 1,01 \pm 0,30	0,0711	1,16 \pm 0,15	vs 0,81 \pm 0,11	0,0741
TEST vs Bt HX	1,70 \pm 0,20	vs 1,11 \pm 0,40	0,1886	1,16 \pm 0,15	vs 0,28 \pm 0,05	*
Bt YG vs Bt HX	1,01 \pm 0,30	vs 1,11 \pm 0,40	0,1579	0,81 \pm 0,11	vs 0,28 \pm 0,05	*
	----- Avaliação 3 -----			----- Avaliação 10 -----		
TEST vs Bt YG	2,35 \pm 0,31	vs 1,16 \pm 0,16	0,0011	0,33 \pm 0,07	vs 0,70 \pm 0,09	0,0042
TEST vs Bt HX	2,35 \pm 0,31	vs 0,30 \pm 0,07	*	0,33 \pm 0,07	vs 0,15 \pm 0,04	0,0373
Bt YG vs Bt HX	1,16 \pm 0,16	vs 0,30 \pm 0,07	*	0,70 \pm 0,09	vs 0,15 \pm 0,04	*
	----- Avaliação 4 -----			----- Avaliação 11 -----		
TEST vs Bt YG	1,67 \pm 0,18	vs 0,58 \pm 0,08	*	0,53 \pm 0,09	vs 0,26 \pm 0,05	0,0159
TEST vs Bt HX	1,67 \pm 0,18	vs 1,43 \pm 0,18	0,3642	0,53 \pm 0,09	vs 0,31 \pm 0,07	0,0805
Bt YG vs Bt HX	0,58 \pm 0,08	vs 1,43 \pm 0,18	*	0,26 \pm 0,05	vs 0,31 \pm 0,07	0,3517
	----- Avaliação 5 -----			----- Avaliação 12 -----		
TEST vs Bt YG	1,01 \pm 0,13	vs 0,26 \pm 0,06	*	0,63 \pm 0,10	vs 0,16 \pm 0,04	*
TEST vs Bt HX	1,01 \pm 0,13	vs 0,51 \pm 0,09	0,0005	0,63 \pm 0,10	vs 0,03 \pm 0,02	*
Bt YG vs Bt HX	0,26 \pm 0,06	vs 0,51 \pm 0,09	0,0330	0,16 \pm 0,04	vs 0,03 \pm 0,02	0,0110
	----- Avaliação 6 -----			----- Avaliação 13 -----		
TEST vs Bt YG	1,08 \pm 0,13	vs 0,21 \pm 0,04	*	0,20 \pm 0,04	vs 0,16 \pm 0,04	0,4280
TEST vs Bt HX	1,08 \pm 0,13	vs 0,31 \pm 0,08	*	0,20 \pm 0,04	vs 0,05 \pm 0,02	0,0060
Bt YG vs Bt HX	0,21 \pm 0,04	vs 0,31 \pm 0,08	0,3124	0,16 \pm 0,04	vs 0,05 \pm 0,02	0,0362
	----- Avaliação 7 -----			----- Avaliação 14 -----		
TEST vs Bt YG	0,47 \pm 0,08	vs 0,23 \pm 0,05	0,0176	0,03 \pm 0,02	vs 0,02 \pm 0,01	0,1959
TEST vs Bt HX	0,47 \pm 0,08	vs 0,78 \pm 0,12	0,0472	0,03 \pm 0,02	vs 0,01 \pm 0,01	0,4084
Bt YG vs Bt HX	0,23 \pm 0,05	vs 0,78 \pm 0,12	0,0006	0,02 \pm 0,01	vs 0,01 \pm 0,01	0,3014

* $P < 0,0001$

Tabela 5 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 0,6-1 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos, (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Larvas 0,6 -1 cm - safra					
	Avaliação 1		p	Avaliação 8		p
TEST vs Bt YG	0,10 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00		0,0175	1,03 \pm 0,12 vs 0,05 \pm 0,02		*
TEST vs Bt HX	0,10 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00		0,0163	1,03 \pm 0,12 vs 0,03 \pm 0,02		*
Bt YG vs Bt HX	**		-	0,05 \pm 0,02 vs 0,03 \pm 0,02		0,3553
	Avaliação 2			Avaliação 9		
TEST vs Bt YG	0,40 \pm 0,09 vs 0,00 \pm 0,00		*	1,25 \pm 0,12 vs 0,12 \pm 0,04		*
TEST vs Bt HX	0,40 \pm 0,09 vs 0,00 \pm 0,00		*	1,25 \pm 0,12 vs 0,05 \pm 0,03		*
Bt YG vs Bt HX	**		-	0,12 \pm 0,04 vs 0,05 \pm 0,03		0,2119
	Avaliação 3			Avaliação 10		
TEST vs Bt YG	0,77 \pm 0,10 vs 0,00 \pm 0,00		*	0,91 \pm 0,10 vs 0,13 \pm 0,03		*
TEST vs Bt HX	0,77 \pm 0,10 vs 0,00 \pm 0,00		*	0,91 \pm 0,10 vs 0,01 \pm 0,01		*
Bt YG vs Bt HX	**		-	0,13 \pm 0,03 vs 0,01 \pm 0,01		0,0049
	Avaliação 4			Avaliação 11		
TEST vs Bt YG	0,68 \pm 0,08 vs 0,02 \pm 0,02		*	0,68 \pm 0,08 vs 0,08 \pm 0,03		*
TEST vs Bt HX	0,68 \pm 0,08 vs 0,00 \pm 0,00		*	0,68 \pm 0,08 vs 0,01 \pm 0,01		*
Bt YG vs Bt HX	0,02 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00		0,4591	0,08 \pm 0,03 vs 0,01 \pm 0,01		0,0443
	Avaliação 5			Avaliação 12		
TEST vs Bt YG	0,68 \pm 0,09 vs 0,03 \pm 0,02		*	0,85 \pm 0,10 vs 0,08 \pm 0,03		*
TEST vs Bt HX	0,68 \pm 0,09 vs 0,00 \pm 0,00		*	0,85 \pm 0,10 vs 0,01 \pm 0,01		*
Bt YG vs Bt HX	0,03 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00		0,2169	0,08 \pm 0,03 vs 0,01 \pm 0,01		0,0471
	Avaliação 6			Avaliação 13		
TEST vs Bt YG	0,86 \pm 0,09 vs 0,10 \pm 0,03		*	0,48 \pm 0,08 vs 0,20 \pm 0,05		0,0076
TEST vs Bt HX	0,86 \pm 0,09 vs 0,00 \pm 0,00		*	0,48 \pm 0,08 vs 0,00 \pm 0,00		*
Bt YG vs Bt HX	0,10 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00		0,0048	0,20 \pm 0,05 vs 0,00 \pm 0,00		0,0012
	Avaliação 7			Avaliação 14		
TEST vs Bt YG	0,81 \pm 0,09 vs 0,11 \pm 0,03		*	0,28 \pm 0,06 vs 0,12 \pm 0,03		0,0355
TEST vs Bt HX	0,81 \pm 0,09 vs 0,00 \pm 0,00		*	0,28 \pm 0,06 vs 0,01 \pm 0,01		*
Bt YG vs Bt HX	0,11 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00		0,0039	0,12 \pm 0,03 vs 0,01 \pm 0,01		0,0060

* $P < 0,0001$ ** Médias = 0

Tabela 6 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 1,1 - 1,5 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Larvas 1,1-1,5 cm - safra			
	Avaliação 1		Avaliação 8	
		p		p
TEST vs Bt YG	**	-	0,52 \pm 0,07 vs 0,01 \pm 0,01	*
TEST vs Bt HX	**	-	0,52 \pm 0,07 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,01 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,4977
	Avaliação 2		Avaliação 9	
TEST vs Bt YG	**	-	0,55 \pm 0,08 vs 0,01 \pm 0,01	*
TEST vs Bt HX	**	-	0,55 \pm 0,08 vs 0,01 \pm 0,01	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,01 \pm 0,01 vs 0,01 \pm 0,01	1
	Avaliação 3		Avaliação 10	
TEST vs Bt YG	0,03 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,1466	0,41 \pm 0,07 vs 0,05 \pm 0,02	*
TEST vs Bt HX	0,03 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,1610	0,41 \pm 0,07 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,05 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0630
	Avaliação 4		Avaliação 11	
TEST vs Bt YG	0,16 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	*	0,52 \pm 0,07 vs 0,03 \pm 0,02	*
TEST vs Bt HX	0,16 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	*	0,52 \pm 0,07 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,03 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,1315
	Avaliação 5		Avaliação 12	
TEST vs Bt YG	0,07 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0250	0,37 \pm 0,05 vs 0,02 \pm 0,01	*
TEST vs Bt HX	0,07 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0188	0,37 \pm 0,05 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,02 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,2332
	Avaliação 6		Avaliação 13	
TEST vs Bt YG	0,12 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0019	0,42 \pm 0,07 vs 0,02 \pm 0,01	*
TEST vs Bt HX	0,12 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0057	0,42 \pm 0,07 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,02 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,2183
	Avaliação 7		Avaliação 14	
TEST vs Bt YG	0,18 \pm 0,04 vs 0,01 \pm 0,01	0,0018	0,40 \pm 0,06 vs 0,01 \pm 0,01	*
TEST vs Bt HX	0,18 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	0,0010	0,40 \pm 0,06 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	0,01 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,4492	0,01 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,4725

* $P < 0,0001$ ** Médias = 0

Tabela 7 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 1,6 - 2 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Larvas 1,6-2 cm - safra			
	Avaliação 1 ----- p -----		Avaliação 8 ----- p -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,13 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	0,0017
TEST vs Bt HX	**	-	0,13 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	0,0023
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 2 -----		Avaliação 9 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,05 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0629
TEST vs Bt HX	**	-	0,05 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0656
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 3 -----		Avaliação 10 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,15 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	*
TEST vs Bt HX	**	-	0,15 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 4 -----		Avaliação 11 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,16 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	0,0007
TEST vs Bt HX	**	-	0,16 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 5 -----		Avaliação 12 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,13 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	0,0049
TEST vs Bt HX	**	-	0,13 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	0,0051
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 6 -----		Avaliação 13 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,18 \pm 0,04 vs 0,01 \pm 0,01	0,0011
TEST vs Bt HX	**	-	0,18 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	0,0012
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,01 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,4666
	Avaliação 7 -----		Avaliação 14 -----	
TEST vs Bt YG	0,05 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,1279	0,28 \pm 0,06 vs 0,00 \pm 0,00	*
TEST vs Bt HX	0,05 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,1285	0,28 \pm 0,06 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-

* $P < 0,0001$ ** Médias = 0

Tabela 8 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho > 2 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Larvas > 2 cm - safra			
	Avaliação 1 ----- p ---		Avaliação 8 ----- p ---	
TEST vs Bt YG	**	-	**	-
TEST vs Bt HX	**	-	**	-
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 2 -----		Avaliação 9 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,06 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0508
TEST vs Bt HX	**	-	0,06 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0743
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 3 -----		Avaliação 10 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,02 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,2243
TEST vs Bt HX	**	-	0,02 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,2171
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 4 -----		Avaliação 11 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,08 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0092
TEST vs Bt HX	**	-	0,08 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0138
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 5 -----		Avaliação 12 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,05 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0728
TEST vs Bt HX	**	-	0,05 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0641
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 6 -----		Avaliação 13 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	0,22 \pm 0,05 vs 0,00 \pm 0,00	*
TEST vs Bt HX	**	-	0,22 \pm 0,05 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	**	-
	Avaliação 7 -----		Avaliação 14 -----	
TEST vs Bt YG	0,02 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,2216	0,37 \pm 0,05 vs 0,02 \pm 0,01	*
TEST vs Bt HX	0,02 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,1991	0,37 \pm 0,05 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,02 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,2086

* $P < 0,0001$ ** Médias = 0

Tabela 9 - Valor médio do total de larvas de *Spodoptera frugiperda* (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Total de Larvas - safra					
	Avaliação 1		p	Avaliação 8		p
TEST vs Bt YG	1,42 \pm 0,18	vs 0,55 \pm 0,08	*	2,21 \pm 0,15	vs 0,28 \pm 0,06	*
TEST vs Bt HX	1,42 \pm 0,18	vs 0,00 \pm 0,00	*	2,21 \pm 0,15	vs 0,63 \pm 0,15	*
Bt YG vs Bt HX	0,55 \pm 0,08	vs 0,00 \pm 0,00	*	0,28 \pm 0,06	vs 0,63 \pm 0,15	0,0403
	Avaliação 2			Avaliação 9		
TEST vs Bt YG	2,10 \pm 0,21	vs 1,01 \pm 0,30	0,0046	3,07 \pm 0,19	vs 0,95 \pm 0,11	*
TEST vs Bt HX	2,10 \pm 0,21	vs 1,11 \pm 0,40	0,0375	3,07 \pm 0,19	vs 0,35 \pm 0,06	*
Bt YG vs Bt HX	1,01 \pm 0,30	vs 1,11 \pm 0,40	0,0271	0,95 \pm 0,11	vs 0,35 \pm 0,06	*
	Avaliação 3			Avaliação 10		
TEST vs Bt YG	3,16 \pm 0,32	vs 1,16 \pm 0,16	*	1,83 \pm 0,14	vs 0,88 \pm 0,09	*
TEST vs Bt HX	3,16 \pm 0,32	vs 0,30 \pm 0,07	*	1,83 \pm 0,14	vs 0,16 \pm 0,04	*
Bt YG vs Bt HX	1,16 \pm 0,16	vs 0,30 \pm 0,07	*	0,88 \pm 0,09	vs 0,16 \pm 0,04	*
	Avaliação 4			Avaliação 11		
TEST vs Bt YG	2,52 \pm 0,18	vs 0,61 \pm 0,08	*	2,00 \pm 0,12	vs 0,38 \pm 0,06	*
TEST vs Bt HX	2,52 \pm 0,18	vs 1,43 \pm 0,18	*	2,00 \pm 0,12	vs 0,32 \pm 0,07	*
Bt YG vs Bt HX	0,61 \pm 0,08	vs 1,43 \pm 0,18	*	0,38 \pm 0,06	vs 0,32 \pm 0,07	0,4161
	Avaliação 5			Avaliação 12		
TEST vs Bt YG	1,77 \pm 0,17	vs 0,30 \pm 0,06	*	2,05 \pm 0,15	vs 0,27 \pm 0,05	*
TEST vs Bt HX	1,77 \pm 0,17	vs 0,51 \pm 0,09	*	2,05 \pm 0,15	vs 0,05 \pm 0,02	*
Bt YG vs Bt HX	0,30 \pm 0,06	vs 0,51 \pm 0,09	0,0692	0,27 \pm 0,05	vs 0,05 \pm 0,02	*
	Avaliação 6			Avaliação 13		
TEST vs Bt YG	2,07 \pm 0,14	vs 0,31 \pm 0,05	*	1,52 \pm 0,13	vs 0,40 \pm 0,07	*
TEST vs Bt HX	2,07 \pm 0,14	vs 0,31 \pm 0,08	*	1,52 \pm 0,13	vs 0,05 \pm 0,02	*
Bt YG vs Bt HX	0,31 \pm 0,05	vs 0,31 \pm 0,08	*	0,40 \pm 0,07	vs 0,05 \pm 0,02	*
	Avaliação 7			Avaliação 14		
TEST vs Bt YG	1,55 \pm 0,12	vs 0,36 \pm 0,06	*	1,38 \pm 0,10	vs 0,18 \pm 0,04	*
TEST vs Bt HX	1,55 \pm 0,12	vs 0,78 \pm 0,12	*	1,38 \pm 0,10	vs 0,02 \pm 0,01	*
Bt YG vs Bt HX	0,36 \pm 0,06	vs 0,78 \pm 0,12	0,0050	0,18 \pm 0,04	vs 0,02 \pm 0,01	0,0006

