

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

**MILHO *Bt* E INSETICIDAS NO MANEJO DE  
LEPIDÓPTEROS-PRAGA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Juliano Ricardo Farias**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

# **MILHO *Bt* E INSETICIDAS NO MANEJO DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA**

por

**Juliano Ricardo Farias**

Dissertação apresentada ao 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 de grau de  
**Mestre em Agronomia.**

**Orientador: Prof. Ervandil Corrêa Costa**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

F224m

Farias, Juliano Ricardo, 1981-

Milho *Bt* e inseticidas no manejo de lepidópteros-praga /  
Juliano Ricardo Farias. - 2010.  
116 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia, 2010.

“Orientador: Prof. Ervandil Corrêa Costa”

1. Agronomia 2. Entomologia agrícola 3. Toxina Cry1Ab  
4. Controle químico 5. *Spodoptera frugiperda* 6. *Diatraea* sp.  
7. *Helicoverpa zea* I. Costa, Ervandil Corrêa II. Título

CDU: 595.7

Ficha catalográfica elaborada por  
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB 10/1652  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/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

**MILHO *Bt* E INSETICIDAS NO MANEJO DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA**

elaborada por  
**Juliano Ricardo Farias**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Ervandil Corrêa Costa, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Jerson Vanderlei Carús Guedes, Dr. (UFSM)**

**Dori Edson Nava, Dr. (EMBRAPA Clima temperado)**

Santa Maria, 01 de fevereiro de 2010.

## DEDICATÓRIA

*À minha família: ANTÃO, LORENA (pais), LUIS CARLOS, JAIRO, ÁLVARO, ADRIANO (irmãos), LÉIA, SILVANA, CÁTIA, BRUNA (cunhadas), CAROLINE, ALENCAR, VITÓRIA e JOÃO MIGUEL (sobrinhos) pelo apoio e compreensão, durante mais essa etapa da minha vida.*

## **AGRADECIMENTO**

A Deus por todas as oportunidades que tem me concedido.

A Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de ter realizado meus estudos e especialmente ao Departamento de Defesa Fitossanitária, por todo o tempo de convívio com os seus professores, funcionários e estudantes.

Ao professor Ervandil C. Costa, pela orientação, amizade, profissionalismo e pelo exemplo de persistência e pessoa.

Ao professor Jerson C. Guedes, pela amizade e pelas oportunidades disponibilizadas na orientação, durante a graduação e parte do mestrado.

Aos membros do comitê de orientação, Lindolfo Storck e Alessandro Pordoratti Arbage pelas sugestões e críticas prestadas na melhoria do projeto, além do auxílio durante a finalização dessa dissertação.

Ao Eng. Agr. Dr. Dori E. Nava da Embrapa Clima Temperado, pela participação na banca de defesa e pelas sugestões na dissertação.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM pelo aprendizado e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária Angelita Martins, Fernando Gnocatto, Geraldo Rossato, Jorge França, Marizete Pozzobon e Zilma da Costa pelo apoio prestado na realização desse trabalho e pela amizade.

Aos colegas de Pós-graduação Cristiane Stecca, Dane Araldi, Elder Dal Prá, Mariana Cherman, Rodrigo Rodrigues e Rubens Fiorin pela ajuda na realização desse trabalho e especialmente pela amizade.

Aos estudantes de Graduação Affonso Jung, Allan Zemolin, Armando Bernardi Neto, Carlos Reimann Filho, Caroline Huth, Clérison Perini, Debora Schalleberger, Deise Cagliari, Felipe Frigo, Glauber Sturmer, Giliardi Dalazen, Giovana Ribas, Graciane Ceolin, Gustavo dos Santos, Jardel Costa, Jonas Arnemann, Jonas Dahmer, Lotário Comparsi, Mauricio Bigolin, Mike Guzman e

Samantha Segalin pela amizade e colaboração na condução dos experimentos, sem os quais não seria possível realizar esse trabalho.

Aos colegas de Pós-graduação Betânia Brum e Geovane Reimche pela amizade e pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Eng. Agr. Dr. Odnei D. Fernandes da empresa Monsanto Brasil Ltda, pelas sugestões no projeto e disponibilização das escalas fotográficas de avaliação de dano.

Aos Eng. Agr. Moacir L. dos Santos e Milton Locatelli da empresa Agroeste, pelas sugestões no projeto e apoio na realização dos trabalhos.

Aos agricultores Otacílio Nunes e Flávio Vieira pela disponibilização das áreas, máquinas e funcionários para realização dos experimentos.

As empresas Agroeste, Pioneer, Bayer Cropscience, Milenia Agrociências e Dupont pelas sementes e os inseticidas disponibilizados.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil, pela disponibilização da bolsa que permitiu realizar o meu estudo.

E a todos aqueles que não foram citados, mas que de alguma maneira me auxiliaram na finalização desse trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

*“... essa meninada que está aí vai ser mais qualificada do que os pais deles, e os filhos deles vão ser mais qualificados do que eles. E aí, quando isso acontecer, o Brasil entrará no rol dos países de primeiro mundo porque não estará exportando soja ou minério de ferro estará exportando conhecimento, inteligência, tecnologia, valor agregado.”*

**(Luiz Inácio "Lula" da Silva)**

## RESUMO

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

### **MILHO *Bt* E INSETICIDAS NO MANEJO DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA**

AUTOR: JULIANO RICARDO FARIAS

ORIENTADOR: ERVANDIL CORRÊA COSTA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 01 de fevereiro de 2010

O objetivo do estudo foi avaliar: o efeito da toxina *Bt* e do tratamento de semente com inseticidas (imidacloprido + tiodicarbe), no crescimento inicial das plantas de milho e no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) no solo; o efeito do milho *Bt* e dos inseticidas (imidacloprido + tiodicarbe em tratamento de semente e novalurom e/ou metomil em pulverizações), no controle de *S. frugiperda* na parte aérea da cultura, na semeadura do cedo e do tarde; e os efeitos do milho *Bt* e dos inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, na ocorrência e na injúria da *Diatraea* sp. e da *Helicoverpa zea* (Boddie). Foram realizados três experimentos em condições de campo e com infestação natural dos insetos-praga, em Itaara e Santiago, RS, durante a safra 2008/09. O crescimento inicial das plantas de milho não é afetado pela produção da toxina *Bt* (Cry1Ab) e pelos inseticidas em tratamento de semente, em áreas sem infestação de insetos-praga. A toxina Cry1Ab, presente no milho *Bt*, assim como o tratamento de semente no milho convencional, protegem de forma eficiente as plantas do corte de *S. frugiperda*. O tratamento de semente, possibilita a redução da injúria na parte aérea da cultura causada por *S. frugiperda* em milho *Bt* (Cry1Ab), em infestações precoces. O milho *Bt* (Cry1Ab) é eficiente no controle de *S. frugiperda*, especialmente quando as infestações são baixas a moderadas. Em época de semeadura, na qual ocorrem altas infestações de *S. frugiperda*, o milho *Bt* (Cry1Ab) quando pulverizado com inseticida, apresenta em relação ao sem pulverização, menos injúria e menor número de lagartas grandes. O tratamento de semente com inseticidas em milho convencional, quando em infestações precoces de *Diatraea* sp. e o milho *Bt*, reduzem as injúrias e o percentual de colmos atacados, porém os inseticidas pulverizados para o controle de *S. frugiperda*, não têm efeito sobre as injúrias e no percentual de colmos atacados por *Diatraea* sp.. Os inseticidas aplicados na semente ou em pulverizações para o controle de *S. frugiperda*, não afetam as injúrias e o percentual de espigas atacadas por *H. zea*, porém o milho *Bt* (Cry1Ab) reduz o percentual de espigas atacadas por *H. zea*, apesar de não ter efeito significativo na redução das injúrias nas espigas.

Palavras-chave: Entomologia agrícola; toxina Cry1Ab; controle químico; *Spodoptera frugiperda*; *Diatraea* sp.; *Helicoverpa zea*

## ABSTRACT

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

### ***Bt* CORN AND INSECTICIDES IN MANAGEMENT OF LEPIDOPTEROUS PESTS**

AUTHOR: JULIANO RICARDO FARIAS

ADVISER: ERVANDIL CORRÊA COSTA

Date and Place of Examination: Santa Maria, February, 1st, 2010

The objectives of this study were to evaluate the effects of *Bt* toxin and seeds treatment with insecticides (imidacloprid + thiodicarb) on initial growth of corn and the control of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in soil; the effect of *Bt* corn and insecticides (seed treatment with imidacloprid + thiodicarb and spray application of novaluron and/or methomyl) for the control of *S. frugiperda* in crop shoots during early and late planting seasons; and the effects of *Bt* corn and insecticides control of *S. frugiperda* on the occurrences and damages from *Diatraea* sp. and *Helicoverpa zea* (Boddie) pests. Three experiments were conducted under field conditions and natural infestation of pests, in Itaara and Santiago, in Rio Grande do Sul state, Brazil, during the 2008/2009 planting seasons. The initial growth of corn was not affected by the production of *Bt* toxin (Cry1Ab) and insecticide seed treatment in areas without pest infestation. The toxin (Cry1Ab) present in the *Bt* corn as well as seeds treatment in non-transformed corn effectively protected the plants to cut-off *S. frugiperda*. Seeds treatment enables the reduction of damages caused by *S. frugiperda* in *Bt* corn (Cry1Ab) to the shoots of crops in early infestations. The *Bt* corn (Cry1Ab) is effective in controlling *S. frugiperda*, especially when infestations are low to moderate. When high infestations of *S. frugiperda* occurred in late planting, insecticide spray on *Bt* corn (Cry1Ab) resulted to less damages and fewer larvae development comparatively with unsprayed plots. Insecticide treatment of non-transformed corn seeds during early infestations of *Diatraea* sp. and *Bt* corn reduced the percentage of stems attacked and injuries. However, insecticides sprayed for the control of *S. frugiperda* had no effect on the percentage of stems attacked and the injuries caused by *Diatraea* sp.. Application of insecticides to seeds or spraying for the control of *S. frugiperda* did not affect the percentage of corn ears attacked and the injuries caused by *H. zea*, while the *Bt* corn (Cry1Ab) reduced the percentage of ears attacked by *H. zea* despite not having much effect in reducing the ear-feeding injuries.