* $P < 0,0001$

Outro resultado relevante no cultivo safra foi a diferença na média de larvas por planta (LPP) observada entre os materiais Bt, com menores valores para o BT Hx, especialmente

para as faixas de tamanho maiores que 0,5 cm (Figura 2, Tabelas 5-8), provavelmente associada às diferenças de toxicidade das toxinas Cry 1Ab e Cry 1F expressas pelos mesmos, respectivamente, sobre *S. frugiperda*, o que refletiu também nas médias totais (Tabela 9). Tal fato corrobora com os resultados obtidos por Waquil et al. (2002) ao classificarem essas toxinas como resistente e altamente resistente ao ataque de *S. frugiperda*, respectivamente, e também ao verificarem efeitos deletérios na sobrevivência e no desenvolvimento (biomassa) dos insetos avaliados, também sob infestação natural da praga, o que, para as condições do presente trabalho, se refletiu na menor frequência de larvas, em especial nas faixas de tamanho maiores.

Na safrinha, as médias de larvas de *S. frugiperda* até 0,5 cm apresentaram altos valores, atingindo de 1,21 LPP na testemunha e no Bt Yg e 1,30 LPP no Bt Hx. Apesar disso, no Bt Hx ocorreram avaliações sem larvas coletadas, ao contrário da testemunha e Bt Yg, onde em todas as avaliações foram encontradas larvas. Nos três tratamentos, houve uma concentração dessas larvas dos 7 aos 24 DAE (Figura 3). Na média das 14 avaliações, a testemunha apresentou 0,56 LPP seguida do Bt Yg e Bt Hx, com 0,42 e 0,24 LPP, respectivamente. Essa tendência foi confirmada nas avaliações de larvas de tamanhos superiores, de modo que essa sequência, em ordem decrescente do número de larvas, foi mantida, refletindo no total de larvas coletadas (Figura 3, Tabelas 10 - 15).

Na safrinha também houve uma variação no período de ocorrência das larvas maiores, da mesma forma que na safra, de maneira que sempre foram primeiramente constadas na testemunha e, em uma ou duas avaliações seguintes, nos genótipos Bt. Essas evidências sugerem atrasos no desenvolvimento nas formas jovens de *S. frugiperda*, quando expostas às toxinas Bt. Tais reflexos são observados com o aumento dos períodos larval e pré-imaginal, redução de biomassa, ocasionados pela impropriedade alimentar dos materiais que expressam tais toxinas, de modo que tais efeitos deterrentes são especialmente observados em larvas menores (WAQUIL et al., 2004b; DUTTON et al., 2005; MENDES et al., 2011). Ao final das avaliações foi possível observar graficamente que o total de larvas vivas coletadas foi similar ao comportamento do número de larvas de até 0,5 cm, exceto na testemunha, em razão da grande participação dessas no montante de larvas coletadas nos genótipos Bt. Isso demonstra, novamente, que a grande mortalidade das larvas ocorreu nessa faixa inicial de tamanho, indicando que a ação direta ou indireta das toxinas, ocorre principalmente no desenvolvimento inicial das larvas.

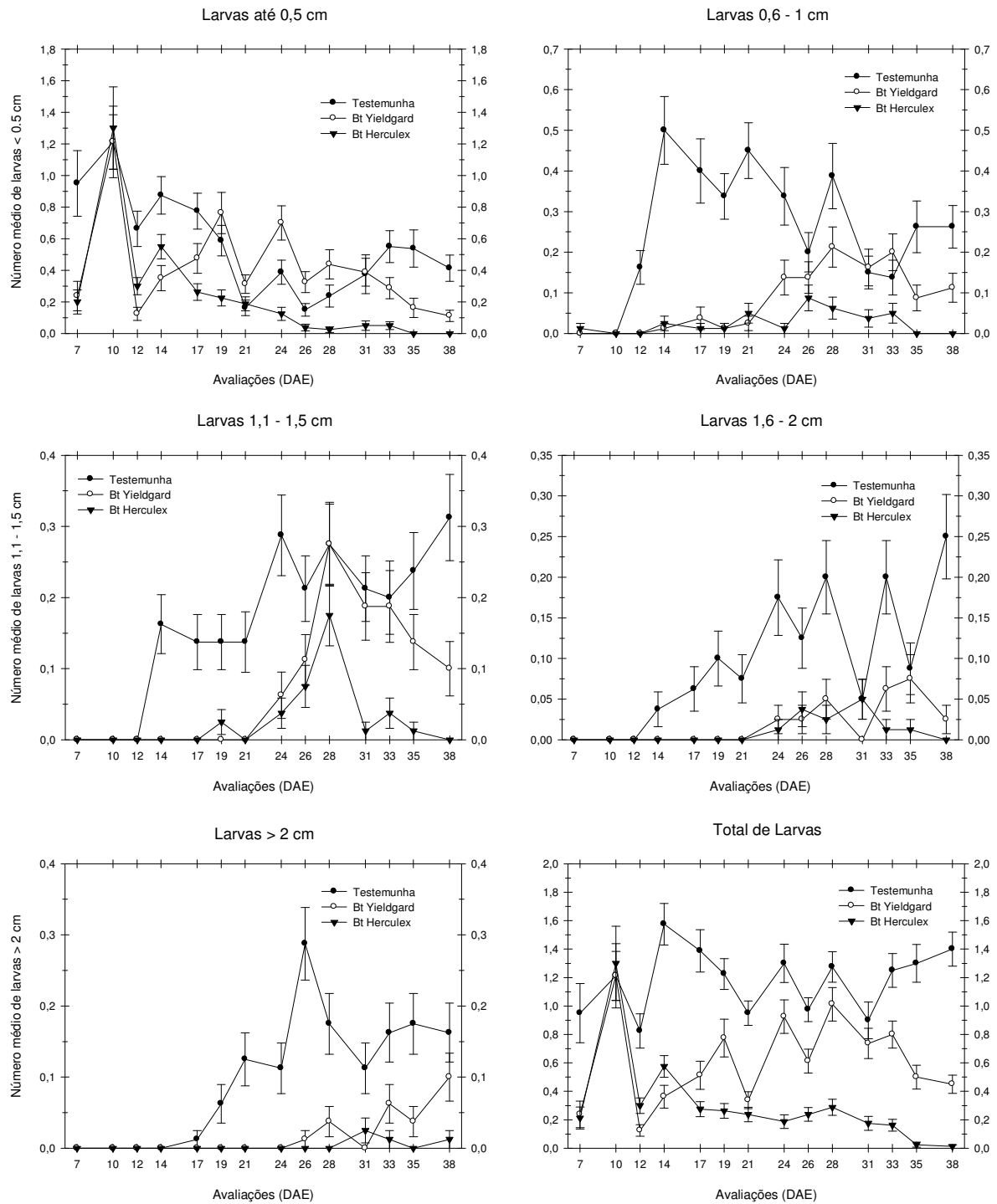


Figura 3 - Número médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* (\pm erro padrão) coletadas por plantas de milho ($n = 80$), de diferentes faixas de tamanho e total, por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em milho não-Bt, Bt Yieldgard[®] (Bt Yg) e Bt Herculex[®] (Bt Hx), em cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Tabela 10 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho até 0,5 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Combinação	Larvas até 0,5 cm					
	Avaliação 1		p	Avaliação 8		p
TEST vs Bt YG	0,95 \pm 0,20 vs 0,23 \pm 0,09	0,0006	0,38 \pm 0,07 vs 0,70 \pm 0,10	0,0168		
TEST vs Bt HX	0,95 \pm 0,20 vs 0,20 \pm 0,07	0,0018	0,38 \pm 0,07 vs 0,12 \pm 0,04	0,0028		
Bt YG vs Bt HX	0,23 \pm 0,09 vs 0,20 \pm 0,07	0,2121	0,70 \pm 0,10 vs 0,12 \pm 0,04	*		
	Avaliação 2			Avaliação 9		
TEST vs Bt YG	1,21 \pm 0,17 vs 1,21 \pm 0,22	*	0,15 \pm 0,04 vs 0,32 \pm 0,06	0,0238		
TEST vs Bt HX	1,21 \pm 0,17 vs 1,30 \pm 0,26	0,2300	0,15 \pm 0,04 vs 0,03 \pm 0,02	0,0193		
Bt YG vs Bt HX	1,21 \pm 0,22 vs 1,30 \pm 0,26	0,1979	0,32 \pm 0,06 vs 0,03 \pm 0,02	*		
	Avaliação 3			Avaliação 10		
TEST vs Bt YG	0,66 \pm 0,11 vs 0,12 \pm 0,04	*	0,23 \pm 0,06 vs 0,43 \pm 0,09	0,0929		
TEST vs Bt HX	0,66 \pm 0,11 vs 0,30 \pm 0,05	0,0041	0,23 \pm 0,06 vs 0,02 \pm 0,01	0,0073		
Bt YG vs Bt HX	0,12 \pm 0,04 vs 0,30 \pm 0,05	0,0143	0,43 \pm 0,09 vs 0,02 \pm 0,01	*		
	Avaliação 4			Avaliação 11		
TEST vs Bt YG	0,87 \pm 0,11 vs 0,35 \pm 0,07	0,0007	0,37 \pm 0,12 vs 0,38 \pm 0,08	0,0518		
TEST vs Bt HX	0,87 \pm 0,11 vs 0,55 \pm 0,07	0,0313	0,37 \pm 0,12 vs 0,05 \pm 0,03	0,0154		
Bt YG vs Bt HX	0,35 \pm 0,07 vs 0,55 \pm 0,07	0,0638	0,38 \pm 0,08 vs 0,05 \pm 0,03	0,0017		
	Avaliação 5			Avaliação 12		
TEST vs Bt YG	0,77 \pm 0,11 vs 0,47 \pm 0,09	0,0321	0,55 \pm 0,10 vs 0,28 \pm 0,06	0,0305		
TEST vs Bt HX	0,77 \pm 0,11 vs 0,26 \pm 0,05	*	0,55 \pm 0,10 vs 0,05 \pm 0,02	0,0010		
Bt YG vs Bt HX	0,47 \pm 0,09 vs 0,26 \pm 0,05	0,0496	0,28 \pm 0,06 vs 0,05 \pm 0,02	*		
	Avaliação 6			Avaliação 13		
TEST vs Bt YG	0,58 \pm 0,09 vs 0,76 \pm 0,13	0,2854	0,53 \pm 0,11 vs 0,16 \pm 0,06	0,0068		
TEST vs Bt HX	0,58 \pm 0,09 vs 0,22 \pm 0,05	0,0037	0,53 \pm 0,11 vs 0,00 \pm 0,00	*		
Bt YG vs Bt HX	0,76 \pm 0,13 vs 0,22 \pm 0,05	*	0,16 \pm 0,06 vs 0,00 \pm 0,00	0,0146		
	Avaliação 7			Avaliação 14		
TEST vs Bt YG	0,16 \pm 0,04 vs 0,31 \pm 0,05	0,0463	0,41 \pm 0,08 vs 0,11 \pm 0,03	*		
TEST vs Bt HX	0,16 \pm 0,04 vs 0,18 \pm 0,04	0,2202	0,41 \pm 0,08 vs 0,00 \pm 0,00	*		
Bt YG vs Bt HX	0,31 \pm 0,05 vs 0,18 \pm 0,04	0,0769	0,11 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0028		