Keywords: Agricultural entomology; Cry1Ab toxin; chemical control; *Spodoptera frugiperda*; *Diatraea* sp.; *Helicoverpa zea*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Vista dos experimentos da semeadura do cedo (a) e do tarde (b) de Itaara, RS, safra 2008/09.....	33
FIGURA 2 - Vista do experimento de Santiago, RS, safra 2008/09.....	33
FIGURA 3 - Representação dos blocos nos experimentos de Itaara, RS, safra 2008/09.....	35
FIGURA 4 - Representação dos blocos no experimento de Santiago, RS, safra 2008/09.....	35
FIGURA 5 - População de plantas de milho em área com infestação natural de <i>Spodoptera frugiperda</i> no solo. Santiago, RS, safra 2008/09.....	51
FIGURA 6 - Percentual de plantas atacadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> em áreas (a) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (b) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (c) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) e (d) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	65
FIGURA 7 - Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> em áreas (a) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (b) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (c) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) e (d) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	74
FIGURA 8 - Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$ cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> em áreas (a) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (b) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (c) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) e (d) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	81
FIGURA 9 - Número de lagartas grandes ( $> 1,5$ cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> em áreas (a) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (b) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (c) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) e (d) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	88

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Variáveis respostas e suas respectivas unidades. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09.....	41
TABELA 2 - Estatura de plantas (média ± desvio padrão) (cm planta <sup>-1</sup> ), em áreas sem (Itaara) e com (Santiago) infestação natural de <i>Spodoptera frugiperda</i> no solo, na cultura do milho. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09.....	44
TABELA 3 - Massa seca da parte aérea de plantas (média ± desvio padrão) (g planta <sup>-1</sup> ), em áreas sem (Itaara) e com (Santiago) infestação natural de <i>Spodoptera frugiperda</i> no solo, na cultura do milho. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09.....	45
TABELA 4 - Massa seca de raiz de plantas (média ± desvio padrão) (g planta <sup>-1</sup> ), em áreas sem (Itaara) e com (Santiago) infestação natural de <i>Spodoptera frugiperda</i> no solo, na cultura do milho. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09...	46
TABELA 5 - População de plantas (média ± desvio padrão) (plantas ha <sup>-1</sup> ), em áreas sem (Itaara) e com (Santiago) infestação natural de <i>Spodoptera frugiperda</i> no solo, na cultura do milho. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09...	50
TABELA 6 - Percentual de plantas atacadas, nota de dano (0 a 9), número de lagartas pequenas (≤ 1,5 cm) e grandes (> 1,5 cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> aos 20 dias após a emergência na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	54
TABELA 7 - Percentual de plantas atacadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> , em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	57
TABELA 8 - Percentual de plantas atacadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> , em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	59
TABELA 9 - Percentual de plantas atacadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> , em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	62
TABELA 10 - Percentual de plantas atacadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> , em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	63

TABELA 11 - Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> , em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	67
TABELA 12 - Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> , em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	69
TABELA 13 - Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> , em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	71
TABELA 14 - Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> , em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	72
TABELA 15 - Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$ cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> por planta, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	76
TABELA 16 - Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$ cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> por planta, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	77
TABELA 17 - Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$ cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> por planta, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	79
TABELA 18 - Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$ cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> por planta, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	80
TABELA 19 - Número de lagartas grandes ( $> 1,5$ cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> por planta, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	83
TABELA 20 - Número de lagartas grandes ( $> 1,5$ cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> por planta, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	85
TABELA 21 - Número de lagartas grandes ( $> 1,5$ cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> por planta, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	86

TABELA 22 - Número de lagartas grandes (> 1,5 cm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> por planta, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	87
TABELA 23 - Percentual de colmos atacados por <i>Diatraea</i> sp., na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	90
TABELA 24 - Número de furos em colmos atacados por <i>Diatraea</i> sp., na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	90
TABELA 25 - Tamanho das galerias (cm planta <sup>-1</sup> ) em colmos atacados por <i>Diatraea</i> sp., na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	91
TABELA 26 - Percentual de colmos atacados (com galerias) por <i>Diatraea</i> sp., na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	92
TABELA 27 - Número de furos em colmos atacados por <i>Diatraea</i> sp., na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	93
TABELA 28 - Tamanho das galerias (cm planta <sup>-1</sup> ) em colmos atacados por <i>Diatraea</i> sp., na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	94
TABELA 29 - Percentual de espigas atacadas por <i>Helicoverpa zea</i> , na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	96
TABELA 30 - Injúria (cm planta <sup>-1</sup> ) a partir da ponta da espiga causada por <i>Helicoverpa zea</i> , na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.....	98

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Estádios de desenvolvimento da planta de milho (RITCHIE et al., 1993).....	110
ANEXO B - Nota de dano no cartucho do milho causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> (adaptada de DAVIS et al., 1992).....	112

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Condições ambientais, registradas durante as pulverizações de inseticidas. Itaara, RS, safra 2008/09.....	113
APÊNDICE B - Quadrado médio da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento de blocos ao acaso, na cultura do milho, em aérea sem infestação de insetos-praga, para as variáveis: estatura, massa seca da parte aérea (MSA), de raiz (MSR) e população de plantas. Itaara, RS, safra 2008/09.....	114
APÊNDICE C - Quadrado médio da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento de blocos ao acaso, na cultura do milho, em aérea com infestação de <i>Spodoptera frugiperda</i> cortando plantas, para as variáveis: estatura, massa seca da parte aérea (MSA) e de raiz (MSR). Santiago, RS, safra 2008/09.....	115
APÊNDICE D - Quadrado médio da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento de blocos ao acaso, na cultura do milho, em aérea com infestação de <i>Spodoptera frugiperda</i> cortando plantas, para a variável população de plantas. Santiago, RS, safra 2008/09.....	116

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
<b>2.1 O manejo da cultura do milho e a ocorrência de insetos-praga no Rio Grande do Sul</b> .....	19
<b>2.2 Lagarta-do-cartucho [<i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith)]</b> .....	20
<b>2.3 Broca-do-colmo [<i>Diatraea</i> sp.]</b> .....	22
<b>2.4 Lagarta-da-espiga [<i>Helicoverpa zea</i> (Boddie)]</b> .....	24
<b>2.5 Controle químico</b> .....	25
<b>2.6 Milho <i>Bt</i></b> .....	28
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
<b>3.1 Local e período de realização dos experimentos</b> .....	32
<b>3.2 Caracterização das áreas experimentais</b> .....	32
<b>3.3 Delineamentos experimentais e tratamentos</b> .....	34
<b>3.4 Instalação dos experimentos e aplicação dos tratamentos</b> .....	36
<b>3.5 Tratos culturais</b> .....	36
<b>3.6 Variáveis respostas</b> .....	37
<b>3.6.1 Toxina <i>Bt</i> e o tratamento de semente com inseticidas, no crescimento inicial de plantas de milho e no controle <i>S. frugiperda</i> no solo</b> .....	37
<b>3.6.2 Milho <i>Bt</i> e inseticidas, no controle <i>S. frugiperda</i> na parte aérea da cultura</b> ...	38
<b>3.6.3 Milho <i>Bt</i> e inseticidas para o controle de <i>S. frugiperda</i>, na ocorrência e na injúria da <i>Diatraea</i> sp. e da <i>H. zea</i></b> .....	39
<b>3.7 Análises estatísticas</b> .....	39

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Toxina <i>Bt</i> e o tratamento de semente com inseticidas, no crescimento inicial de plantas de milho e no controle de <i>S. frugiperda</i> no solo.....</b>	<b>42</b>
4.1.1 Efeito da toxina <i>Bt</i> e o tratamento de semente com inseticidas, na estatura e na massa seca das plantas de milho.....	42
4.1.2 Efeito da toxina <i>Bt</i> e o tratamento de semente com inseticidas, na população de plantas de milho.....	48
<b>4.2 Milho <i>Bt</i> e inseticidas, no controle <i>S. frugiperda</i> na parte aérea da cultura, na semeadura do cedo e do tarde.....</b>	<b>52</b>
4.2.1 Efeito do milho <i>Bt</i> e tratamento de semente com inseticidas, no percentual de plantas atacadas, na nota de dano e no número de lagartas pequenas e grandes.....	53
4.2.2 Efeito do milho <i>Bt</i> e pulverizações de inseticidas, no percentual de plantas atacadas.....	56
4.2.3 Efeito do milho <i>Bt</i> e pulverizações de inseticidas, na nota de dano.....	65
4.2.4 Efeito do milho <i>Bt</i> e pulverizações de inseticidas, no número de lagartas pequenas.....	74
4.2.5 Efeito do milho <i>Bt</i> e pulverizações de inseticidas, no número de lagartas grandes.....	82
<b>4.3 Milho <i>Bt</i> e inseticidas para o controle de <i>S. frugiperda</i>, na ocorrência e na injúria de <i>Diatraea</i> sp. e <i>H. zea</i>.....</b>	<b>89</b>
4.3.1 Efeito do milho <i>Bt</i> e inseticidas para o controle de <i>S. frugiperda</i> , na ocorrência e na injúria de <i>Diatraea</i> sp.....	89
4.3.2 Efeito do milho <i>Bt</i> e dos inseticidas para o controle de <i>S. frugiperda</i> , na ocorrência e na injúria de <i>H. zea</i> .....	95
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>99</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>100</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>112</b>

# 1. INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, cultivou cerca de 14 milhões de hectares, na safra 2008/09, correspondendo a cerca de 6% da produção mundial (APEDA, 2009; CONAB, 2009). A cultura apresenta alto potencial produtivo, com rendimentos superiores a  $16 \text{ t ha}^{-1}$ , no Brasil. No entanto, a média nacional é baixa, cerca de  $3.250 \text{ kg ha}^{-1}$ , demonstrando que os sistemas de produção de milho, deverão ser aprimorados para se obter aumento na sua produtividade (CRUZ et al., 2006).

Um dos fatores que podem comprometer o rendimento e a qualidade da produção é a incidência dos insetos-praga, os quais podem determinar prejuízos à lavoura e, por conseguinte, com importante impacto econômico (FERNANDES et al., 2003). Nos últimos anos, os insetos têm se tornado limitante à cultura do milho, no Brasil (PAIVA, 2007), sendo estimadas perdas médias de 7%, devido ao ataque dos insetos-praga (BENTO, 2000). Portanto, para a produção de 55 milhões de toneladas de grãos em 2008/09 (CONAB, 2009) e, considerando o preço médio de US\$ 10,00 por saca (60 kg), o prejuízo à cultura, pelo ataque desses seria de US\$ 641,67 milhões para o país.

Os principais insetos-praga que ocorrem na cultura do milho são a lagarta-elasma [*Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)], a lagarta-rosca [*Agrotis ipsilon* (Hunfnagel) (Lepidoptera: Noctuidae)], a lagarta-do-cartucho [*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)], a broca-da-cana-de-açúcar [*Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae)] e a lagarta-da-espiga [*Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae)], todos da ordem Lepidoptera, além dos percevejos-barriga-verde [*Dichelops furcatus* (Fabricius) e *D. melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)] (SILVA, 1998; GALLO et al., 2002; PINTO et al., 2004; BIANCO, 2005). Porém dentre as espécies, *S. frugiperda* que é o principal inseto-praga da cultura, juntamente com *D. saccharalis* e *H. zea*, têm ocorrido freqüentemente nas áreas comerciais de milho no Estado do Rio Grande do Sul.

A integração de métodos de controle constitui-se em um dos princípios básicos do manejo integrado de pragas (MIP). Entre os diversos métodos de manejo de insetos-praga do milho, têm se destacado o controle químico, via tratamento de

semente, pela facilidade de utilização, as pulverizações de inseticidas e, ultimamente, a resistência de plantas, obtidas através de técnicas de engenharia genética (milho *Bt*).

O *Bt* é o nome que se dá ao gene de uma bactéria, *Bacillus thuringiensis* Berliner, que confere à planta a tolerância a algumas espécies de insetos (PEIXOTO, 1999). Toxinas Cry, produzidas por *Bt*, são utilizadas para o controle de insetos-praga na agricultura, em produtos para a pulverização ou expressas em plantas transgênicas, como milho e algodão (SOBERÓN et al., 2009).

No Brasil, já existem muitas informações sobre controle químico via semente ou pulverização, porém para o milho *Bt*, segundo Waquil et al. (2002), poucos estudos têm sido conduzidos para avaliar a reação desse milho, em relação aos insetos-praga importantes para a agricultura brasileira. Portanto, dúvidas como a resistência do milho *Bt* aos insetos-praga da fase inicial da cultura, a necessidade de tratamento de semente com inseticidas, a resistência a *S. frugiperda* em condições de alta infestação e, os efeitos sobre *Diatraea* sp. e *H. zea*, insetos-praga de difícil controle por outros métodos, são algumas das dúvidas que se criaram, desde a introdução dessa tecnologia no país.

Os objetivos desse estudo foram avaliar: o efeito da toxina *Bt* e do tratamento de semente com inseticidas, no crescimento inicial de plantas de milho e no controle de *S. frugiperda* no solo; o efeito do milho *Bt* e dos inseticidas, no controle de *S. frugiperda* na parte aérea da cultura, na semeadura do cedo e do tarde; e os efeitos do milho *Bt* e dos inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, na ocorrência e na injúria da *Diatraea* sp. e da *H. zea*.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O manejo da cultura do milho e a ocorrência de insetos-praga no Rio Grande do Sul**

O Rio Grande do Sul é o quarto maior produtor de milho do Brasil (CONAB, 2009). De maneira geral, as épocas de semeadura, no Estado, são divididas em safra (semeadura do cedo) e safrinha (do tarde). A semeadura do cedo ocorre nos meses de agosto e setembro, com temperaturas baixas, na fase inicial de desenvolvimento da cultura e, a semeadura do tarde, com temperaturas mais elevadas, especialmente durante a fase inicial (REUNIÃO..., 2005).

O tempo e o clima são comumente aceitos por entomologistas, como tendo influências dominantes sobre o comportamento, a abundância e a distribuição dos insetos, sendo a temperatura o principal fator climático atuante sobre o desenvolvimento dos insetos (MESSENGER, 1959). Em condições de temperaturas mais elevadas, os insetos 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, além das diferenças de temperatura, nas semeaduras do cedo e do tarde, nas quais geram efeitos sobre as infestações de insetos-praga; a mudança no sistema de cultivo, o qual era predominante convencional e, que passou para os dias atuais, quase que totalmente para o sistema plantio direto, também tem grande influência sobre os insetos-praga. De acordo com Bianco (2005), no sistema de cultivo convencional, as práticas de aração e gradagem, teriam também o intuito de eliminar ou minimizar os problemas causados por certos insetos-praga, os quais passam pelo menos uma fase de seu ciclo biológico no solo ou na superfície deste. Para esse mesmo autor, a não movimentação do solo, no sistema de plantio direto, pode favorecer o desenvolvimento e a sobrevivência de algumas espécies.

Dentre os insetos-praga, que podem ter sido influenciados por essas mudanças no sistema de cultivo, segundo Bianco (2005), estão às lagartas; essas

quando desenvolvidas no estabelecimento da lavoura, podem resultar em redução significativa na população de plantas, que de acordo com Sangoi et al. (2007) é o primeiro e o mais importante componente do rendimento de grãos, da cultura do milho.

O corte de plantas em estádios iniciais, aparentemente não seria um grande problema, pois segundo Magalhães; Durães (2006) até o estádio de seis folhas a planta tem a capacidade de rebrotar, porém por mais que ocorra o rebrotamento a produtividade estaria afetada, visto que a desuniformidade de emergência, diminuiu o rendimento de grãos de milho, de acordo com Merotto Jr et al. (1999). Essa desuniformidade poderia ser comparada ao corte de algumas plantas que teriam que rebrotar, enquanto as demais se desenvolvessem normalmente.

A importância do controle de insetos-praga, na fase inicial da cultura do milho, pode ser observada no trabalho de Silva; Costa (2002), os quais determinaram que os níveis de controle de *Diloboderus abderus* Sturm (Coleoptera: Melolonthidae) em linho foi de 12 larvas m<sup>-2</sup>, em aveia-preta de 10 larvas m<sup>-2</sup> e em milho de 0,5 larvas m<sup>-2</sup>. A baixa tolerância do milho à *D. abderus*, em relação a outras culturas, está relacionada, principalmente a sua baixa população de plantas. Portanto, a tolerância do milho a qualquer espécie de inseto que cause injúria na fase inicial da cultura é menor do que em outras. Assim, os cuidados na fase inicial da cultura do milho são maiores em áreas sobre o sistema de plantio direto, no qual há maior quantidade de insetos-praga.

## **2.2 Lagarta-do-cartucho [*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)]**

A lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) é o inseto-praga mais importante da cultura do milho, no Brasil (SILVA, 1999). Sua importância deve-se não somente aos danos provocados, mas especialmente à dificuldade de seu controle, segundo Melo et al. (2006).

Os adultos são mariposas, com as asas anteriores pardo-escuras e as posteriores branco-acinzentadas (BIANCO, 2005). As fêmeas colocam seus ovos na face superior das folhas (SILVA, 2000), formando massas com média de aproximadamente 200 ovos, com período de incubação de aproximadamente três

dias (LUCCHINI, 1977); logo após a eclosão, as lagartas alimentam-se do cório do ovo, entrando em período de repouso por 10 horas (SILVA, 2000).

As lagartas completam seu desenvolvimento em condições de 25°C, em aproximadamente 15 dias (LUCCHINI, 1977), quando completamente desenvolvidas, medem de 40 a 50 mm e apresentam coloração variável de pardo-escuro a quase preta, com estrias longitudinais e pontuações negras no corpo, sendo a cabeça preta, com uma linha clara em forma de Y, bastante visível (BIANCO, 2005). Essas lagartas, quando completamente desenvolvidas saem da planta para o solo, penetrando alguns centímetros, onde constroem uma célula, transformando-se em pré-pupa, com duração de um dia e posteriormente se transformam em pupa (CRUZ, 2008b) permanecendo assim por 11 dias, quando em condições de 25°C (SILOTO, 2002).

As lagartas inicialmente raspam as folhas e à medida que crescem provocam orifícios nas folhas (SILVA, 2000) e progressivamente chegando à destruição destas (SILVA, 1998). Quando em alta densidade, além da injúria que provocam no cartucho, causam danos comparáveis aos produzidos por brocas ou lagartas cortadoras, acarretando em perdas na população de plantas de milho, além de mais tarde atacarem a espiga (BIANCO, 2005).

Quando o ataque de *S. frugiperda* ocorre em plantas mais jovens de milho, pode causar a morte dessas, especialmente, quando a cultura é instalada após a dessecação, no sistema de plantio direto (VIANA et al., 2002). Nessas condições, *S. frugiperda* já está presente na área e quando o milho emerge, as lagartas podem perfurar a base da planta, atingir o ponto de crescimento e provocar o sintoma de “coração morto”, típico da espécie *E. lignosellus*.

Entre as práticas comuns em sistemas de plantio direto, encontram-se o uso de cultura de cobertura, como o milheto. Nessa situação, *S. frugiperda* tem se beneficiado, pois tem a capacidade de se alimentar e reproduzir-se sobre a cultura, que após dessecada, as lagartas descem, abrigam-se no solo e passam a cortar plantas recentemente emergidas, causando redução na população de plantas da cultura, danos esses antes só relatados para *A. ipsilon* (CAMILLO et al., 2005).

Na fase vegetativa do milho, ocorre uma redução de 18,7% na produtividade quando o ataque de *S. frugiperda* se dá entre oito e dez folhas. Quando o milho apresenta entre quatro e seis folhas, apesar do dano foliar ser elevado à redução na produtividade não é tão significativa, em função desse período, a planta ter uma

grande capacidade de se recuperar. Infestação no período reprodutivo da cultura tem pouco efeito no rendimento de grãos (CRUZ; TURPIN, 1982).

O efeito da temperatura sobre a ocorrência de *S. frugiperda*, pode ser observado no trabalho de Afonso et al. (2008a), com o monitoramento dessa espécie através de feromônio, no qual os períodos com temperaturas mais elevadas, antecederam os picos de maior ocorrência do inseto, propiciando condições que favoreceram o desenvolvimento de lagartas e, conseqüentemente o pico populacional de adultos.