* $P < 0,0001$ ** Médias = 0

Tabela 11 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 0,6-1 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos, (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Combinação	Larvas 0,6 - 1 cm				
	Avaliação 1 -----		p ---	Avaliação 8 -----	
TEST vs Bt YG	**			0,33 \pm 0,07 vs 0,13 \pm 0,04	0,0152
TEST vs Bt HX	0,00 \pm 0,00 vs 0,01 \pm 0,01		0,4754	0,33 \pm 0,07 vs 0,01 \pm 0,01	*
Bt YG vs Bt HX	0,00 \pm 0,00 vs 0,01 \pm 0,01		0,4574	0,13 \pm 0,04 vs 0,01 \pm 0,01	0,0096
	Avaliação 2 -----			Avaliação 9 -----	
TEST vs Bt YG	**		-	0,20 \pm 0,04 vs 0,13 \pm 0,03	0,3638
TEST vs Bt HX	**		-	0,20 \pm 0,04 vs 0,08 \pm 0,03	0,0452
Bt YG vs Bt HX	**		-	0,13 \pm 0,03 vs 0,08 \pm 0,03	0,2789
	Avaliação 3 -----			Avaliação 10 -----	
TEST vs Bt YG	0,16 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00		*	0,38 \pm 0,08 vs 0,21 \pm 0,04	0,0631
TEST vs Bt HX	0,16 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00		0,0007	0,38 \pm 0,08 vs 0,06 \pm 0,02	0,0007
Bt YG vs Bt HX	**		-	0,21 \pm 0,04 vs 0,06 \pm 0,02	0,0125
	Avaliação 4 -----			Avaliação 11 -----	
TEST vs Bt YG	0,50 \pm 0,08 vs 0,01 \pm 0,01		*	0,15 \pm 0,04 vs 0,16 \pm 0,04	0,1621
TEST vs Bt HX	0,50 \pm 0,08 vs 0,02 \pm 0,01		*	0,15 \pm 0,04 vs 0,03 \pm 0,02	0,0203
Bt YG vs Bt HX	0,01 \pm 0,01 vs 0,02 \pm 0,01		0,3096	0,16 \pm 0,04 vs 0,03 \pm 0,02	0,0206
	Avaliação 5 -----			Avaliação 12 -----	
TEST vs Bt YG	0,40 \pm 0,07 vs 0,03 \pm 0,02		0,0004	0,13 \pm 0,04 vs 0,20 \pm 0,04	0,3524
TEST vs Bt HX	0,40 \pm 0,07 vs 0,01 \pm 0,01		*	0,13 \pm 0,04 vs 0,05 \pm 0,02	0,0743
Bt YG vs Bt HX	0,03 \pm 0,02 vs 0,01 \pm 0,01		0,4861	0,20 \pm 0,04 vs 0,05 \pm 0,02	0,0036
	Avaliação 6 -----			Avaliação 13 -----	
TEST vs Bt YG	0,33 \pm 0,05 vs 0,01 \pm 0,01		*	0,26 \pm 0,06 vs 0,08 \pm 0,03	0,0174
TEST vs Bt HX	0,33 \pm 0,05 vs 0,01 \pm 0,01		*	0,26 \pm 0,06 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	0,01 \pm 0,01 vs 0,01 \pm 0,01		*	0,08 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0132
	Avaliação 7 -----			Avaliação 14 -----	
TEST vs Bt YG	0,45 \pm 0,06 vs 0,02 \pm 0,01		*	0,26 \pm 0,05 vs 0,11 \pm 0,03	0,0137
TEST vs Bt HX	0,45 \pm 0,06 vs 0,05 \pm 0,02		*	0,26 \pm 0,05 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	0,02 \pm 0,01 vs 0,05 \pm 0,02		0,4346	0,11 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0017

* $P < 0,0001$ ** Ambas as Médias = 0

Tabela 12 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 1,1 - 1,5 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Combinação	Larvas 1,1 - 1,5 cm			
	Avaliação 1		Avaliação 8	
		p		p
TEST vs Bt YG	**	-	0,28 \pm 0,05 vs 0,06 \pm 0,03	*
TEST vs Bt HX	**	-	0,28 \pm 0,05 vs 0,03 \pm 0,02	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,06 \pm 0,03 vs 0,03 \pm 0,02	0,4852
	Avaliação 2		Avaliação 9	
TEST vs Bt YG	**	-	0,21 \pm 0,04 vs 0,11 \pm 0,03	0,0972
TEST vs Bt HX	**	-	0,21 \pm 0,04 vs 0,07 \pm 0,02	0,0161
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,11 \pm 0,03 vs 0,07 \pm 0,02	*
	Avaliação 3		Avaliação 10	
TEST vs Bt YG	**	-	0,27 \pm 0,05 vs 0,27 \pm 0,05	0,4527
TEST vs Bt HX	**	-	0,27 \pm 0,05 vs 0,17 \pm 0,04	0,1395
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,27 \pm 0,05 vs 0,17 \pm 0,04	0,1471
	Avaliação 4		Avaliação 11	
TEST vs Bt YG	0,16 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	*	0,21 \pm 0,04 vs 0,18 \pm 0,04	0,2440
TEST vs Bt HX	0,16 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	*	0,21 \pm 0,04 vs 0,01 \pm 0,01	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,18 \pm 0,04 vs 0,01 \pm 0,01	0,0010
	Avaliação 5		Avaliação 12	
TEST vs Bt YG	0,13 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	*	0,20 \pm 0,05 vs 0,18 \pm 0,05	0,1241
TEST vs Bt HX	0,13 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	*	0,20 \pm 0,05 vs 0,03 \pm 0,02	0,0071
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,18 \pm 0,05 vs 0,03 \pm 0,02	0,0128
	Avaliação 6		Avaliação 13	
TEST vs Bt YG	0,13 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0024	0,23 \pm 0,05 vs 0,13 \pm 0,03	0,1642
TEST vs Bt HX	0,13 \pm 0,03 vs 0,02 \pm 0,01	0,0066	0,23 \pm 0,05 vs 0,01 \pm 0,01	*
Bt YG vs Bt HX	0,00 \pm 0,00 vs 0,02 \pm 0,01	0,2256	0,13 \pm 0,03 vs 0,01 \pm 0,01	0,0035
	Avaliação 7		Avaliação 14	
TEST vs Bt YG	0,13 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	0,0028	0,31 \pm 0,06 vs 0,10 \pm 0,03	0,0030
TEST vs Bt HX	0,13 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00	0,0053	0,31 \pm 0,06 vs 0,00 \pm 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	0,10 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0222

* $P < 0,0001$ ** Médias = 0

Tabela 13 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho de 1,6 - 2 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Combinação	Larvas 1,6 - 2 cm			
	Avaliação 1 ----- p ---		Avaliação 8 ----- p ---	
TEST vs Bt YG	**	-	$0,17 \pm 0,04$ vs $0,02 \pm 0,01$	0,0089
TEST vs Bt HX	**	-	$0,17 \pm 0,04$ vs $0,01 \pm 0,01$	0,0013
Bt YG vs Bt HX	**	-	$0,02 \pm 0,01$ vs $0,01 \pm 0,01$	0,3446
	Avaliação 2 -----		Avaliação 9 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	$0,12 \pm 0,03$ vs $0,02 \pm 0,01$	0,0236
TEST vs Bt HX	**	-	$0,12 \pm 0,03$ vs $0,03 \pm 0,02$	0,0580
Bt YG vs Bt HX	**	-	$0,02 \pm 0,01$ vs $0,03 \pm 0,02$	0,2031
	Avaliação 3 -----		Avaliação 10 -----	
TEST vs Bt YG	**	-	$0,20 \pm 0,04$ vs $0,05 \pm 0,02$	0,0034
TEST vs Bt HX	**	-	$0,20 \pm 0,04$ vs $0,02 \pm 0,01$	0,0013
Bt YG vs Bt HX	**	-	$0,05 \pm 0,02$ vs $0,02 \pm 0,01$	0,4302
	Avaliação 4 -----		Avaliação 11 -----	
TEST vs Bt YG	$0,03 \pm 0,02$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,1368	$0,05 \pm 0,02$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,0612
TEST vs Bt HX	$0,03 \pm 0,02$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,1277	$0,05 \pm 0,02$ vs $0,05 \pm 0,02$	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	$0,00 \pm 0,00$ vs $0,05 \pm 0,02$	0,0555
	Avaliação 5 -----		Avaliação 12 -----	
TEST vs Bt YG	$0,06 \pm 0,02$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,0400	$0,20 \pm 0,04$ vs $0,06 \pm 0,02$	0,0150
TEST vs Bt HX	$0,06 \pm 0,02$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,0464	$0,20 \pm 0,04$ vs $0,01 \pm 0,01$	0,0009
Bt YG vs Bt HX	**	-	$0,06 \pm 0,02$ vs $0,01 \pm 0,01$	0,1116
	Avaliação 6 -----		Avaliação 13 -----	
TEST vs Bt YG	$0,10 \pm 0,03$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,0079	$0,08 \pm 0,03$ vs $0,07 \pm 0,02$	0,1048
TEST vs Bt HX	$0,10 \pm 0,03$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,0108	$0,08 \pm 0,03$ vs $0,01 \pm 0,01$	0,0342
Bt YG vs Bt HX	**	-	$0,07 \pm 0,02$ vs $0,01 \pm 0,01$	0,0610
	Avaliação 7 -----		Avaliação 14 -----	
TEST vs Bt YG	$0,07 \pm 0,02$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,0190	$0,25 \pm 0,05$ vs $0,02 \pm 0,01$	*
TEST vs Bt HX	$0,07 \pm 0,02$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,0189	$0,25 \pm 0,05$ vs $0,00 \pm 0,00$	*
Bt YG vs Bt HX	**	-	$0,02 \pm 0,01$ vs $0,00 \pm 0,00$	0,2060

* $P < 0,0001$ ** Médias = 0

Tabela 14 - Valor médio de larvas de *Spodoptera frugiperda* com tamanho > 2 cm (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Combinação	Larvas > 2 cm					
	Avaliação 1		p	Avaliação 8		p
TEST vs Bt YG	**	-		0,11 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00		0,0040
TEST vs Bt HX	**	-		0,11 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00		0,0028
Bt YG vs Bt HX	**	-		**		-
	Avaliação 2			Avaliação 9		
TEST vs Bt YG	**	-		0,28 \pm 0,05 vs 0,01 \pm 0,01		*
TEST vs Bt HX	**	-		0,28 \pm 0,05 vs 0,00 \pm 0,00		*
Bt YG vs Bt HX	**	-		0,01 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00		0,4673
	Avaliação 3			Avaliação 10		
TEST vs Bt YG	**	-		0,17 \pm 0,04 vs 0,03 \pm 0,02		0,0074
TEST vs Bt HX	**	-		0,17 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00		*
Bt YG vs Bt HX	**	-		0,03 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00		0,1590
	Avaliação 4			Avaliação 11		
TEST vs Bt YG	**	-		0,11 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00		0,0010
TEST vs Bt HX	**	-		0,11 \pm 0,03 vs 0,02 \pm 0,01		0,0398
Bt YG vs Bt HX	**	-		0,00 \pm 0,00 vs 0,02 \pm 0,01		0,2043
	Avaliação 5			Avaliação 12		
TEST vs Bt YG	0,01 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,4783		0,16 \pm 0,04 vs 0,06 \pm 0,02		0,0393
TEST vs Bt HX	0,01 \pm 0,01 vs 0,00 \pm 0,00	0,4619		0,16 \pm 0,04 vs 0,01 \pm 0,01		0,0001
Bt YG vs Bt HX	**	-		0,06 \pm 0,02 vs 0,01 \pm 0,01		0,1271
	Avaliação 6			Avaliação 13		
TEST vs Bt YG	0,06 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0428		0,17 \pm 0,04 vs 0,03 \pm 0,02		0,0069
TEST vs Bt HX	0,06 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00	0,0276		0,17 \pm 0,04 vs 0,00 \pm 0,00		0,0010
Bt YG vs Bt HX	**	-		0,03 \pm 0,02 vs 0,00 \pm 0,00		0,1265
	Avaliação 7			Avaliação 14		
TEST vs Bt YG	0,12 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0029		0,16 \pm 0,04 vs 0,10 \pm 0,03		0,2752
TEST vs Bt HX	0,12 \pm 0,03 vs 0,00 \pm 0,00	0,0021		0,16 \pm 0,04 vs 0,01 \pm 0,01		0,0008
Bt YG vs Bt HX	**	-		0,10 \pm 0,03 vs 0,01 \pm 0,01		0,0363