Em trabalho com populações de *S. frugiperda*, Busato et al. (2004) descreveram a presença de dois biótipos o de “milho” e o de “arroz” no Estado do Rio Grande do Sul. Para Afonso et al. (2008b), em relação ao biótipo “milho” de *S. frugiperda*, nas condições atuais, seriam atingidas de duas a oito gerações ao ano. Caso ocorresse uma elevação na temperatura mínima do ar de 1°C, o panorama seria diferente. Em áreas onde ocorriam somente duas gerações, seriam detectadas de três a cinco e no restante do Estado, ocorreriam de seis a oito gerações. Para esses mesmos autores, caso a mudança fosse de 3°C na temperatura mínima do ar, as mudanças seriam ainda mais significativas. Apenas no extremo da região Nordeste, onde atualmente ocorrem duas gerações, poderiam surgir seis gerações. Nas demais regiões, ocorreriam de sete a nove gerações e, no Noroeste, região mais propício ao desenvolvimento do biótipo, até mesmo dez gerações.

Esses resultados demonstram as diferenças ocorridas na semeadura do cedo, na qual ocorrem baixas temperaturas no período inicial de desenvolvimento do milho, em relação à semeadura do tarde, na qual as temperaturas são mais elevadas na fase inicial da cultura nas condições do Rio Grande do Sul, acarretando mais gerações de *S. frugiperda* e conseqüentemente maior “pressão de praga” (denominação usual para altas infestações de insetos-praga).

### **2.3 Broca-do-colmo [*Diatraea* sp.]**

Do gênero *Diatraea* 48 espécies são relatadas no continente americano, 16 destas são encontradas no Brasil (BERGAMIM, 1964). Porém das espécies desse gênero, *D. saccharalis*, vem sendo apontada como um sério problema à cultura do

milho, no Brasil, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, segundo Cruz (2007).

Os adultos de *D. saccharalis*, são mariposas de coloração amarelo-palha (GASSEN, 1996). A asa anterior possui numerosas linhas de coloração marrom, que se estendem ao longo da mesma. O comportamento dos adultos é noturno, permanecendo escondidos durante o dia. A longevidade dos adultos é de três e oito dias (CRUZ, 2007).

Os ovos de *D. saccharalis*, são achatados e ovais (CRUZ, 2007), de coloração amarelada e colocados em grupos, uns sobre os outros, como “escama de peixe”, preferencialmente, na fase inferior das folhas de milho (PINTO et al., 2004). A duração da fase de ovo é de nove dias em condições de campo (GUEVARA; WIENDL, 1980).

As lagartas, originadas de uma mesma massa de ovos, eclodem quase ao mesmo tempo (FERREIRA et al., 2001). Essas quando bem desenvolvidas, apresentam coloração amarelo-pálida, com a cabeça marrom (PINTO et al., 2004). O número de ínstars é bastante variável, podendo ser de três a dez, mas normalmente ocorrem de cinco a seis (CRUZ, 2007). O tempo de desenvolvimento larval de *D. saccharalis*, varia de 57 a 79 dias em cana-de-açúcar (GUEVARA; WIENDL, 1980).

A fase de pupa acontece dentro da planta, em um túnel construído pela lagarta, que deixa somente uma fina camada de tecido, que é removido pela mariposa na saída da planta (CRUZ, 2007). A duração da fase de pupa, normalmente é de sete a 14 dias (GUEVARA; WIENDL, 1980).

Inicialmente as lagartas raspam a superfície da folha (PINTO et al., 2004) e/ou constroem uma galeria na nervura principal dessa (CRUZ, 2007). Na fase vegetativa da cultura, perfuram as folhas ainda enroladas, causando dano característico, isto é, orifícios ao longo da folha no sentido transversal (CRUZ, 2008a).

Após a primeira ou segunda ecdise, as lagartas de *D. saccharalis*, penetram no colmo (CRUZ, 2007), abrindo galerias longitudinais, porém este dano direto não é muito importante, pois a planta consegue produzir. No entanto, o dano indireto é significativo, devido à quebra das plantas, pela ação do vento (PINTO et al., 2004).

Para Cruz (2008a), esse inseto-praga apresenta grande potencial de causar prejuízos ao milho, em função de ocorrer em todas as fases de desenvolvimento, ao

contrário do que ocorre na cana-de-açúcar. Para Pinto et al. (2004), dependendo da fase que atacam, podem causar redução da população de plantas ou danificar a espiga. Cruz (2008a) relatou que a mariposa de *D. saccharalis*, tem ocorrido desde a emergência do milho; e complementa que quando as lagartas desenvolvidas atacam plantas jovens podem levá-las à morte.

O aparecimento de população de *D. saccharalis*, no início do florescimento ou na fase de enchimento dos grãos, para Cruz (2008a), pode causar elevados prejuízos, em função das galerias formadas nos entrenós, logo abaixo da espiga. Serra; Trumper (2006) observaram de 3,4 a 30% de plantas quebradas, abaixo da espiga. Para esses autores, à medida que se atrasa a semeadura do milho, na Argentina, os danos por essa espécie são maiores.

#### **2.4 Lagarta-da-espiga [*Helicoverpa zea* (Boddie)]**

A lagarta-da-espiga (*H. zea*) é um dos insetos-praga, mais importantes economicamente, para a agricultura mundial (MATRANGOLO et al., 1998), sendo considerada, um dos insetos-praga chave, do milho nos Estados Unidos (CRUZ, 2008b).

O adulto de *H. zea* é uma mariposa, com as asas anteriores de coloração amarelo-parda, com uma faixa transversal mais escura, apresentando também manchas escuras dispersas sobre as asas. As asas posteriores são mais claras, com uma faixa nas bordas externas (CRUZ, 2008b).

Os ovos geralmente são depositados individualmente nos estilo-estigmas (cabelos da espiga) da espiga, ocorrendo posturas até o secamento dessas estruturas (MATRANGOLO et al., 1998). Cada fêmea, ovípara em média 1.011 ovos, quando criada em dieta natural (NAVARO, 1987). Os ovos possuem forma esférica, com saliências laterais, e podem ser facilmente visualizados, sobre os estilo-estigmas (CRUZ, 2008b). A eclosão das lagartas ocorre em 3,5 dias após a postura (GIOLO et al., 2006).

A lagarta nos primeiros ínstares apresenta coloração esbranquiçada e cabeça marrom, quando completamente desenvolvida, possui coloração variável, entre verde-clara, rosa, marrom ou quase preta, com partes mais claras (PINTO et al.,

2004). A fase larval é em média de 18 dias a 25 °C (GIOLO et al., 2006), passando por cinco ínstaes larvais (BERNARDI et al., 2004). Após a fase larval, os insetos pupam no solo (CRUZ, 2008b), por um período de 15 dias (GIOLO et al., 2006).

Quanto ao dano, nos dois primeiros ínstaes, *H. zea*, alimenta-se dos estilo-estigmas do milho, causando falhas na formação de grãos. Nos demais ínstaes, a lagarta alimenta-se dos grãos leitosos, destruindo-os (PINTO et al., 2004). Dependendo da intensidade de ataque, podem ocorrer falhas de grãos nas espigas (CRUZ, 1999).

Além do dano direto de *H. zea*, consumindo os grãos em formação, os indiretos também são significativos e, inclui a falta de formação da segunda espiga, ausência de fertilização de parte dos óvulos das espigas tardias, bem como, a falha de grãos na extremidade livre das espigas (CRUZ, 2008b). Também permitem a ocorrência de doenças na espiga, devido à entrada de patógenos pelo orifício de saída da lagarta (PINTO et al., 2004).

Os danos de *H. zea* na espiga, normalmente são confundidos com os de *S. frugiperda*. As duas espécies podem ser separadas facilmente através da coloração da cabeça, enquanto *H. zea* tem a cabeça de coloração marrom clara, *S. frugiperda* apresenta a cabeça quase preta (CRUZ, 1999).

As plantas apresentam capacidade de compensar os danos causados por esse inseto-praga e, mesmo em infestações superiores a 90%, a redução na produtividade tem ficado em torno de 8% (PINTO et al., 2004), porém em milho doce, geralmente mais suscetível ao ataque de *H. zea*, a perda pode ser total, devido à alimentação em toda a espiga (CRUZ, 1999).

## 2.5 Controle químico

O controle dos insetos-praga, na fase inicial da cultura do milho tem sido dificultado, em função da severidade e da rapidez com que o ataque se verifica. Há necessidade de monitoramento constante, para se detectar a presença dos insetos-praga (CRUZ, 2002).

Para os insetos-praga da fase inicial da cultura do milho, os métodos de controle, geralmente têm sido baseados no uso de inseticidas, pulverizados logo

após o aparecimento desses, no entanto, esse método de controle, não tem sido eficiente. Portanto, tem se buscado alternativas para o uso de inseticidas via pulverização foliar. Uma dessas é o tratamento de semente com inseticidas, que apesar de ser considerado um método preventivo, ainda assim é mais eficaz do que as pulverizações de inseticidas (CRUZ, 2002). A eficiência deste método depende da espécie-praga e do nível de infestação, pois não é considerado muito eficaz quando as populações são elevadas (LANGE Jr., 1959).

A pulverização de inseticida, junto à dessecação, tem sido utilizada para minimizar a redução da população de plantas, através do corte, ocasionado por lagartas na fase inicial, porém o tratamento de semente com inseticidas surge como uma boa opção, apresentando inúmeras vantagens, entre as quais, a baixa dose utilizada por hectare e a seletividade a inimigos naturais (CAMILLO et al., 2005).

Para Figueiredo et al. (2006), no caso do ataque da *S. frugiperda*, logo após a emergência das plantas de milho, essa pode ser controlada através do tratamento de semente com inseticidas. Um dos produtos recomendados para o tratamento de semente, no controle dessa espécie é o tiodicarbe (CECCON et al., 2004). Segundo Camillo et al. (2005), esse produto foi o que demonstrou o melhor resultado quanto à redução de corte de plantas por *S. frugiperda*, na fase inicial do milho.