* $P < 0,0001$ ** Médias = 0

Tabela 15 - Valor médio do total de larvas de *Spodoptera frugiperda* (\pm erro padrão), por plantas de milho ($n = 80$) e da probabilidade (p) calculada pelo teste binomial bilateral entre duas amostras independentes, para as combinações de tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Combinação	Larvas 1,6 - 2 cm					
	Avaliação 1		p	Avaliação 8		p
TEST vs Bt YG	0,95 \pm 0,20 vs 0,23 \pm 0,09		0,0022	1,30 \pm 0,13 vs 0,92 \pm 0,11		0,0416
TEST vs Bt HX	0,95 \pm 0,20 vs 0,21 \pm 0,07		0,0029	1,30 \pm 0,13 vs 0,18 \pm 0,04		*
Bt YG vs Bt HX	0,23 \pm 0,09 vs 0,21 \pm 0,07		0,1156	0,92 \pm 0,11 vs 0,18 \pm 0,04		*
	Avaliação 2			Avaliação 9		
TEST vs Bt YG	1,21 \pm 0,17 vs 1,21 \pm 0,22		*	0,97 \pm 0,08 vs 0,61 \pm 0,08		0,0059
TEST vs Bt HX	1,21 \pm 0,17 vs 1,30 \pm 0,26		0,2235	0,97 \pm 0,08 vs 0,23 \pm 0,04		*
Bt YG vs Bt HX	1,21 \pm 0,22 vs 1,30 \pm 0,26		0,1898	0,61 \pm 0,08 vs 0,23 \pm 0,04		0,0006
	Avaliação 3			Avaliação 10		
TEST vs Bt YG	0,82 \pm 0,12 vs 0,12 \pm 0,04		*	1,27 \pm 0,10 vs 1,01 \pm 0,11		0,0942
TEST vs Bt HX	0,82 \pm 0,12 vs 0,30 \pm 0,05		*	1,27 \pm 0,10 vs 0,28 \pm 0,05		*
Bt YG vs Bt HX	0,12 \pm 0,04 vs 0,30 \pm 0,05		0,0116	1,01 \pm 0,11 vs 0,28 \pm 0,05		*
	Avaliação 4			Avaliação 11		
TEST vs Bt YG	1,57 \pm 0,14 vs 0,36 \pm 0,08		*	0,90 \pm 0,12 vs 0,73 \pm 0,10		0,3249
TEST vs Bt HX	1,57 \pm 0,14 vs 0,57 \pm 0,07		*	0,90 \pm 0,12 vs 0,17 \pm 0,04		*
Bt YG vs Bt HX	0,36 \pm 0,08 vs 0,57 \pm 0,07		0,0765	0,73 \pm 0,10 vs 0,17 \pm 0,04		*
	Avaliação 5			Avaliação 12		
TEST vs Bt YG	1,38 \pm 0,14 vs 0,51 \pm 0,09		*	1,25 \pm 0,11 vs 0,80 \pm 0,09		0,0037
TEST vs Bt HX	1,38 \pm 0,14 vs 0,27 \pm 0,05		*	1,25 \pm 0,11 vs 0,16 \pm 0,04		*
Bt YG vs Bt HX	0,51 \pm 0,09 vs 0,27 \pm 0,05		0,0459	0,80 \pm 0,09 vs 0,16 \pm 0,04		*
	Avaliação 6			Avaliação 13		
TEST vs Bt YG	1,22 \pm 0,10 vs 0,77 \pm 0,13		0,0090	1,30 \pm 0,13 vs 0,50 \pm 0,08		*
TEST vs Bt HX	1,22 \pm 0,10 vs 0,26 \pm 0,05		*	1,30 \pm 0,13 vs 0,02 \pm 0,01		*
Bt YG vs Bt HX	0,77 \pm 0,13 vs 0,26 \pm 0,05		0,0013	0,50 \pm 0,08 vs 0,02 \pm 0,01		*
	Avaliação 7			Avaliação 14		
TEST vs Bt YG	0,95 \pm 0,08 vs 0,33 \pm 0,05		*	1,40 \pm 0,11 vs 0,45 \pm 0,06		*
TEST vs Bt HX	0,95 \pm 0,08 vs 0,23 \pm 0,05		*	1,40 \pm 0,11 vs 0,01 \pm 0,01		*
Bt YG vs Bt HX	0,33 \pm 0,05 vs 0,23 \pm 0,05		0,1980	0,45 \pm 0,06 vs 0,01 \pm 0,01		*

* $P < 0,0001$.

De modo geral, larvas em desenvolvimento inicial apresentam reduzida capacidade digestiva e peso corporal, assim como menor atividade proteolítica em relação a larvas de últimos ínstaes, capazes de degradar algumas proteínas Cry e, portanto, aumentando a

tolerância às intoxicações (DUTTON et al., 2005). Isso também explica o menor número de larvas que atingiram as maiores faixas de tamanho nos genótipos Bt. É importante salientar que, no presente trabalho, as larvas foram retiradas das plantas de milho e transferidas para a dieta artificial sem adição das respectivas toxinas. Assim, é provável que, em condições de campo, um número maior de larvas retiradas dos genótipos Bt não atingisse as faixas de tamanho seguintes pois, ao cessar a ingestão de toxinas Bt e iniciar alimentação em dieta apropriada e em condições ambientais favoráveis, houve condições para recuperação das larvas coletadas em genótipos Bt, passando para faixas de tamanho seguinte. Além disso, a menor ingestão de alimento em condições de campo induziria a uma menor mobilidade e possibilidade de mortalidade por agentes como predadores.

A menor quantidade de larvas coletadas em milho Bt em relação a materiais não-Bt também foi verificada em estudos conduzidos em condições de laboratório (WILLIAMS et al., 1998), em condições de campo nos Estados Unidos (BUNTIN et al., 2001) e em milho doce (LYNCH et al., 1999). Todos, ao avaliar genótipos com expressão da proteína Cry 1Ab, resultaram em proteção apropriada dos cultivos, mediante a redução de sobrevivência de larvas e menores danos observados.

No Brasil, sob infestação natural, Fernandes et al. (2003), encontraram quantidades significativamente menores de larvas pequenas (até 1,5 cm) e grandes ($> 1,5$ cm) em milho com expressão de Cry 1Ab, em dois anos agrícolas, em dois municípios de São Paulo. Em Minas Gerais, Mendes et al. (2009) e Paula et al. (2009) também observaram uma acentuada diferença na quantidade de larvas entre o milho Bt e o milho convencional, apesar de ambos relatarem a ocorrência de períodos em que a densidade de larvas foi semelhante, que segundo Paula et al. (2009), foi de 15 dias. No presente trabalho, tal período foi verificado apenas na safrinha, em que, nas avaliações aos 10 e 12 DAE houve valores de LPP muito próximos entre os genótipos (Figura 3).

4.3 Avaliação de danos no cartucho

Os resultados referentes aos danos verificados na região do cartucho das plantas de milho avaliadas apontaram que, dentre os tratamentos, o Bt Hx apresentou maior percentual

de plantas sem danos, em ambos os cultivos de safra e de safrinha, seguido do Bt Yg (Figura 4; Tabelas 16, 17). A percentagem média de plantas sem danos no cartucho, considerando as catorze avaliações, foi de 61,5 e 30,8%, na safra e de 42,9 e 24,8%, na safrinha, respectivamente. A testemunha apresentou, durante o período de avaliações, em média apenas 6,1 e 12,2% de plantas sem danos no cartucho, na safra e na safrinha, respectivamente, ocorrendo nas duas épocas de cultivo avaliações com 100% das plantas atacadas (Figura 4). A maior percentagem de plantas isentas de danos no Bt Hx foi verificada, principalmente, no cultivo de safra, quando a maioria das avaliações (oito) apresentou valores iguais ou acima de 60% das plantas sem danos e com mais de 90% das plantas sem apresentar danos no cartucho nas duas últimas avaliações, com diferenças altamente significativas pelo teste de proporções (Figura 4, Tabela 16). No período de safrinha, houve uma redução nos valores percentuais de plantas sem danos no Bt Hx, apesar de apresentar percentagens menores de plantas sem danos, em ralação ao Bt Yg, apenas nas três primeiras avaliações (Figura 4).

Nas plantas com raspagens no cartucho constatou-se que, no cultivo de safra, a partir da terceira avaliação a testemunha apresentou acima de 90% das plantas com esse tipo de dano, com média, entre as catorze avaliações, de 93,8%. Da mesma forma, esse tratamento apresentou, na safrinha, uma pequena redução, em relação à safra, mas acima de 80% das plantas apresentavam raspagens no cartucho também a partir da terceira avaliação, com média de 87,6% durante o período das avaliações (Figura 4). Os genótipos Bt apresentaram menor percentagem de plantas atacadas, com médias das avaliações de 69,0 e 38,4%, na safra e de 75,1 e 56,5% na safrinha, respectivamente, para Bt Yg e Bt Hx. No entanto, houve avaliações, na safra e na safrinha, que atingiram valores acima de 90% e 80%, para Bt Hx e Bt Yg, respectivamente.

Os resultados referentes à percentagem de plantas com perfurações no cartucho permitem identificar uma diferença acentuada de danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho entre os genótipos Bt e o não-Bt e mesmo dentre Bt Hx e Bt Yg. No cultivo de safra, a testemunha apresentou elevados percentuais de plantas com perfurações a partir da avaliação realizada aos 21 DAE, mantendo percentagens superiores ou próximas a 90% de plantas com esse dano. Isso indica um ataque constante, oriundo de uma infestação elevada, de modo que o valor médio das catorze avaliações resultou em 84,6%. Já os genótipos Bt apresentaram uma reduzida percentagem de plantas perfuradas no cartucho, de modo que, para o Bt Yg e o Bt Hx, os valores máximos obtidos durante o período de safra não ultrapassaram 20,0 e 7,5% com a média das avaliações de 11,6 e 1,3% das plantas com esse dano, respectivamente em ambas as situações.

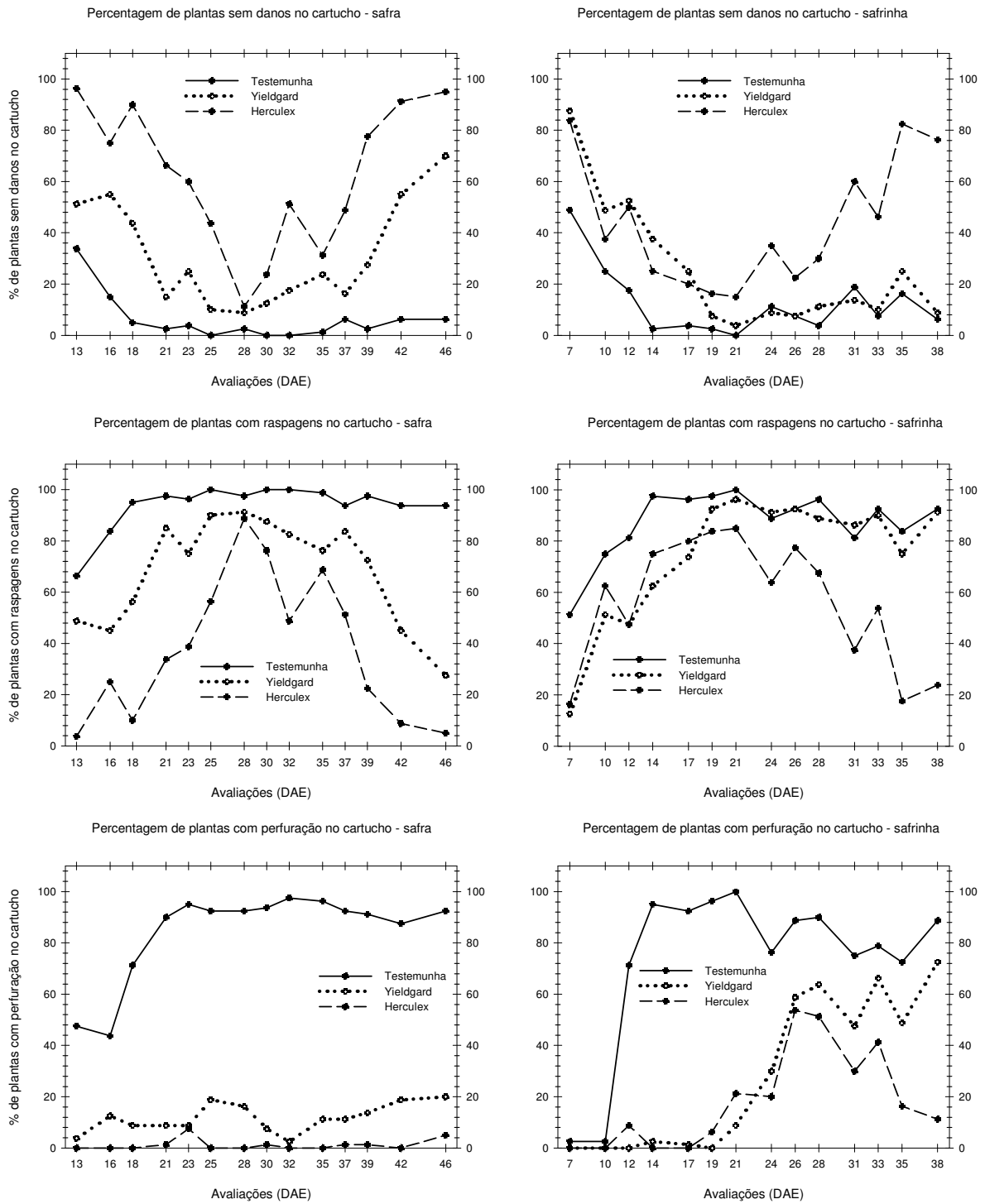


Figura 4 - Percentagem de plantas ($n = 80$) em milho não-Bt , Bt Yieldgard[®] (Bt Yg) e Bt Herculex[®] (Bt Hx) sem danos, com raspagens e com perfurações no cartucho por larvas de *Spodoptera frugiperda*, por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em cultivo de safrinha e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.

A acentuada diferença do Bt Hx tanto para o Bt Yg quanto, principalmente, para a testemunha pode ser observada na ausência de perfurações no cartucho em oito das catorze

avaliações (Figura 4). No cultivo de safrinha, na área testemunha foi observada uma percentagem de danos menor que na safra, mas com valores superiores a 70% a partir dos 12 DAE e atingindo 100% das plantas perfuradas na avaliação aos 21 DAE.

Tabela 16 - Valor da percentagem de plantas sem danos por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard®; Bt HX: Bt Herculex®), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Sem danos - safra			
	----- Avaliação 1 -----		----- Avaliação 8 -----	
		p		p
TEST vs Bt YG	33,75 vs 51,25	0,0252	0,00 vs 12,50	0,0049
TEST vs Bt HX	33,75 vs 96,25	*	0,00 vs 23,75	*
Bt YG vs Bt HX	51,25 vs 96,25	*	12,50 vs 23,75	*
----- Avaliação 2 -----		----- Avaliação 9 -----		
TEST vs Bt YG	15,00 vs 55,00	*	0,00 vs 17,5	0,0004
TEST vs Bt HX	15,00 vs 75,00	*	0,00 vs 51,25	*
Bt YG vs Bt HX	55,00 vs 75,00	0,0080	17,5 vs 51,25	0,0428
----- Avaliação 3 -----		----- Avaliação 10 -----		
TEST vs Bt YG	5,00 vs 43,75	*	1,25 vs 23,75	*
TEST vs Bt HX	5,00 vs 90,00	*	1,25 vs 31,25	*
Bt YG vs Bt HX	43,75 vs 90,00	*	23,75 vs 31,25	0,0010
----- Avaliação 4 -----		----- Avaliação 11 -----		
TEST vs Bt YG	2,50 vs 15,00	0,0051	6,25 vs 16,25	0,0453
TEST vs Bt HX	2,50 vs 66,25	*	6,25 vs 48,75	*
Bt YG vs Bt HX	15,00 vs 66,25	*	16,25 vs 48,75	*
----- Avaliação 5 -----		----- Avaliação 12 -----		
TEST vs Bt YG	3,75 vs 25,00	0,0001	2,50 vs 27,50	*
TEST vs Bt HX	3,75 vs 60,00	*	2,50 vs 77,50	*
Bt YG vs Bt HX	25,00 vs 60,00	0,0125	27,50 vs 77,50	*
----- Avaliação 6 -----		----- Avaliação 13 -----		
TEST vs Bt YG	0,00 vs 10,00	0,0163	6,25 vs 55,00	*
TEST vs Bt HX	0,00 vs 43,75	0,0090	6,25 vs 91,25	*
Bt YG vs Bt HX	10,00 vs 43,75	0,7975	55,00 vs 91,25	*
----- Avaliação 7 -----		----- Avaliação 14 -----		
TEST vs Bt YG	2,50 vs 8,75	0,0862	6,25 vs 70,00	*
TEST vs Bt HX	2,50 vs 11,25	*	6,25 vs 95,00	*
Bt YG vs Bt HX	8,75 vs 11,25	0,0101	70,00 vs 95,00	*

* $P < 0,0001$.

Apesar das análises estatísticas indicarem valores reduzidos de p na maioria das avaliações para os contrastes entre os genótipos Bt e a testemunha (Tabelas 18, 19), visualmente em termos de percentagem de plantas atacadas é possível observar uma menor diferença entre os genótipos, comparado aos resultados de percentagens de plantas sem dano e com perfuração no cartucho. Essa maior similaridade nos resultados de raspagens é esperada, pois a ação inseticida das toxinas Bt é condicionada à ingestão de uma quantidade significativa de tecido pelas larvas, resultando em lesões (WAQUIL et al., 2002; FERNANDES et al., 2003), embora pequenas. Dessa forma, a observação de plantas sem danos e com perfurações no cartucho é mais adequada para avaliar a aptidão dos genótipos Bt na redução dos danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho.

Tabela 17 - Valor da percentagem de plantas sem danos por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho (n = 80) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard®; Bt HX: Bt Herculex®), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Combinação	Sem danos - safrinha			
	Avaliação 1 ----- p -----		Avaliação 8 ----- p -----	
TEST vs Bt YG	48,75 vs 87,50	*	11,25 vs 8,75	0,5982
TEST vs Bt HX	48,75 vs 83,75	*	11,25 vs 35,00	0,0004
Bt YG vs Bt HX	87,50 vs 83,75	0,4990	8,75 vs 35,00	*
	Avaliação 2 -----		Avaliação 9 -----	
TEST vs Bt YG	25,00 vs 48,75	0,0018	7,50 vs 7,50	10,000
TEST vs Bt HX	25,00 vs 37,50	0,0881	7,50 vs 22,50	0,0079
Bt YG vs Bt HX	48,75 vs 37,50	0,1508	7,50 vs 22,50	0,0079
	Avaliação 3 -----		Avaliação 10 -----	
TEST vs Bt YG	17,50 vs 52,50	*	3,75 vs 11,25	0,0717
TEST vs Bt HX	17,50 vs 50,00	*	3,75 vs 30,00	*
Bt YG vs Bt HX	52,50 vs 50,00	0,7518	11,25 vs 30,00	0,0034
	Avaliação 4 -----		Avaliação 11 -----	
TEST vs Bt YG	2,50 vs 37,50	*	18,75 vs 13,75	0,3913
TEST vs Bt HX	2,50 vs 25,00	*	18,75 vs 60,00	*
Bt YG vs Bt HX	37,50 vs 25,00	0,0881	13,75 vs 60,00	*
	Avaliação 5 -----		Avaliação 12 -----	
TEST vs Bt YG	3,75 vs 25,00	0,0001	7,50 vs 10,00	0,5758
TEST vs Bt HX	3,75 vs 20,00	0,0015	7,50 vs 46,25	*
Bt YG vs Bt HX	25,00 vs 20,00	0,4489	10,00 vs 46,25	*
	Avaliação 6 -----		Avaliação 13 -----	
TEST vs Bt YG	2,50 vs 7,50	0,1468	16,25 vs 25,00	0,1714
TEST vs Bt HX	2,50 vs 16,25	0,0029	16,25 vs 82,50	*
Bt YG vs Bt HX	7,50 vs 16,25	0,0871	25,00 vs 82,50	*
	Avaliação 7 -----		Avaliação 14 -----	
TEST vs Bt YG	0,00 vs 3,75	0,3112	6,25 vs 8,75	0,5483
TEST vs Bt HX	0,00 vs 15,00	0,0015	6,25 vs 76,25	*
Bt YG vs Bt HX	3,75 vs 15,00	0,0146	8,75 vs 76,25	*

* P < 0,0001

Apesar de apresentarem menores valores de plantas atacadas, quando comparados à testemunha, houve um incremento na percentagem de perfurações nos genótipos Bt, em

relação a safra, onde houve diferenças estatísticas altamente significativas para os demais tratamentos, com todos os valores de $p < 0,0001$ (Figura 4, Tabela 20). Essa elevação dos danos de perfurações nos genótipos Bt na safrinha, podem ser entendidos como reflexo dos fatores discutidos anteriormente, sobre a elevação da quantidade de larvas de faixas de tamanho maior.

A média de todas as avaliações foi de 28,6 e 18,6% para Bt Yg e Bt Hx, respectivamente. O Bt Yg apresentou 72,5% das plantas com o dano aos 33 DAE e o Bt Hx atingiu até 53,7% aos 26 DAE (Figura 4). No entanto, para ambos os genótipos Bt, a maioria das avaliações apresentou menos da metade das plantas atacadas, com quatro avaliações em que todas as plantas estavam isentas de perfurações no cartucho e apresentaram diferença estatística elevada, quando comparados com o milho não-Bt (Figura 4, Tabela 21).

Tabela 18 - Valor da percentagem de plantas com raspagens por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard®; Bt HX: Bt Herculex®), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Raspagens - safra			
	----- Avaliação 1 -----		----- Avaliação 8 -----	
		p		p
TEST vs Bt YG	66,25 vs 48,75	0,0252	100,00 vs 87,50	0,0011
TEST vs Bt HX	66,25 vs 3,75	*	100,00 vs 76,25	*
Bt YG vs Bt HX	48,75 vs 3,75	*	87,50 vs 76,25	0,0647
	----- Avaliação 2 -----		----- Avaliação 9 -----	
TEST vs Bt YG	83,75 vs 45,00	*	100,00 vs 82,50	*
TEST vs Bt HX	83,75 vs 25,00	*	100,00 vs 48,75	*
Bt YG vs Bt HX	45,00 vs 25,00	0,0080	82,50 vs 48,75	*
	----- Avaliação 3 -----		----- Avaliação 10 -----	
TEST vs Bt YG	95,00 vs 56,25	*	98,75 vs 76,25	*
TEST vs Bt HX	95,00 vs 10,00	*	98,75 vs 68,75	*
Bt YG vs Bt HX	56,25 vs 10,00	*	76,25 vs 68,75	0,2881
	----- Avaliação 4 -----		----- Avaliação 11 -----	
TEST vs Bt YG	97,50 vs 85,00	0,0051	93,75 vs 83,75	0,0453
TEST vs Bt HX	97,50 vs 33,75	*	93,75 vs 51,25	*
Bt YG vs Bt HX	85,00 vs 33,75	*	83,75 vs 51,25	*
	----- Avaliação 5 -----		----- Avaliação 12 -----	
TEST vs Bt YG	96,25 vs 75,00	0,0001	97,50 vs 72,50	*
TEST vs Bt HX	96,25 vs 38,75	*	97,50 vs 22,50	*
Bt YG vs Bt HX	75,00 vs 38,75	*	72,50 vs 22,50	*
	----- Avaliação 6 -----		----- Avaliação 13 -----	
TEST vs Bt YG	100,00 vs 90,00	0,0037	93,75 vs 45,00	*
TEST vs Bt HX	100,00 vs 56,25	*	93,75 vs 8,75	*
Bt YG vs Bt HX	90,00 vs 56,25	*	45,00 vs 8,75	*
	----- Avaliação 7 -----		----- Avaliação 14 -----	
TEST vs Bt YG	97,50 vs 91,25	0,0862	93,75 vs 27,50	*
TEST vs Bt HX	97,50 vs 88,75	0,0287	93,75 vs 5,00	*
Bt YG vs Bt HX	91,25 vs 88,75	0,5982	27,50 vs 5,00	0,0001

* $P < 0,0001$

Tabela 19 - Valor da percentagem de plantas com raspagens por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard®; Bt HX: Bt Herculex®), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Combinação	Raspagens - safrinha			
	----- Avaliação 1 -----		----- Avaliação 8 -----	
		p		p
TEST vs Bt YG	51,25 vs 12,50	*	88,75 vs 91,25	0,5982
TEST vs Bt HX	51,25 vs 16,25	*	88,75 vs 63,75	0,0002
Bt YG vs Bt HX	12,50 vs 16,25	0,4990	91,25 vs 63,75	*
	----- Avaliação 2 -----		----- Avaliação 9 -----	
TEST vs Bt YG	75,00 vs 51,25	0,0018	92,50 vs 92,50	10,000
TEST vs Bt HX	75,00 vs 62,50	0,0881	92,50 vs 77,50	0,0079
Bt YG vs Bt HX	51,25 vs 62,50	0,1508	92,50 vs 77,50	0,0079
	----- Avaliação 3 -----		----- Avaliação 10 -----	
TEST vs Bt YG	81,25 vs 47,50	*	96,25 vs 88,75	0,0717
TEST vs Bt HX	81,25 vs 47,50	*	96,25 vs 67,50	*
Bt YG vs Bt HX	47,50 vs 47,50	10,000	88,75 vs 67,50	0,0012
	----- Avaliação 4 -----		----- Avaliação 11 -----	
TEST vs Bt YG	97,50 vs 62,50	*	81,25 vs 86,25	0,3913
TEST vs Bt HX	97,50 vs 75,00	*	81,25 vs 37,50	*
Bt YG vs Bt HX	62,50 vs 75,00	0,0881	86,25 vs 37,50	*
	----- Avaliação 5 -----		----- Avaliação 12 -----	
TEST vs Bt YG	96,25 vs 73,75	*	92,50 vs 90,00	0,5758
TEST vs Bt HX	96,25 vs 80,00	0,0015	92,50 vs 53,75	*
Bt YG vs Bt HX	73,75 vs 80,00	0,3485	90,00 vs 53,75	*
	----- Avaliação 6 -----		----- Avaliação 13 -----	
TEST vs Bt YG	97,50 vs 92,50	0,1468	83,75 vs 75,00	0,1714
TEST vs Bt HX	97,50 vs 83,75	0,0029	83,75 vs 17,50	*
Bt YG vs Bt HX	92,50 vs 83,75	0,0871	75,00 vs 17,50	*
	----- Avaliação 7 -----		----- Avaliação 14 -----	
TEST vs Bt YG	100,00 vs 96,25	0,0804	92,50 vs 91,25	0,7723
TEST vs Bt HX	100,00 vs 85,00	0,0003	92,50 vs 23,75	*
Bt YG vs Bt HX	96,25 vs 85,00	0,0146	91,25 vs 23,75	*

* $P < 0,0001$

Tabela 20 - Valor da porcentagem de plantas com perfurações por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safra. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010.

Combinação	Perfurações - safra			
	----- Avaliação 1 -----		----- Avaliação 8 -----	
		<i>p</i>		<i>p</i>
TEST vs Bt YG	47,50 vs 3,75	*	93,75 vs 7,50	*
TEST vs Bt HX	47,50 vs 0,00	*	93,75 vs 1,25	*
Bt YG vs Bt HX	3,75 vs 0,00	0,3112	7,50 vs 1,25	0,0533
	----- Avaliação 2 -----		----- Avaliação 9 -----	
TEST vs Bt YG	43,75 vs 12,50	*	97,50 vs 2,50	*
TEST vs Bt HX	43,75 vs 0,00	*	97,50 vs 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	12,50 vs 0,00	0,0049	2,50 vs 0,00	0,5600
	----- Avaliação 3 -----		----- Avaliação 10 -----	
TEST vs Bt YG	71,25 vs 8,75	*	96,25 vs 11,25	*
TEST vs Bt HX	71,25 vs 0,00	*	96,25 vs 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	8,75 vs 0,00	0,0295	11,25 vs 0,00	0,0090
	----- Avaliação 4 -----		----- Avaliação 11 -----	
TEST vs Bt YG	90,00 vs 8,75	*	92,50 vs 11,25	*
TEST vs Bt HX	90,00 vs 1,25	*	92,50 vs 1,25	*
Bt YG vs Bt HX	8,75 vs 1,25	0,7723	11,25 vs 1,25	0,0090
	----- Avaliação 5 -----		----- Avaliação 12 -----	
TEST vs Bt YG	95,00 vs 8,75	*	91,25 vs 13,75	*
TEST vs Bt HX	95,00 vs 7,50	*	91,25 vs 1,25	*
Bt YG vs Bt HX	8,75 vs 7,50	0,0295	13,75 vs 1,25	0,0027
	----- Avaliação 6 -----		----- Avaliação 13 -----	
TEST vs Bt YG	92,50 vs 18,75	*	87,50 vs 18,75	*
TEST vs Bt HX	92,50 vs 0,00	*	87,50 vs 0,00	*
Bt YG vs Bt HX	18,75 vs 0,00	0,0002	18,75 vs 0,00	0,0002
	----- Avaliação 7 -----		----- Avaliação 14 -----	
TEST vs Bt YG	92,50 vs 16,25	*	92,50 vs 20,00	*
TEST vs Bt HX	92,50 vs 0,00	*	92,50 vs 5,00	*
Bt YG vs Bt HX	16,25 vs 0,00	0,0008	20,00 vs 5,00	0,0041

* $P < 0,0001$

Tabela 21 - Valor da porcentagem de plantas com perfurações por larvas de *Spodoptera frugiperda* na região do cartucho ($n = 80$) e da probabilidade (p), calculada pelo teste binomial entre duas proporções de amostras independentes, para os contrastes entre os tratamentos (TEST: testemunha; Bt YG: Bt Yieldgard[®]; Bt HX: Bt Herculex[®]), em cada avaliação, no cultivo de safrinha. Santa Maria, RS, jan. - fev. 2011.