Estudando um complexo de espécies-praga que atacam na fase inicial da cultura do milho, dentre estas, *S. frugiperda*, Ceccon et al. (2004) verificaram diferenças significativas, entre a testemunha e o tratamento da semente com tiodicarbe, quanto a plantas raquíticas, à massa seca da parte aérea e o percentual de plantas atacadas por *S. frugiperda*. Para esses mesmos autores, o tratamento com imidacloprido não diferiu da testemunha, quanto ao percentual de plantas atacadas por *S. frugiperda*.

Para *S. frugiperda*, os inseticidas sistêmicos possibilitam um controle de até 17 dias após a semeadura, sob condições satisfatórias de suprimento de água, porém sob estresse hídrico, os tratamentos de semente não apresentam a mesma eficiência e devem ser suplementados por pulverizações de inseticidas, dirigidas para o sítio de ataque do inseto (VIANA et al., 2002).

No decorrer do ciclo da cultura do milho, o controle pode ser feito com o uso de pulverizações de inseticidas, porém a eficiência cai significativamente à medida que a planta se desenvolve (CRUZ, 2002). Da mesma forma, a pequena área foliar da planta de milho, é um fator limitante para se atingir uma boa eficiência de

controle, via pulverização de inseticida, pois o produto não fica retido na folha, diminuindo o seu período residual (CRUZ, 2008b).

A dificuldade de controle da *S. frugiperda*, relatada por Melo et al. (2006), vai além da ineficiência dos inseticidas, para essa espécie-praga, pois segundo Silva (1999) o grande número de plantas hospedeiras de *S. frugiperda* e o cultivo de milho na semeadura do tarde, tem contribuído para aumentar as infestações, e conseqüentemente, o número de aplicações de inseticidas para o seu controle.

O grande número de pulverizações de inseticidas, para o controle de *S. frugiperda* em milho, também pode estar ligado às aplicações de inseticidas de forma e, em momento inadequado, de acordo com Silva (1999). Esse autor observou maior eficiência de controle de *S. frugiperda*, quando as pulverizações de inseticidas foram realizadas sobre a fileira das plantas, logo que surgiam os primeiros sintomas de ataque e com maior volume de calda ( $300 \text{ l ha}^{-1}$ ). A primeira pulverização de inseticida em áreas onde há ocorrência de inimigos naturais, para o controle de *S. frugiperda*, deve ser efetivada somente dez dias após a detecção das posturas dessa espécie nas plantas de milho, segundo Figueiredo et al. (2006).

Quanto aos inseticidas, existe um grande número de produtos registrados para o controle de *S. frugiperda*, como o clorpirifós, que foi eficiente no controle de *S. frugiperda*, pois proporcionou menor dano nas plantas e maiores rendimentos, quando comparado às parcelas não tratadas, de acordo com Figueiredo et al. (2006). Além do clorpirifós, o inseticida metomil foi eficiente para o controle de *S. frugiperda* em milho, para Waquil et al. (1982).

Em trabalho com deltametrina, Michereff Filho et al. (2002) descreveram que a densidade de lagartas de *S. frugiperda* nas parcelas pulverizadas foi 78% menor, em relação ao constatado nas parcelas testemunhas e que esse produto foi eficiente até sete dias após a pulverização.

Quando a pulverização foi realizada com metomil, no início do ataque de *S. frugiperda* nas plantas de milho, a eficiência de controle dessa espécie foi de 88% (SILVA, 1999). Tomquelski; Martins (2007) avaliaram a mistura de novalurom + metomil e obtiveram eficiências de controle de 90, 83 e 28%, aos três, sete e 14 dias após a pulverização, respectivamente.

O principal dano das lagartas de *D. saccharalis* é a alimentação dentro do colmo da planta. Em função desse hábito, as medidas convencionais de controle com inseticidas, são praticamente ineficientes, segundo Cruz (2007). Em alguns

casos, quando a infestação é alta de *D. saccharalis*, pode-se aplicar os inseticidas para o controle de ovos e/ou lagartas pequenas, que ainda não penetraram no colmo (CRUZ, 2008b).

O controle químico de *H. zea* em milho deve ser efetuado no início da oviposição e dependendo do fluxo de entrada de mariposas na cultura, repetido a intervalos de dois a três dias, pois quando a lagarta encontra-se protegida dentro da espiga, não é mais atingida pelo inseticida (CRUZ, 1999). Porém essas pulverizações tardias de inseticidas são difíceis de serem realizadas, devido ao tamanho das plantas de milho nesse estágio, sendo possível somente por aviões ou via sistema de irrigação.

## 2.6 Milho *Bt*

*Bt* é o nome que se dá a bactéria *B. thuringiensis* que vem sendo utilizada desde 1920, como bioinseticida na França e, atualmente, em vários países (MENDES et al., 2008). *B. thuringiensis* é uma bactéria gram-positiva, amplamente distribuída, formadora de inclusões cristalinas, durante a fase de esporulação (COPPING; MENN, 2000). Essas inclusões cristalinas dão a característica entomopatogênica dessa bactéria, chamadas de toxinas Cry. Essas toxinas inseticidas são conhecidas como d-endotoxina (SOBERÓN et al., 2009).

As propriedades inseticidas de *Bt* são em grande parte função da presença de um extra-cromossômo no plasmídeo da célula. Estes carregam os denominados genes *cry*, que codificam uma diversificada gama de proteínas cristalinas que são tóxicas aos insetos (COPPING; MENN, 2000).

As toxinas cristal, depois de ingeridas por um inseto, são solubilizadas por proteinases no intestino e convertidas em uma combinação de até quatro toxinas menores. Essas toxinas, hidrolisadas ligam-se com alta afinidade a receptores específicos, no intestino médio, interferindo no gradiente iônico e no balanço osmótico da membrana apical. Esta perturbação provoca a formação de poros que aumentam a permeabilidade de água na membrana celular. A captação de grande quantidade de água pelas células causa edema, eventual ruptura e desintegração do revestimento do intestino médio, levando o inseto à morte (COPPING; MENN, 2000).

Para Copping; Menn (2000), as inclusões de cristal devem ser ingeridas, e posteriormente, processadas dentro do intestino do inseto, portanto, de ação lenta (2 a 48 h), quando comparadas com aos inseticidas convencionais.

As toxinas Cry são altamente seletivas, pois matam apenas um número limitado de espécies de insetos. Esta seletividade é devida principalmente à interação de toxinas Cry, com enzimas localizadas no intestino das larvas (SOBERÓN et al., 2009). As toxinas têm diferentes espectros de ação, segundo Copping; Menn (2000).

Com o advento da biotecnologia, foi desenvolvida uma nova tática de controle de insetos-praga, que consiste nas plantas geneticamente modificadas, segundo Fernandes et al. (2003). A criação de plantas geneticamente modificadas, nas quais as toxinas Cry são produzidas continuamente nos tecidos da planta e, desta forma protegida da degradação por fatores ambientais, facilita o controle de insetos, os quais perfuram os tecidos das plantas, de acordo com Soberón et al. (2009). Da mesma forma, esses autores relatam que as plantas geneticamente modificadas têm causado uma revolução na agricultura, substituindo os inseticidas e reduzindo o impacto ambiental.

Para Waquil et al. (2002), embora os bioinseticidas à base de *Bt* não tenham bons resultados no controle de *S. frugiperda* em pulverização, tem-se observado que plantas expressando toxinas *Bt* apresentaram algum nível de resistência a espécie.

Porém, há uma série de fatores que afetam a capacidade das plantas de milho *Bt* em matar insetos-praga e reduzir seus danos. O mais importante é a dose da toxina que os insetos recebem e a sua susceptibilidade a esta dose. Plantas de milho *Bt* produzem diferentes níveis de toxina, dependendo da estrutura da planta e do evento de inserção do gene (CHILCUTT et al., 2007).

Muitos genes *Bt* têm sido isolados e inseridos nas plantas (COPPING; MENN, 2000), tornando-as inseticidas; embora deva ser lembrado que os genes usados são sempre truncados de tal forma que a toxina é expressa nas culturas ao invés da pró-toxina. Os genes *cry* e/ou toxinas Cry são classificadas pela seqüência de aminoácidos das toxinas (CRICKMORE et al., 1998). Dentre estes, estão os genes *cry1* que codificam toxinas que tem ação para lepidópteros (COPPING; MENN, 2000; DEQUECH, 2000).

Para Mendes et al. (2008), a safra de grãos de 2008/09 pode ser considerada um marco na produção de milho no Brasil, uma vez que foi autorizada, pelo

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a comercialização de semente de milho *Bt*. No Brasil, a liberação do cultivo comercial ocorreu em fevereiro de 2008, sendo liberado apenas eventos contendo a toxina Cry1Ab.

O milho *Bt* que expressa a toxina Cry1Ab, segundo Peixoto (1999) confere resistência ao ataque da *D. saccharalis* e da *S. frugiperda*, reduzindo consideravelmente os danos dessas espécies. Da mesma forma, para *H. zea*, que segundo Chilcutt et al. (2007) é mais suscetível a toxina Cry1Ab do que *S. frugiperda*.

Fernandes et al. (2003) em trabalho com o milho *Bt*, o qual expressa a toxina Cry1Ab (evento MON810), concluíram que a densidade populacional de *S. frugiperda* foi menor ao longo do ciclo vegetativo da cultura, do que em relação ao milho convencional, demonstrando a expressão contínua da toxina Cry1Ab e sua efetividade sobre esse inseto-praga. Da mesma forma, o milho *Bt* apresentou menor intensidade de danos por lagartas de *S. frugiperda* do que o convencional, sendo efetivo na proteção da cultura em relação a essa espécie.

Para Bokonon-Ganta et al. (2003), o milho *Bt* (Cry1Ab) não afetou somente a sobrevivência, mas também o crescimento e o desenvolvimento de *S. frugiperda*, que pode ser visto no trabalho de Fernandes (2003), no qual ocorreu um ínstar a mais em lagartas de *S. frugiperda* alimentadas em milho *Bt*, em relação às do convencional, concluindo que foi reflexo da impropriedade alimentar do milho *Bt*. Para esse mesmo milho, esse autor relatou que, além da maior mortalidade larval causou aumento da mortalidade pré-pupal e reduziu o peso de pupas.