Combinação	Perfurações - safrinha			
	----- Avaliação 1 -----		----- Avaliação 8 -----	
		p		p
TEST vs Bt YG	2,50 vs 0,00	0,5600	76,25 vs 30,00	*
TEST vs Bt HX	2,50 vs 0,00	0,5600	76,25 vs 20,00	*
Bt YG vs Bt HX	0,00 vs 0,00	10,000	30,00 vs 20,00	0,1441
	----- Avaliação 2 -----		----- Avaliação 9 -----	
TEST vs Bt YG	2,50 vs 0,00	0,5600	88,75 vs 58,75	*
TEST vs Bt HX	2,50 vs 0,00	0,5600	88,75 vs 53,75	*
Bt YG vs Bt HX	0,00 vs 0,00	10,000	58,75 vs 53,75	0,5238
	----- Avaliação 3 -----		----- Avaliação 10 -----	
TEST vs Bt YG	71,25 vs 0,00	*	90,00 vs 63,75	*
TEST vs Bt HX	71,25 vs 8,75	*	90,00 vs 51,25	*
Bt YG vs Bt HX	0,00 vs 8,75	0,0295	63,75 vs 51,25	0,1098
	----- Avaliação 4 -----		----- Avaliação 11 -----	
TEST vs Bt YG	95,00 vs 2,50	*	75,00 vs 47,50	0,0004
TEST vs Bt HX	95,00 vs 0,00	*	75,00 vs 30,00	*
Bt YG vs Bt HX	2,50 vs 0,00	0,5600	47,50 vs 30,00	0,0231
	----- Avaliação 5 -----		----- Avaliação 12 -----	
TEST vs Bt YG	92,50 vs 1,25	*	78,75 vs 66,25	0,0766
TEST vs Bt HX	92,50 vs 0,00	*	78,75 vs 41,25	*
Bt YG vs Bt HX	1,25 vs 0,00	10,000	66,25 vs 41,25	0,0015
	----- Avaliação 6 -----		----- Avaliação 13 -----	
TEST vs Bt YG	96,25 vs 0,00	*	72,50 vs 48,75	0,0021
TEST vs Bt HX	96,25 vs 6,25	*	72,50 vs 16,25	*
Bt YG vs Bt HX	0,00 vs 6,25	0,0960	48,75 vs 16,25	*
	----- Avaliação 7 -----		----- Avaliação 14 -----	
TEST vs Bt YG	100,00 vs 8,75	*	88,75 vs 72,50	0,0093
TEST vs Bt HX	100,00 vs 21,25	*	88,75 vs 11,25	*
Bt YG vs Bt HX	8,75 vs 21,25	0,0268	72,50 vs 11,25	*

* $P < 0,0001$

Os resultados de danos no cartucho corroboram com os de Fernandes et al. (2003), que encontraram menor intensidade de danos em milho Bt, com toxina Cry 1Ab, demonstrando percentuais de plantas com danos superiores no milho não-Bt. De acordo com a escala de

notas utilizada pelos autores (simplificando-a: 0: sem dano, 1 - 4: diferentes intensidades de raspagens, 5 - 9: diferentes intensidades de perfurações) e com as médias de danos verificadas, é possível observar que houve uma prevalência de danos relativos à raspagens no milho Bt, em praticamente todas as avaliações dos três experimentos. No presente trabalho, tais resultados, considerando as diferenças entre metodologias, foram similares nos materiais Bt no cultivo de safra, havendo, no entanto, um incremento nas percentagens de plantas com perfurações na safrinha (Figura 4), consequência da elevação da presença de larvas maiores que 0,5 cm, em relação à safra (Figuras 2, 3 e Tabela 1).

4.4 Parasitoides larvais associados a *Spodoptera frugiperda* e percentagem de parasitismo

A taxa de parasitismo larval de *S. frugiperda* em cada época de semeadura, considerando todos os tratamentos, foi de 19,1% (649) e 31,5% (741) larvas na safra e safrinha, respectivamente. Em ambas as épocas, o maior parasitismo foi observado na testemunha, com 537 e 411 larvas parasitadas na safra e safrinha, respectivamente, sendo que Bt Yg e Bt Hx, apresentaram 89 e 300 e 23 e 30 larvas parasitadas, na safra e safrinha, respectivamente (Tabela 22). As percentagens de parasitismo na testemunha foram de 23,4 e 31,0% para safra e safrinha, respectivamente. Já para os genótipos Bt, nos mesmos períodos os valores foram de 14,5 e 43,6% para o Bt Yg e de 4,7 e 8,8% para o Bt Hx, respectivamente. Ao final dentre os parasitoides larvais (incluindo espécies com desenvolvimento ovo-larval e larva-pupal) foram encontrados insetos das ordens Hymenoptera e Diptera. Dentre as ordens, os himenópteros corresponderam a 92,4% dos 1.390 parasitoides emergidos, sendo, os dípteros, com 7,6% de parasitismo. A predominância por himenópteros foi verificada tanto na safra como na safrinha, com 92,7 e 92,2% das larvas parasitadas, respectivamente. Foram identificados exemplares de Braconidae: *Chelonus insularis* Cresson, 1865, *Exasticolus fuscicornis* (Cameron, 1887), *Cotesia* spp., *Meteorus* spp.; de Ichneumonidae: *Camponotus flavicincta* (Ashmead, 1890), *Ophion flavidus* Brullé 1846; e Eulophidae: *Euplectrus furnius* Walker, 1843 (Figuras 5-12). Dentre as espécies, apenas *E. fuscicornis* e *E. furnius* ocorreram em apenas uma época de semeadura (safrinha) e as demais foram observadas em ambas as épocas.

Tabela 22 - Parasitoides coletados (*n*) e percentagem (%) de larvas parasitadas de *Spodoptera frugiperda*, coletadas em plantas de milho (*n* = 80) não-Bt , Bt Yieldgard® (Bt Yg) e Bt Herculex® (Bt Hx), em semeadura de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.

Ordem	Parasitoide	Safra (2010)						Safrinha (2011)						
		Test		Bt Yg		Bt Hx		Test		Bt Yg		Bt Hx		
		<i>n</i>	%**	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	
Braconidae														
Hymenoptera	<i>Chelonus insularis</i>	E*	3	0,6	-	-	-	-	224	72,5	200	79,7	12	40
		NE*	-	-	-	-	-	-	74	-	39	-	-	-
	<i>Cotesia</i> spp.		24	4,4	9	10,1	10	43,5	5	1,2	1	0,3	4	13,4
	<i>Exasticolus fuscicornis</i>		-	-	-	-	-	-	1	0,3	-	-	-	-
	<i>Meteorus</i> spp.		7	1,3	-	-	-	-	1	0,3	-	-	-	-
	Ichneumonidae													
	<i>Ophion flavidus</i>		5	0,9	-	-	-	-	14	3,4	-	-	-	-
	<i>Campoletis flavicincta</i>	E	437	84,4	75	87,6	13	56,5	45	10,9	51	17,0	10	33,2
		NE	16	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Eulophidae													
	<i>Euplectrus furnius</i>		-	-	-	-	-	-	2	0,5	-	-	-	-
Diptera			45	8,4	2	2,3	-	-	45	10,9	9	3,0	4	13,4
Total			537	-	89	-	23	-	411	-	300	-	30	-

* E = parasitoides emergidos, NE = parasitoides não emergidos. ** Percentagem sobre o total de larvas parasitadas no tratamento, para cada época de semeadura.

No decorrer das avaliações, o parasitismo oscilou de acordo com a quantidade de larvas coletadas e com o tamanho em que se encontravam, com variação de 0 até 71%, essa encontrada no Bt Yg, na safrinha (Figura 13). De maneira geral, o parasitismo foi menor na safra, com percentagem máxima de 42%, verificada na testemunha aos 25 DAE. Já para os genótipos Bt, o máximo observado foi de 30 e 23% para Bt Yg (30 DAE) e Bt Hx (35 DAE), respectivamente. Para os três tratamentos, as maiores percentagens foram verificadas nas avaliações de 21 DAE a 37 DAE (Figura 13).



Figura 5 - *Chelonus insularis* Cresson, 1865 (Hymenoptera: Braconidae).



Figura 6 - *Exasticolus fuscicornis* (Cameron, 1887) (Hymenoptera: Braconidae).



Figura 7 - *Cotesia* spp. (Hymenoptera: Braconidae).

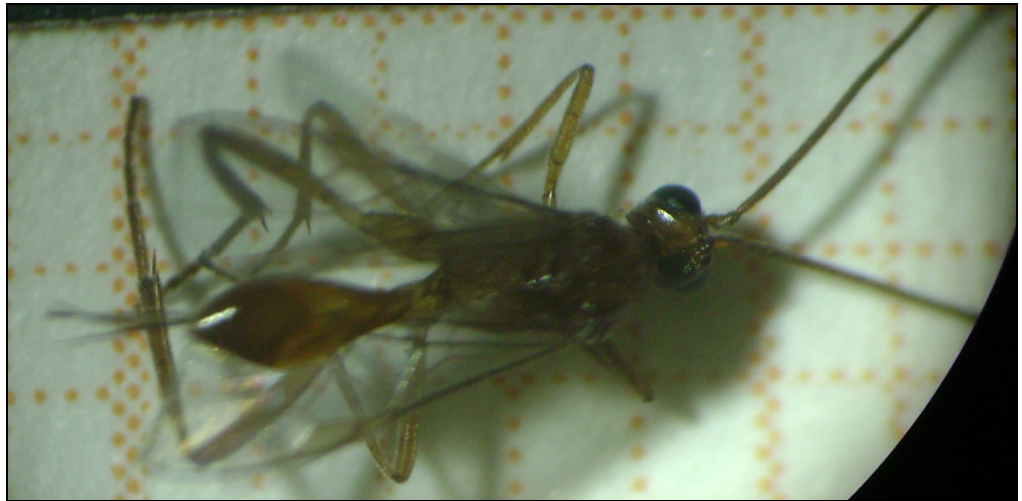


Figura 8 - *Meteorus* spp. (Hymenoptera: Braconidae).



Figura 9 - *Campoletis flavicincta* (Ashmead, 1890) (Hymenoptera: Ichneumonidae).

Fonte: <http://panorama.cnpms.embrapa.br/insetos-praga/inimigos-naturais/parasitoides>



Figura 10 - *Ophion flavidus* Brullé, 1846 (Hymenoptera: Ichneumonidae).



Figura 11 - *Euplectrus furnius* Walker, 1843 (Hymenoptera: Eulophidae).



Figura 12 - Diptera (Tachinidae).

Na safrinha, as percentagens atingidas foram maiores, com valores máximos observados acima de 60%, para os três tratamentos. O período em que grande parte do parasitismo foi observado compreendeu de 14 a 33 DAE. Em ambas as épocas, apenas a testemunha não apresentou avaliações sem parasitismo. O fato de terem ocorrido maiores percentagens de parasitismo na safrinha está ligado à presença de menor número de larvas encontradas nessa época, em relação à safra (Tabela 3), além de uma maior diversidade e frequência de alguns parasitoides, como a encontrada para *C. insularis*. Já a ausência de larvas parasitadas nos genótipos Bt, em algumas avaliações, está associada tanto à baixa sobrevivência quanto à ausência de larvas, especialmente no Bt Hx.

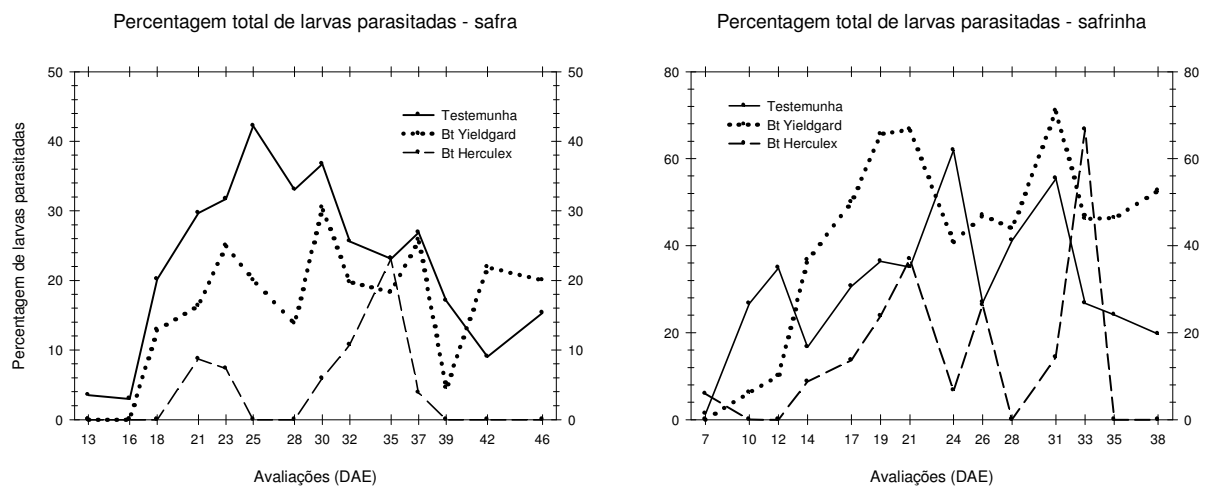


Figura 13 - Percentagem total de parasitismo de larvas de *S. frugiperda* coletadas em plantas de milho ($n = 80$) não-Bt, Bt Yieldgard® (Bt Yg) e Bt Herculex® (Bt Hx) por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em cultivo de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.