Do mesmo modo, Bokonon-Ganta et al. (2003) afirmam que apesar de uma percentagem significativa de lagartas terem atingidas a fase de pupa, alimentadas em milho *Bt* (Cry1Ab), a sobrevivência foi significativamente menor nesse milho em relação ao convencional. Além disso, as lagartas e pupas de *S. frugiperda* pesavam menos, com um período larval mais longo no milho *Bt*.

Avaliando híbridos de milho que expressam as toxinas Cry para resistência a *S. frugiperda*, Waquil et al. (2002) classificaram os híbridos com genes *cry1Ab* como resistente a esse inseto-praga. Esses mesmos autores relataram que além da mortalidade, a toxina Cry1Ab afetou o desenvolvimento das lagartas de *S. frugiperda*.

Na safra com maior infestação de *S. frugiperda*, Buntin (2008) obteve notas de dano (0 a 9), no milho convencional de 6,68 e no *Bt* (Cry1Ab) 5,21. Na safra com baixa infestação, as notas foram no milho convencional de 6,24 e no *Bt* 2,64.

O milho *Bt* (Cry1Ab), segundo Buntin et al. (2004) oferece potencial para reduzir os danos causados pela *S. frugiperda* e *H. zea*, permitindo o aumento da área de milho, em especial na semeadura na safrinha (semeadura tardia) em locais, onde esses insetos-praga, permanentemente causam danos.

Para Farrar Jr et al. (2009), os danos no milho *Bt* (Cry1Ab) dependem do nível de infestação de *S. frugiperda*. Para Buntin et al. (2004), o milho *Bt* geralmente não apresenta melhor rendimento, quando semeado em épocas do cedo, porque nessas condições, os insetos causam pouco dano em função da baixa população, porém em semeaduras tardias, esse milho preveniu perdas de mais de 50%, nas condições dos Estados Unidos.

Conforme Mullin et al. (2005), os transgênicos, como o milho *Bt* estão sendo combinados com tratamento de semente com inseticidas nos Estados Unidos, como forma de complementar o controle dos insetos-praga. No entanto, Farrar Jr et al. (2009) comentam que, sob baixos níveis de infestações de *H. zea* não seria necessário complementar o controle dessa espécie, em milho doce, com expressão da toxina Cry1Ab.

Burkness et al. (2001) obtiveram mais de 85% de controle de *H. zea* em milho doce, expressando a toxina Cry1Ab. Porém, Buntin (2008) relatou que as infestações, mesmo em milho *Bt*, excederam a 63% de ataque.

Estudos de laboratório demonstraram que *D. saccharalis* foi menos suscetível a cultivares de milho *Bt*, expressando a toxina Cry1Ab do que *Ostrinia nubilalis* (Hübner) e *Diatraea grandiosella* Dyar (Lepidoptera: Crambidae) (HUANG et al., 2006). De acordo com Castro et al. (2004), o desempenho do milho *Bt* contra *D. saccharalis* variou entre os híbridos.

Plantas geneticamente modificadas, com a introdução de genes de *B. thuringiensis*, devem modificar as estratégias de manejo integrado de pragas de milho no mundo (CRUZ, 2002). Estudos sobre expressão gênica, espectro de ação e especificidade das toxinas Cry, produzidos por *B. thuringiensis*, permitirão a disponibilização freqüente de novas versões gênicas mais eficazes, específicas e com vantagens ainda maiores sobre as práticas convencionais de controle de insetos-praga (BOBROWSKI et al., 2003).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local e período de realização dos experimentos**

Os experimentos foram desenvolvidos, em condições de campo, com infestação natural dos insetos-praga, em Itaara e Santiago, RS, entre setembro de 2008 a junho de 2009.

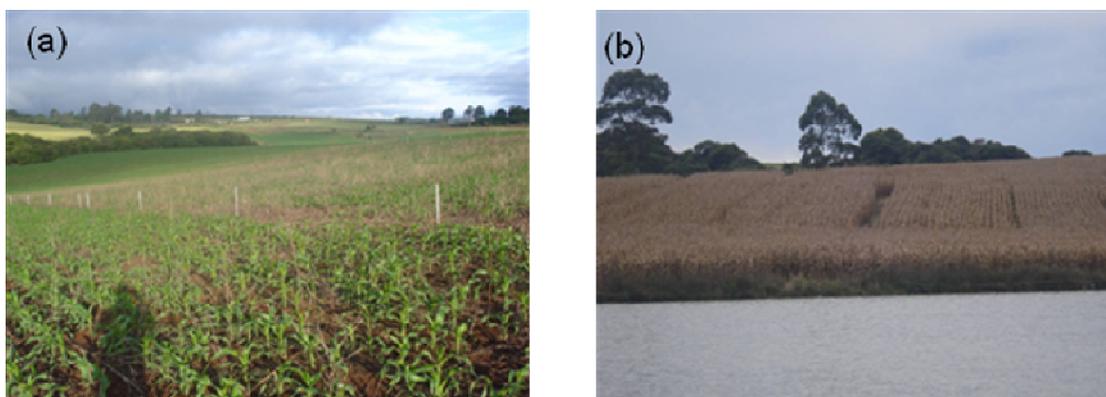
Em Itaara, o solo é classificado como Argissolo Vermelho-amarelo Alumínico (STRECK et al., 2008). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa – clima subtropical úmido (MOTA, 1951). Nesse município, foram realizados dois experimentos: semeadura do cedo (setembro), na área com coordenadas 29° 31' 30.55" S e 53° 44' 17.98" O (Figura 1a) e do tarde (dezembro) na área com coordenadas 29° 34' 34.44" S e 53° 46' 25,51" O (Figura 1b). Nesses experimentos, as avaliações ocorreram durante todo o ciclo da cultura do milho.

Em Santiago, o solo é classificado como Neossolo Regolítico Distro-úmbrico (STRECK et al., 2008). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa – clima subtropical úmido (MOTA, 1951). Nesse município, foi realizado o experimento na área com coordenadas 29° 18' 20.36" S e 54° 41' 37.25" O (Figura 2), o qual foi avaliado até 27 dias após a emergência (DAE) da cultura, com a finalidade de analisar o milho *Bt* e o tratamento de semente com inseticidas, na condição de infestação de *S. frugiperda* no solo, cortando plantas.

#### **3.2 Caracterização das áreas experimentais**

O experimento da semeadura do cedo, em Itaara, foi realizado dentro de uma área de 50 ha de cultivo comercial de milho convencional, em sistema de plantio direto. A cultura do nabo forrageiro, antecessora ao milho, foi dessecada em 10/08/2008 (59 dias antes da semeadura do milho), com os herbicidas glifosato + 2,4-D (Trop + Aminol 806), na dose de 2,5 + 0,6 ml ha<sup>-1</sup> do produto comercial.

A semeadura do tarde, em Itaara, foi realizada dentro de uma área de 81 ha de cultivo comercial de milho, em sistema de plantio direto, dos quais aproximadamente 60 ha com milho *Bt* e o restante convencional, além da proximidade a uma área de milho convencional da semeadura do cedo. A cultura antecessora ao milho era de trigo, sendo as plantas espontâneas dessa cultura, juntamente com as plantas daninhas dessecadas em 12/12/2008 (um dia após a semeadura do milho), com os herbicidas glifosato + 2,4-D (Trop + Aminol 806), na dose de 2,5 + 0,6 ml ha<sup>-1</sup> do produto comercial.



**Figura 1** – Vista dos experimentos da semeadura do cedo (a) e do tarde (b) de Itaara, RS, safra 2008/09.



**Figura 2** – Vista do experimento de Santiago, RS, safra 2008/09.

Em Santiago, a área total de cultivo de milho era de 8 ha, em sistema de plantio direto. Nesse local, o agricultor já havia perdido as plantas de milho das duas primeiras épocas de semeadura, a primeira provavelmente por problemas na qualidade da semente e a segunda pelo ataque de *S. frugiperda* em plantas recém emergidas. Amostragens preliminares demonstraram existir uma população média de 4,2 lagartas grandes (> 1,5 cm) m<sup>-1</sup> de sulco de semeadura (0,90 m de espaçamento). Nessa área, não foi realizada dessecação, visto que a mesma apresentava-se com ausência de plantas daninhas, em função das aplicações de herbicidas realizadas nas épocas de semeadura anteriores à instalação do experimento.

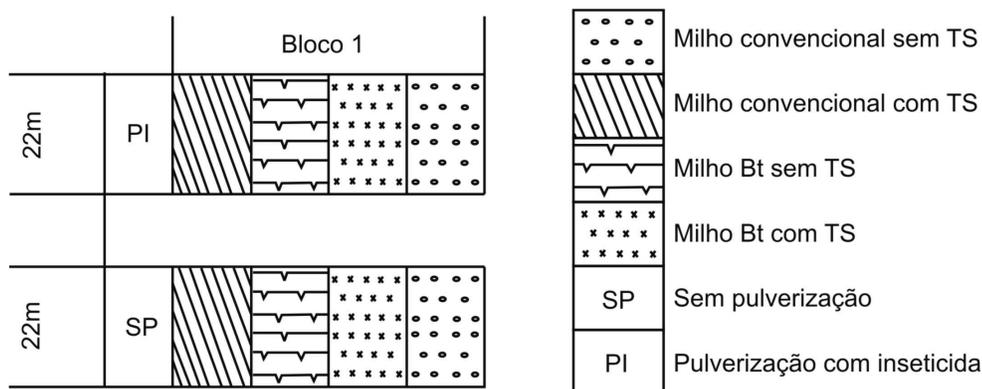
### 3.3 Delineamentos experimentais e tratamentos

Os experimentos de Itaara foram no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial em faixas 2 x 2 x 2 (Figura 3). O fator A foi representado pelos milhos, sendo: A1 - milho convencional e A2 - milho *Bt* (resistente). O fator C pelo tratamento de semente, sendo: C1 – sem inseticidas no tratamento de semente e C2 - com inseticidas no tratamento de semente. O fator D pela pulverização, sendo: D1 – sem pulverizações de inseticidas e D2 – com pulverizações de inseticidas.

Os dois níveis do milho (convencional e *Bt*), com dois níveis do tratamento de semente (sem e com tratamento de semente com inseticidas), foram casualizados nas parcelas principais, e os dois níveis da pulverização (sem e com pulverizações de inseticidas) foram casualizados em faixas perpendiculares às parcelas principais. As parcelas principais tinham 44 m x 8 m (16 linhas de semeadura espaçadas em 0,50 m) e as faixas 32 m x 22 m.

Os milhos utilizados foram da Agroeste AS 1572 e AS 1572 *Bt* (evento MOM 810) na semeadura do cedo, e da Pioneer 3041 e 30A04 (isolinha *Bt* do 3041) (evento MOM 810) na semeadura do tarde. O tratamento de semente foi com os inseticidas imidacloprido + tiodicarbe (CropStar), na dose de 0,3 l em 60.000 sementes do produto comercial. Nas pulverizações foram utilizados os inseticidas novalurom + metomil (Rimon 100 EC + Lannate BR), na dose de 0,15 + 0,60 l ha<sup>-1</sup>

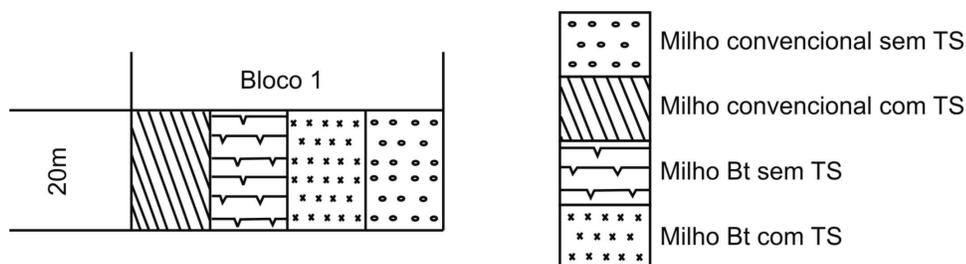
do produto comercial na sementeura do cedo, e metomil (Lannate BR), na dose de 0,60 l ha<sup>-1</sup> do produto comercial na sementeura do tarde.



**Figura 3** – Representação dos blocos nos experimentos de Itaara, RS, safra 2008/09.

No experimento de Santiago, utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 2 x 2 (Figura 4). O fator A foi representado pelos milhos, sendo: A1 - milho convencional e A2 - milho *Bt* (resistente). O fator C pelo tratamento de semente, sendo: C1 – sem inseticidas no tratamento de semente e C2 - com inseticidas no tratamento de semente. As parcelas tinham 20 m x 5,40 m (seis linhas de sementeura espaçadas em 0,90 m).

Em Santiago, os milhos utilizados foram da Agroeste AS 1551 e AS 1551 *Bt* (evento MOM 810). O tratamento de semente foi com os inseticidas imidacloprido + tiodicarbe (CropStar), na dose de 0,30 l em 60.000 sementes do produto comercial.



**Figura 4** – Representação dos blocos no experimento de Santiago, RS, safra 2008/09.

### 3.4 Instalação dos experimentos e aplicação dos tratamentos

Nos experimentos de Itaara, as semeaduras do cedo e do tarde foram realizadas em 18/09/2008 e 12/12/2008, respectivamente, no espaçamento de 0,50 m entre linhas e densidade de 6,8 sementes  $m^{-2}$ . A adubação foi distribuída no sulco de semeadura na dose de 300 kg  $ha^{-1}$  da formulação 05-25-20 (N-P-K). As sementes não foram tratadas com fungicida, tendo somente recebidas os inseticidas imidacloprido + tiodicarbe (CropStar), nos tratamentos com inseticidas na semente.

Para a lagarta-do-cartucho, a primeira pulverização de inseticida foi realizada quando as plantas de milho atingiram 20% de “raspagens” nas folhas (REUNIÃO..., 2005). Na semeadura do cedo foi realizada em 08/11/2008, estágio V7, segundo escala de Ritchie et al. (1993) (Anexo A), aos 43 DAE. Na semeadura do tarde a primeira pulverização de inseticida foi realizada em 08/01/2009, estágio V4, aos 21 DAE e a segunda em 21/01/2009, estágio V9, aos 34 DAE.

Foi utilizado pulverizador autopropelido, com barra de 24 m, equipada com 48 bicos hidráulicos do tipo leque 110015, espaçados em 0,50 m. As pulverizações de inseticidas foram realizadas com vazão de 200 l  $ha^{-1}$ . Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no momento das aplicações foram monitoradas com termo-higro-anemômetro (Apêndice A).

A semeadura do experimento de Santiago foi realizada em 16/01/2009, no espaçamento de 0,90 m entre linhas e densidade de 6,5 sementes  $m^{-2}$ . Não utilizou-se adubação em função dos dois cultivos antecessores com milho terem sido perdidos (terceira semeadura de milho na área), portanto foi utilizado o adubo residual. As sementes não foram tratadas com fungicida, tendo somente recebidas os inseticidas imidacloprido + tiodicarbe (CropStar), nos tratamentos com inseticida na semente.

### 3.5 Tratos culturais

Na semeadura do cedo, foi realizada uma aplicação de herbicida (pré/pós-emergência) em 11/10/2008, com atrazina + simazina (Primatop SC), na dose de 5 l

ha<sup>-1</sup> do produto comercial. As aplicações de nitrogênio foram realizadas por um sistema mecanizado, composto de um distribuidor a lanço acoplado a um trator, foram em 28/10/2008, com 65 kg ha<sup>-1</sup> de uréia e em 07/11/2008, com 95 kg ha<sup>-1</sup> de uréia.

Na semeadura do tarde, foi realizada uma aplicação de herbicida (pré/pós-emergência) em 27/12/2008, com atrazina + simazina (Primatop SC), na dose de 5 l ha<sup>-1</sup> do produto comercial. As aplicações de nitrogênio, realizadas pelo sistema mecanizado, foram em 04/01/2009, com 75 kg ha<sup>-1</sup> de uréia e em 12/01/2009, com 70 kg ha<sup>-1</sup> de uréia.

No experimento de Santiago, não foi realizado aplicações de herbicidas durante o período do experimento. A aplicação de nitrogênio foi realizada em 31/01/2009, com uréia aplicada pelo sistema mecanizado, na quantidade de 22 kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.6 Variáveis respostas

As variáveis foram divididas em três partes, sendo relacionadas: à toxina *Bt* e ao tratamento de semente com inseticidas, no crescimento inicial das plantas de milho e no controle *S. frugiperda* no solo; ao milho *Bt* e aos inseticidas, no controle *S. frugiperda* na parte aérea da cultura; e aos efeitos do milho *Bt* e dos inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, na ocorrência e na injúria de *Diatraea* sp. e *H. zea*.

#### 3.6.1 Toxina *Bt* e o tratamento de semente com inseticidas, no crescimento inicial de plantas de milho e no controle *S. frugiperda* no solo

A coleta de dez plantas ao acaso por parcela foi realizada no experimento de Itaara (semeadura do cedo) e Santiago aos 30 e 27 DAE, respectivamente. As plantas foram levadas para o LabMIP/UFSM, onde foram lavadas e cortadas na região do colo. A estatura foi medida do colo da planta até a região do colar (inserção da bainha da folha com o colmo) da última folha expandida. As raízes e a

parte aérea da planta foram individualizadas em sacos de papeis e mantidas em estufa de secagem a 50 °C até massa constante, para posterior pesagem.

A contagem da população de plantas foi realizada nos experimentos de Itaara (semeadura do cedo) aos 30 DAE e de Santiago aos cinco, 12, 19 e 27 DAE, contando as plantas de duas linhas de semeadura totalizando 20 m.

Para estatura, foi considerada a média em cm planta<sup>-1</sup> para cada parcela, já para massa seca da parte aérea e de raiz foi a média em g planta<sup>-1</sup>. A população foi convertida para plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

### 3.6.2 Milho *Bt* e inseticidas, no controle *S. frugiperda* na parte aérea da cultura

No experimento da semeadura do cedo, foram iniciadas as avaliações depois de atingido o nível de controle de 20% de “raspagens” nas folhas (REUNIÃO..., 2005), que ocorreu aos 42 DAE (anterior a pulverização de inseticida), posteriormente seguiram-se aos 49, 56 e 63 DAE.

No experimento da semeadura do tarde, foram iniciadas as avaliações aos 20 DAE (anterior a pulverização de inseticida), posteriormente aos 28, 36 e 42 DAE. Nesse experimento, apesar da ocorrência precoce de *S. frugiperda*, as avaliações foram iniciadas aos 20 DAE, em função do efeito do tratamento de semente com inseticidas.

Para cada data de amostragem, foi atribuída uma nota de dano, segundo escala adaptada de Davis et al. (1992) (Anexo B) na injúria provocada pela *S. frugiperda* ao cartucho, em 20 plantas ao acaso por parcela. Para a contagem de lagartas (lagartas pequenas ( $\leq 1,5$  cm) e grandes ( $> 1,5$  cm)), foram coletadas dez plantas ao acaso por parcela, com posterior abertura e contagem das lagartas.

A nota de dano da parcela foi obtida pela média da nota individual de cada planta. O percentual de plantas atacadas foi obtido com base na nota de dano, sendo as plantas, com nota zero, consideradas sem ataque e, as com notas um ou mais, consideradas atacadas. O número de lagartas pequenas e grandes foi obtido pela média por planta para cada parcela (Tabela 1).

### 3.6.3 Milho *Bt* e inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, na ocorrência e na injúria da *Diatraea* sp. e da *H. zea*

A coleta de dez plantas ao acaso por parcela foi realizada nos experimentos de Itaara no estádio R4 (grão pastoso), correspondendo aos 111 e 100 DAE, respectivamente, para a semeadura do cedo e do tarde. Os dez colmos foram utilizados para as avaliações de *Diatraea* sp. e as dez espigas (principal de cada planta) para a *H. zea*.

Nos colmos, foi contado o número de furos e, posteriormente, abertos para realizar a medida das galerias, na qual foi considerada a distância entre as duas extremidades. Nas espigas, foi medida a distância entre as extremidades da injúria, a partir da ponta da espiga.

O percentual de colmos atacados foi obtido com base na presença de galerias ( $\geq 0,3$  cm). As galerias em  $\text{cm planta}^{-1}$  e o número de furos foram obtidos pela média de furos nos colmos atacados, para cada parcela. O percentual de espigas atacadas foi obtido com base na presença de injúria e a média da injúria em  $\text{cm planta}^{-1}$  a partir da ponta, para cada parcela (Tabela 1).