De acordo com Paula et al. (2009), em trabalho realizado com levantamentos em milho Bt e não-Bt, as mesmas espécies de parasitoides de larvas de *S. frugiperda* foram encontradas em ambos os cultivos, diferindo apenas na quantidade de parasitoides, maior no milho convencional, compensando o controle exercido pelo material transgênico. No presente estudo, apenas no milho não-Bt foram verificados todos os parasitoides encontrados (Tabela 22), sendo que uma acentuada diferença na ocorrência de dípteros foi verificada entre os materiais transgênicos e o convencional. Isso decorre possivelmente em razão da menor

quantidade de larvas de maior tamanho, preferenciais para a oviposição desses insetos (CRUZ, 2008). Além disso, não foi observada, na testemunha, uma redução do número de larvas, através da maior ocorrência dos parasitoides, que equiparasse à quantidade de larvas mortas pela atividade das toxinas Bt, mesmo ocorrendo maior parasitismo na testemunha nas duas épocas. No entanto, é possível inferir uma compensação da diferença de mortalidades entre os geótipos Bt, através da maior ocorrência dos parasitoides, no cultivo de safrinha, em que o parasitismo no Bt Yg foi proporcionalmente elevado, compensando a menor mortalidade desse material em relação ao Bt Hx (Figura 13, Tabela 22). Tais resultados demonstram a importância da avaliação da ocorrência de parasitoides larvais em populações de *S. frugiperda* a campo, pois a menor ação sobre a quantidade de larvas pode oportunizar uma elevação da presença desses inimigos naturais devido à maior disponibilidade de hospedeiros.

No RS, porém apenas em milho convencional, Dequech et al. (2004) também observaram predominância de himenópteros em levantamentos de parasitoides de *S. frugiperda* realizados em dois anos em Cachoeirinha, RS. Os autores ainda obtiveram percentagens de parasitismo similares aos obtidos no presente trabalho, 18 e 22% para ambos os anos, assim como a maioria dos parasitoides encontrados (*Chelonus* sp., *C. flavicineta* e *O. flavidus* e exemplares de Diptera).

De modo geral, em demais levantamentos registrados para o Brasil e outros países das Américas, os principais representantes são exemplares dos gêneros *Chelonus* e *Campoletis*, em especial *C. insularis* e *C. flavicineta* (SILVA et al., 1997; MOLINA-OCHOA et al., 2004; MÚRUA et al., 2006; SILVA et al., 2008; MÚRUA et al., 2009) além de exemplares da ordem Diptera. Os parasitoides relatados também são mencionados no Brasil e nas Américas (MOLINA-OCHOA et al., 2004; SILVA et al., 2008).

Apesar de envolverem apenas materiais não-Bt, esses dados são importantes para confirmar que os gêneros/espécies encontrados nos genótipos Bt Yg e Bt Hx no presente estudo são praticamente os mesmos daqueles encontrados nos levantamentos em diversos locais, inclusive em termos de predominância.

Na safra, observou-se um predomínio de *C. flavicineta* em todos os tratamentos, com 84,3 e 87,6% do total de larvas parasitadas na testemunha e Bt Yg, respectivamente, e no Bt Hx esse índice foi de 56,5%. Já na safrinha, a espécie de parasitoide mais abundante foi *C. insularis*, com parasitismo em 72,5 e 79,8% das larvas coletadas no milho não-Bt e Bt Yg, respectivamente, e para o Bt Hx, apesar de menor valor, representou 40% do parasitismo larval (Tabela 22). Provavelmente, as características ecológicas dos locais implicaram na

troca de espécie de parasitoide com maior percentagem de participação, pois na safrinha o período de plantio apresenta preponderância de temperaturas mais elevadas (verão). A predominância de *C. flavicineta* também foi verificada por Dequech et al. (2004).

Outras participações importantes, embora numericamente menores, foram observadas em relação à contribuição de *Cotesia* spp., especialmente no genótipo Bt Hx, atingindo 43,5% das larvas parasitadas na safra; e dos dípteros, que não ocorreram no Bt Hx na safra mas representaram 13,4% do parasitismo na safrinha e, na testemunha, alcançaram percentagens de 8,4 e 10,9% na safra e safrinha, respectivamente.

Entre as épocas de cultivo houve uma alternância na predominância do parasitismo larval, de maneira que *C. flavicineta* foi a principal espécie encontrada, em todos os tratamentos, na safra e, da mesma forma, *C. insularis* na safrinha (Figura 14). Na primeira época, *C. flavicineta* representou valores iguais ou acima de 80% do parasitismo em dez das 14 avaliações realizadas no milho não-Bt e Bt Yg, atingindo a totalidade do parasitismo em uma e seis avaliações, respectivamente. No Bt Hx, em quatro das cinco avaliações em que essa espécie esteve presente, também representou 100% dos parasitoides obtidos, sendo o Bt Hx o único genótipo em que se verificou *Cotesia* spp. na predominância do parasitismo, em uma avaliação na safra, aos 23 DAE (Figura 14).

Na safrinha, com uma maior riqueza de parasitoides em relação à safra (Tabela 22) houve uma melhor distribuição da proporção de parasitismo entre os grupos encontrados, gêneros de Hymenópteros e representantes de Diptera. Embora *C. flavicineta* tenha representado 100% dos parasitoides em três avaliações do Bt Hx, não apresentou representatividade acima de 25 e 33% na testemunha e Bt Yg, respectivamente. Por outro lado, *C. insularis* aumentou notoriamente a ocorrência em relação à safra, representando acima de 70% do parasitismo em nove e dez avaliações da testemunha e Bt Yg, respectivamente. Ainda, atingiu 100% dos parasitoides em uma e duas avaliações, respectivamente, também na testemunha e Bt Yg. Da mesma forma, esses microhimenópteros representaram todos os parasitoides em uma avaliação do Bt Hx, embora tenha ocorrido em cinco avaliações (Figura 14).

Assim, os resultados apontam para a ocorrência de diferentes parasitoides relacionados à fase larval de *S. frugiperda* em genótipos transgênicos Bt, quando comparados a cultivos convencionais, especialmente as duas principais espécies de parasitoides observadas para as condições de safra e safrinha em Santa Maria, RS, *C. flavicineta* e *C. insularis*, respectivamente. Ainda, a verificação praticamente constante dos mesmos no decorrer das avaliações do Bt Yg na safra e safrinha, respectivamente (Figuras 13 e 14).

Lovei et al. (2009) realizaram um levantamento dos estudos realizados sobre o impacto de genótipos Bt sobre os inimigos naturais, em diversas culturas. Observaram que os parasitoides estão dentre os organismos mais suscetíveis, apesar dos autores considerarem a bibliografia por eles consultada pequena em termos de diversidade de espécies. Nesse sentido, O'callaghan et al. (2005) afirmam que estudos a campo são mais representativos para a avaliação da população e diversidade dos inimigos naturais, incluindo parasitoides, pois, além de expor as condições tritróficas naturais, elimina o risco de concentrar resultados nas espécies comumente utilizadas em testes de laboratório, essas mais devido à facilidade de criação e manutenção do que pela importância ecológica. De forma geral, os genótipos Bt não exerceram nenhum tipo de supressão direta dos parasitoides encontrados, permitindo a contribuição dos mesmos para o equilíbrio de populações da lagarta-do-cartucho.

Possivelmente, a ocorrência em menor frequência dos parasitoides no Bt Hx não está ligada à ação direta da toxina expressa pelos tecidos das plantas sobre esses inimigos naturais, uma vez que há evidências dessas toxinas não se acumularem dentro de níveis tritróficos (VOJTECH et al., 2005). Corroborando com os mesmos autores, que avaliaram a toxina Cry 1Ab sobre *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae), estão os dados de parasitismo em milho Bt Yg, também Cry 1Ab, e ao verificar a ocorrência de *Cotesia* sp. nos materiais Bt, em condições de campo. Em ensaios de laboratório, Sanders et al. (2007) também não verificaram alterações no tempo de desenvolvimento de *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) sobre larvas de *S. frugiperda*, alimentadas com milho Bt Cry 1 Ab, apesar de terem obtido adultos do parasitoide menores.

Portanto, os dados obtidos demonstram que a alta atividade inseticida de Bt Hx (Cry 1F) sobre *S. frugiperda* já nas primeiras fases de vida, resultou em uma redução indireta dos parasitoides, mas ligado somente à baixa sobrevivência do hospedeiro, caracterizando um efeito mediado por esses organismos, corroborando com as evidências atuais (VOJTECH et al., 2005; SANDERS et al., 2007; LOVEI et al., 2009).

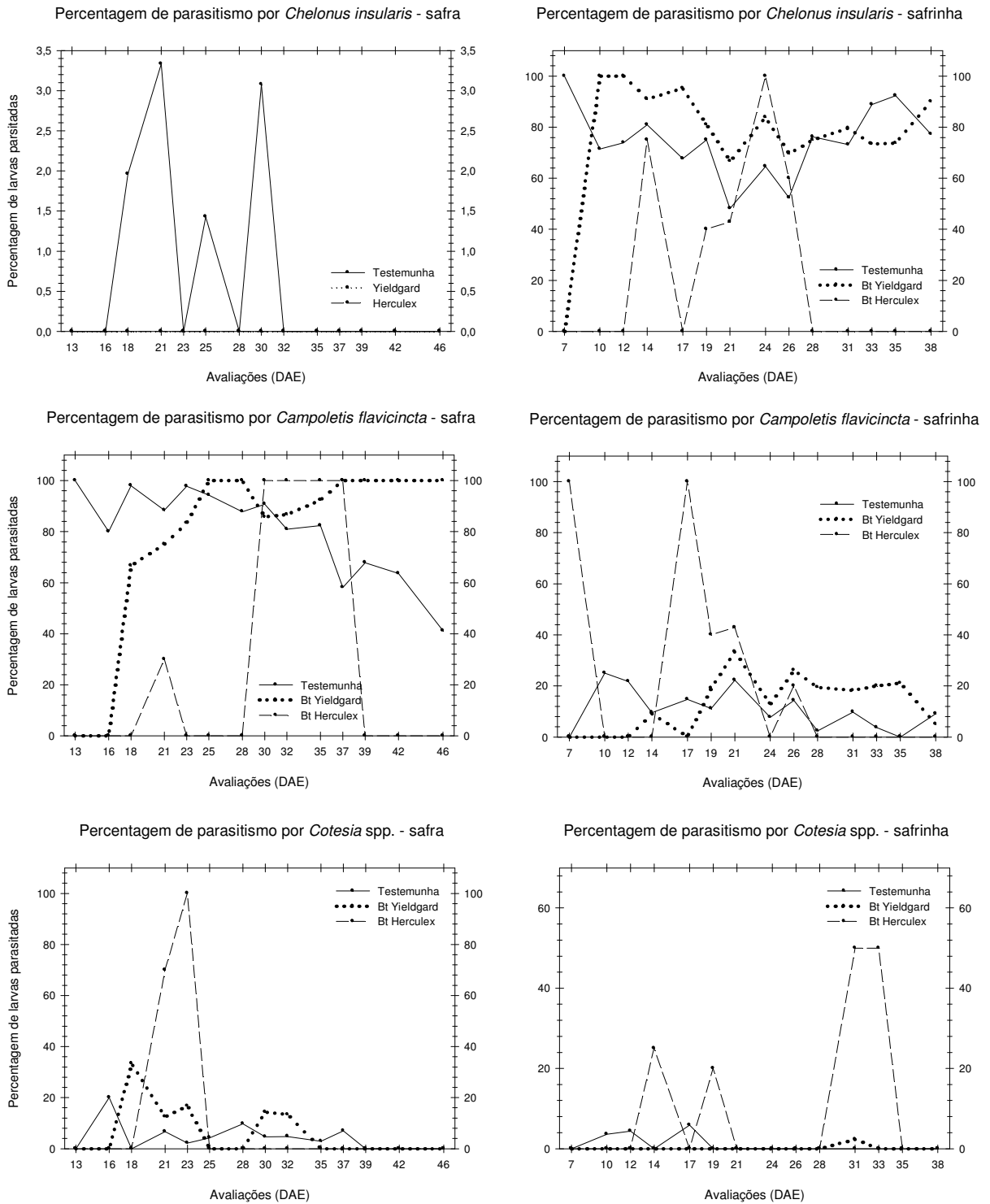


Figura 14 - Percentagem do parasitismo total por *Chelonus insularis*, *Campoletis flavicineta* e *Cotesia* spp. em larvas de *S. frugiperda* coletadas em plantas de milho ($n = 80$) não-Bt , Bt Yieldgard[®] (Bt Yg) e Bt Herculex[®] (Bt Hx), por avaliação, em dias após a emergência (DAE), em cultivo de safra e safrinha. Santa Maria, RS, nov.- dez. 2010/jan. - fev. 2011.

5 CONCLUSÕES

Para as condições de realização do presente trabalho, é possível concluir que:

- genótipos transgênicos de milho Bt Herculex[®] e Yieldgard[®] apresentam maior número de posturas de *Spodoptera frugiperda*, na safra e na safrinha, respectivamente, em comparação a área com milho convencional;
- lagartas-do-cartucho com até 0,5 cm de tamanho predominam em relação a larvas de maior tamanho, especialmente nos genótipos Bt;
- milho Bt Herculex[®] ocasiona maior mortalidade a larvas de *S. frugiperda* do que Bt Yieldgard[®], especialmente quando estão em fase inicial de desenvolvimento;
- plantas sem danos no cartucho predominam em área com Bt Herculex[®], tanto na safra quanto na safrinha, comparativamente a áreas com milho Bt Yieldgard[®] e convencional;
- os baixos percentuais de plantas com perfurações no cartucho predominam em ambos os genótipos Bt, tanto na safra quanto na safrinha, em relação ao milho convencional;
- lagartas-do-cartucho parasitadas ocorrem em maior número em cultivos de safrinha, em relação à safra, para os três genótipos avaliados (Bt Herculex[®], Bt Yieldgard[®] e convencional);
- o parasitismo em *S. frugiperda* é maior em milho não-Bt e Bt Yieldgard[®], na safra e na safrinha, respectivamente, comparativamente ao Bt Herculex[®];
- para os três genótipos avaliados, o principal parasitoide encontrado em cultivo de safra é *Campoletis flavicincta* e na safrinha o predomínio é de *Chelonus insularis*;
- no híbrido de milho Bt Herculex[®], a menor quantidade de parasitoides encontrada está associada à baixa sobrevivência de larvas nesse genótipo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERE, M.A. **Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems**. New York: Food Product Press, 1994. 185 P.

ASHLEY, T. R. Classification and distribution of fall armyworm parasites. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 62, n. 2, p.114-123, 1979.

AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biomédicas**. 5 ed. Ong Mamiraua, Belém, 2007. 334 p.

BAUR, M. E.; BOETHEL, D. J. Effect on Bt-cotton expressing cry1A(c) on the survival and fecundity of two hymenopteran parasitoids (Braconidae, Encyrtidae) in the laboratory. **Biological Control**, Orlando, v. 26, n. 3, p. 325-332, 2003.

BARFIELD C. S.; STIMAC, J. L.; KELLER, M. A. State-of-the-art for predicting damaging infestations of fall armyworm. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.63, n.4, p.364-375, 1980.

BESERRA, E. B.; DIAS, C. T. S.; PARRA, J. R. P. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.85, n.2, p.588-593, 2002.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção...:2002-2006**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. 163p. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: abril 2010.

BUNTIN, G. D. et al. Evaluation of Yieldgard transgenic resistance for control of fall armyworm and corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) on corn. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.84, n.1, p. 37-42, 2001.

BURTON R. L.; PERKINS, W. D. WSB, A new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.65, n.2, p.385-386, 1972.

CARVALHO, C. et al. Anuário Brasileiro do Milho 2011. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2011. 128 p.

CASMUZ, A. et al. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz. **Revista de La Sociedad Entomológica Argentina**, Mendoza, v. 69, n 3-4, p. 209-231, 2010.

CHEN, M. et al. Impact of single-gene and dual-gene Bt broccoli on the herbivore *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae) and its pupal endoparasitoid *Pteromalus puparum* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Transgenic Research**, London, v. 17, n. 4, p. 545-555, 2008.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/ UFRGS, 2004. 400p.

COPPING, L. G.; MENN, J. J. Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. **Pest Management Science**, Sussex, v. 56, n. 8, p. 651–676, 2000.

CRICKMORE, N. et al. Revision of the nomenclature for the *Bacillus thuringiensis* pesticidal crystal proteins. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, New York, v. 62, n. 3, p. 807–813, 1998.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa - CNPMS, 1995, 45 p. (Embrapa Circular Técnica, 21)

CRUZ, I. **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 192 p.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.355-359, 1982.

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. **Manejo das pragas iniciais do milho o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos**. Sete Lagoas, MG: Embrapa - CNPMS, 1999a, 39 p. (Embrapa Circular Técnica, 31)

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, 1999b, 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).

CRUZ, I.; GONÇALVES, E. P.; FIGUEIREDO, M. L. C. Effect of a nuclear polyhedrosis vírus on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae, its damage and Yield of maize crop. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.2, p.20-27, 2002.

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.

DELFIN-GONZÁLEZ, H.; BOJORQUEZ-ACEVEDO, M.; MANRIQUE-SAIDE, P. Parasitoids of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) from a traditional maize crop in the Mexican State of Yucatan. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 90, n. 4, p. 759-761, 2007.

DE MORAES, C. M.; MESCHER, M. C.; TUMLINSON, J. H. Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females. **Nature**, London, v. 410, p. 577-580, 2001.

DEQUECH, S. T. B. Controle microbiano. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. [Org.]. **Bases e técnicas de manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS: Palloti, 2000, p. 71-84.

DEQUECH, S. T. B.; DA SILVA, R.; FIUZA, L. Ocorrência de parasitóides de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae) em lavouras de milho em Cachoeirinha, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1235-1237, 2004.

DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *S. frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a Lambda-Cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 311-316, 2001.

DUTTON, A.; ROMEIS, J.; BIGLER, F. Effects of Bt maize expressing Cry 1Ab and Bt spray on *Spodoptera littoralis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 114, p. 161-169, 2005.

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.

FERNANDES, O. D. et al. Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.2, p. 25-35, 2003.

FERRY, N. et al. Biotrophic and tritrophic effect of Bt Cry3A transgenic potato on beneficial, non-target, beetles. **Transgenic Research**, London, v. 16, n. 6, p. 795-812, 2007.

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. **Danos provocados por *Spodoptera frugiperda* na produção de matéria seca e nos rendimentos de grãos, na cultura do milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa - CNPMS, 2005, 6 p. (Embrapa Comunicado Técnico, 130)

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1693-1698, 2006.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996, 134p.

HARWOOD, J. D.; OBRYCKI, J. J. The detection and decay of cry1 Ab-endotoxins within non-target slugs, *Deroceras reticulatum* (Mollusca: Pulmonata), following consumption of transgenic corn. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 77-88, 2006.

HARWOOD, J. D.; SAMSON, R. A.; OBRYCKI, J. J. No evidence for the uptake of cry1Ab endotoxins by the generalist predator *Scarites subterraneus* (Coleoptera: Carabidae) in laboratory and field experiments. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 377-388, 2006.

HEAD, G. et al. Cry 1Ab protein levels in phytophagous insects feeding on transgenic corn: implications for secondary exposure risk assessment. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 99, n. 1, p. 37-45, 2001.

JAMES, C. Situação global das culturas biotecnológicas/GM comercializadas: 2009. Ithaca: ISAAA, 2009. p. 44 (BRIEF, 41).

LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais (*Laphygma frugiperda* Abbot & Smith, 1797). **O Biológico**, São Paulo, v.19, p.105-113, 1953.

LÖVEI, G.; ANDOW, D.; ARPAIA, S. Transgenic insecticidal crops and natural enemies: A detailed review of laboratory studies. **Environmental Entomology**, College Park, v. 38, n. 2, p. 293-306, 2009.

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

LUGINBILL, P. **The Fall Army Worm**. Washington: United States Department of Agriculture. (Technical Bulletin, 34:90). 1928. 91 p.

LYNCH, R. E. et al. Evaluation of transgenic sweet corn hybrids expressing Cry 1Ab toxin for resistance to corn earworm and fall armyworm. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.92, n.1, p. 246-252, 1999.

MEN, X. et al. Diversity of arthropod communities in transgenic Bt cotton and nontransgenic cotton agroecosystems. **Environmental Entomology**, College Park, v. 32, n. 2, p. 270-275, 2003.

MENDES, S. M. et al. **Milho Bt**: avaliação preliminar da resistência de híbridos comerciais à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 6 p. (Comunicado Técnico, 157).

MENDES, S. M. et al. **Avaliação da incidência de organismos alvo e não-alvo em milho Bt (Cry 1 Ab) em condições de campo em Sete Lagoas - MG**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 6 p. (Comunicado Técnico, 128).

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.

MENÉNDEZ, R. How are insects responding to global warming? **Tijdschrift voor Entomologie**, Amsterdam, v. 150, p. 355-365, 2007.

MOLINA-OCHOA, J. et al. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean basin: an inventory. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n. 3, p. 254-289, 2003.

MOLINA-OCHOA, J. et al. Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 87, n. 4, p. 461-472, 2004.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Secção de Geografia, 1961. 42p.

MURÚA, G.; VIRLA, E. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucuman (Argentina). **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do Mexico, v. 20, n. 1, p. 199-210, 2004.

MURÚA, G.; MOLINA-OCHOA, J.; COVIELLA, C. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 89, n. 2, p. 175-182, 2006.

MURÚA, G.; MOLINA-OCHOA, J.; FIDALGO, P. Natural distribution of larvae of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in Argentina. **Journal of Insect Science**, Madison, v. 9, n. 20, p. 1-17, 2009.

OBRIST, L. B. et al. Biological activity of cry 1Ab toxin expressed by Bt maize following ingestion by herbivorous arthropods and exposure of the predator *Chrysoperla carnea*. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 51, n. 1, p. 31-48, 2006.

O'CALLAGHAN, M. et al. Effect of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 50, n. 1, p. 271-292, 2005.

PAULA, C. S. et al. Dinâmica de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* e em milho geneticamente modificado. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço, MG. **Anais...** São Lourenço, MG, 2009. p. 1-4.

PONSARD, S.; GUTIERREZ, A. P.; MILLS, N. J. Effect of Bt-toxin (cry1Ac) in transgenic cotton on the adult longevity of four heteropteran predators. **Environmental Entomology**, College Park, v. 31, n. 6, p. 1197-1205, 2002.

PRAÇA, L. B.; NETO, S. P. S.; MONNERAT, R. G. *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae): **Biologia, amostragem e métodos de controle**. Brasília, DF: Embrapa - CNPMS, 2006, 23 p. (Embrapa Documentos, 199)

PRÜTZ, G.; DETTNER, K. Effect of Bt corn suspension on food consumption by *Chilo partellus* and life parameters of its parasitoid *Cotesia flvipes* under laboratory conditions. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 111, p. 179-187, 2004.

RAPS, A. et al. Immunological analysis of phloem sap of *Bacillus thuringiensis* corn and of the nontarget herbivore *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) for the presence of Cry1Ab. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 10, n.2 p. 525-533, 2001.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a plant corn develops? Ames: **Iowa State University of Science and Technology/Cooperative Extension Service**, 1997. 21p. (Special Report N° 48). Disponível em : <http://www.extension.iastate.edu/hancock/info/Corn+Develop+Mgmt.htm>.

ROMEIS, J.; MEISSLE, M.; BIGLER, F. Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control. **Nature Biotechnology**, New York, v. 24, n. 1, p. 63-70, 2006.

SANDERS, C. J. et al. Host-plant mediated effects of transgenic maize on the insect parasitoid *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Biological Control**, Orlando, v. 40, n.3, p. 362-369, 2007.

SARMENTO, R. A.; AGUIAR, R. W. S.; AGUIAR, R. A. S. S.; VIEIRA, S. M. J.; OLIVEIRA, H. G.; HOLTZ, A. M. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) em milho no Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 41-48, dez. 2002.

SHARMA, H.; ARORA, R.; PAMPAPATHY, G. Influence of transgenic cottons with *Bacillus thuringiensis* cry1 Ac gene on the natural enemies of *Helicoverpa armigera*. **Biological Control**, Orlando, v. 52, n. 4 p. 469-489, 2007.

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.

SILOTO, R. C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho**. 2002. 93 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, F. M. A.; FOWLER, H. G.; LEMOS, R. N. S. Parasitismo em lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), na região do Triângulo Mineiro, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.26, n.2, p. 235-241, 1997.

SILVA, T. C. et al. Parasitoids associated with *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) in corn in state of Maranhão, Brazil. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, Madrid, v.34, p. 493-500, 2008.

SNOW, J. W.; COPELAND, W. W. Fall armyworm: use of virgin female traps to detect males and determine seasonal distribution. **USDA, Production Research**, v. 110, p. 119, 1969.

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.

SPARKS, A. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.62, n.2, p.82-87, 1979.

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

TABASHNIK, B. E., VAN RESBURG, J. B. J., CARRIÉRE, I. Field-envolved insect resistance to Bt crops: Definition, theory and data. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.102, n.6, p. 2011-2025, 2009.

TORRES, J.; RUBERSON, J. Interactions of *Bacillus thuringiensis* Cry 1Ac toxin in genetically engineered cotton with predatory heteropterans. **Transgenic Research**, London, v. 17, p. 345-354, 2008.

VIANA, P. A.; CRUZ, I.; WAQUIL, J. M. **Cultivo do milho: Pragas iniciais**. Sete Lagoas, MG: Embrapa - CNPMS, 2002, 13 p. (Embrapa Comunicado Técnico, 59)

VILLELA, F. M. F. et al. Selection of the Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) for survival on Cry 1A(b) Bt toxin. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 12 -17, 2002.

VOJTECH, E.; MEISSLE, M.; POPPY, G. Effects of Bt maize on the herbivore *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) and the parasitoid *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae). **Transgenic Research**, London, v. 14, p. 133-144, 2005.

- YAN, F. et al. Antennal response of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) to volatiles in transgenic Bt cotton. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.128, n. 5, p. 354-357, 2004.
- ZURBRÜGG, C.; NENTWIG, W. Ingestion and excretion of two transgenic Bt corn varieties by slugs. **Transgenic Research**, London, v. 18, p. 215-225, 2009.
- WAQUIL, J. M.; VILLELA, F. M. F.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.3, p. 1-11, 2002.
- WAQUIL, J. M. et al. **Ocorrência e controle de pragas no milho safrinha no Mato Grosso do Sul – Safrinha**. Sete Lagoas, MG: Embrapa - CNPMS, 2004a, 16 p. (Embrapa Circular Técnica, 46).
- WAQUIL, J. M. et al. 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, 2004b.
- WILLIAMS, W. P. et al. Evaluation of transgenic corn for resistance to corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae), fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), and southwestern corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in laboratory bioassay. **Journal of Agricultural Entomology**, Clemson, v.15, n.2, p. 105-112, 1998.