## 3.7 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk (poucas amostras), pelo software Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

Os dados das variáveis que atenderam o pressuposto de normalidade foram submetidos ao teste paramétrico da análise de variância (teste F) em nível de 5% de probabilidade de erro, com auxílio do Software Sisvar versão 5.1 (Registro de Software de 28/04/2006 sob o número: 828459851), desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG/BR) (FERREIRA, 2000).

Os dados das variáveis que não atenderam o pressuposto de normalidade foram submetidos ao teste não-paramétrico de reamostragem de Bootstrap, com 5.000 simulações, comparando as médias das combinações duas a duas, em nível

de 5% de probabilidade de erro, com auxílio do Software Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

Os dados de estatura, massa da parte aérea e de raiz e população de plantas de milho, demonstraram distribuição normal, portanto foi utilizado o teste paramétrico da análise de variância (teste F). Como cada fator era constituído de dois níveis, não foram usados testes complementares de separação de médias. Mesmo quando não ocorreu interação dos fatores, milho e tratamento de semente as médias foram desdobradas.

Os dados de percentual de plantas atacadas, a nota de dano (0 a 9), o número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$  cm) e grandes ( $> 1,5$  cm), demonstraram distribuição normal dos dados, em apenas algumas datas de avaliação, portanto foi utilizado o teste não-paramétrico de reamostragem de Bootstrap, comparando as médias das combinações de milho convencional e *Bt*, sem e com inseticidas, duas a duas.

Quanto ao efeito do tratamento de semente com inseticidas em *S. frugiperda* na parte aérea, somente ocorreram diferenças significativas na semeadura do tarde, na avaliação aos 20 DAE (anterior a pulverização de inseticida). Portanto, nas demais avaliações e na semeadura do cedo, o tratamento de semente com inseticidas não foi considerado como um fator, mas como experimentos distintos (áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas). Aos 20 DAE, no qual ocorreram às diferenças significativas, como não haviam sido pulverizados os inseticidas, foram consideradas as combinações entre os milhos (convencional e *Bt*) e o tratamento de semente.

Os dados de percentual de colmos atacados por *Diatraea* sp. não apresentaram distribuição normal, portanto foi utilizado o teste não-paramétrico de reamostragem de Bootstrap, comparando as médias das combinações de milho convencional e *Bt*, sem e com inseticida, duas a duas. Para as variáveis, número de furos e tamanho de galerias, que apresentaram parcelas com ausência de colmos com furos e/ou galerias, foi realizado a análise descritiva dos dados, apresentando a média, a mediana (valor central, o qual não tem influência de valores extremos), o valor mínimo e o máximo.

O efeito do tratamento de semente com inseticidas em *Diatraea* sp., somente se deu na semeadura do cedo e, como não houve efeito significativo da pulverização de inseticida, foi realizado a média das parcelas sem e com pulverizações de

inseticidas, para comparação das combinações entre os milhos (convencional e *Bt*) e o tratamento de semente. Na semeadura do tarde, assim como na semeadura do cedo, mesmo na ausência de significância das pulverizações de inseticidas sobre *Diatraea* sp., foram comparadas as combinações entre os milhos (convencional e *Bt*) e as pulverizações de inseticidas.

O percentual de espigas atacadas e o tamanho da injúria causada por *H. zea* não tiveram efeito do tratamento de semente com inseticidas. Apesar de não ter ocorrido também efeito das pulverizações de inseticidas nessas variáveis, as médias das combinações de milho convencional e *Bt*, sem e com pulverizações de inseticidas, foram comparadas duas a duas, pelo teste não-paramétrico de reamostragem de Bootstrap, visto que os dados dessas variáveis não apresentaram distribuição normal.

Os desvios padrão e gráficos foram obtidos pelo software Microsoft Office Excel, e a análise descritiva dos dados com auxílio do Software Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

**Tabela 1** – Variáveis respostas e suas respectivas unidades. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09.

Divisões	Variáveis	Unidade
Crescimento inicial de plantas e <i>S. frugiperda</i> no solo	Estatura de plantas	cm planta <sup>-1</sup>
	Massa seca da parte aérea	g planta <sup>-1</sup>
	Massa seca de raiz	g planta <sup>-1</sup>
	População de plantas	plantas ha <sup>-1</sup>
<i>S. frugiperda</i> na parte área	Plantas atacadas	percentual
	Nota de dano	nota planta <sup>-1</sup>
	Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$ cm)	lagartas planta <sup>-1</sup>
	Número de lagartas grandes ( $> 1,5$ cm)	lagartas planta <sup>-1</sup>
<i>Diatraea</i> sp.	Colmos atacados (com galerias)	percentual
	Número de furos (em colmos atacados)	furos colmo <sup>-1</sup>
	Tamanho da galeria	cm galeria <sup>-1</sup>
<i>H. zea</i>	Espigas atacadas	percentual
	Injúria a partir da ponta	cm espiga <sup>-1</sup>

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram divididos em três partes, sendo os relacionados à toxina *Bt* e ao tratamento de semente com inseticidas, no crescimento inicial de plantas de milho e no controle de *S. frugiperda* no solo; ao milho *Bt* e aos inseticidas, no controle *S. frugiperda* na parte aérea da cultura na semeadura do cedo e do tarde; e os efeitos do milho *Bt* e dos inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, na ocorrência e na injúria da *Diatraea* sp. e da *H. zea*.

### 4.1 Toxina *Bt* e o tratamento de semente com inseticidas, no crescimento inicial de plantas de milho e no controle de *S. frugiperda* no solo

A apresentação dos resultados e a posterior discussão desses foram divididas em duas partes, a primeira refere-se ao efeito na estatura e na massa das plantas e, a segunda ao efeito na população de plantas. Os resultados foram apresentados em duas áreas, uma sem infestação de *S. frugiperda* no solo ou qualquer outra espécie-praga na fase inicial do milho (Itaara) e, a segunda com infestação de lagartas grandes de *S. frugiperda* no solo (4,2 lagartas grandes (> 1,5 cm) em 0,90 m<sup>2</sup>), cortando plantas (Santiago).

#### 4.1.1 Efeito da toxina *Bt* e o tratamento de semente com inseticidas, na estatura e na massa seca das plantas de milho

O efeito sobre a estatura de plantas em milho convencional e *Bt*, sem e com tratamento de semente com inseticidas, pode ser observado na Tabela 2. Na área sem infestação de *S. frugiperda*, no solo o milho convencional e *Bt* não diferiram nem mesmo na média dos milhos (convencional e *Bt*), sem ou com tratamento de semente com inseticidas. No desdobramento das médias das combinações, ficou

demonstrada a interação, resultando na menor estatura quando se utilizou, em conjunto, o milho *Bt* e o tratamento de semente com inseticidas.

Na área com infestação de *S. frugiperda* no solo, a estatura foi afetada significativamente, especialmente, quando se comparou milho *Bt* com o convencional e, em menor escala, os milhos (convencional e *Bt*) sem para os com tratamento de semente com inseticidas (Tabela 2). A diferença em estatura foi de 18,2% do milho convencional para o *Bt* e de 6,6% dos milhos (convencional e *Bt*) sem para os com tratamento de semente com inseticidas. No desdobramento das médias, o milho *Bt* diferiu significativamente do convencional, quando ambos não receberam o tratamento de semente com inseticidas, da mesma forma quando os mesmos foram tratados a semente. Diferenças percentuais, entre as médias dos milhos (convencional e *Bt*) sem tratamento de semente, demonstraram que o *Bt* apresentou 28,3% a mais de estatura do que o convencional.

A produção de massa seca da parte aérea de plantas de milho convencional e *Bt*, sem e com tratamento de semente com inseticidas, pode ser observado na Tabela 3. Na área sem infestação de *S. frugiperda* no solo, não ocorreu diferenças significativas entre os milhos (convencional e *Bt*) e nem mesmo quando as sementes foram tratadas ou não com inseticidas. No desdobramento das médias, o mesmo se repete, ou seja, não ocorreram diferenças significativas em nenhuma das combinações de convencional e *Bt*, sem ou com tratamento de semente com inseticidas.

Na área com infestação de *S. frugiperda* no solo, diferenças significativas ocorreram entre o milho convencional e o *Bt*, chegando a 48,0% a mais de massa seca na parte aérea de plantas nesse último; o mesmo em relação ao tratamento de semente com inseticidas, em que os milhos (convencional e *Bt*) com tratamento de semente com inseticidas apresentaram 21,2% a mais de massa seca na parte aérea (Tabela 3). Em relação ao desdobramento das médias, verificou-se a maior produção de massa seca da parte aérea no milho *Bt*, com tratamento de semente com inseticidas, seguida pelo *Bt*, sem tratamento, convencional com tratamento e, por último, o convencional sem tratamento de semente com inseticidas. A diferença entre a menor e a maior produção de massa seca da parte aérea foi de 84,5% (milho convencional sem tratamento de semente e milho *Bt* com tratamento de semente com inseticidas).

**Tabela 2** – Estatura de plantas (média ± desvio padrão) (cm planta<sup>-1</sup>), em áreas sem (Itaara) e com (Santiago) infestação natural de *Spodoptera frugiperda* no solo, na cultura do milho. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09.

	Sem TS <sup>1</sup>	Com TS	Média do milho
Sem infestação			
Milho convencional	13,89 ± 0,14 aA*	14,07 ± 0,60 aA	13,98 ± 0,41 a
Milho <i>Bt</i>	13,99 ± 0,45 aA	13,31 ± 0,60 bB	13,65 ± 0,61 a
Média do TS	13,94 ± 0,31 A	13,69 ± 0,69 A	
Com infestação			
Milho convencional	21,98 ± 2,04 bB	25,54 ± 1,06 bA	23,76 ± 2,42 b
Milho <i>Bt</i>	28,20 ± 1,07 aA	27,96 ± 1,82 aA	28,08 ± 1,39 a
Média do TS	25,09 ± 3,65 B	26,75 ± 1,89 A	

\*Médias não seguidas por mesma letra, na coluna por minúscula e na linha por maiúscula, diferem significativamente pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>1</sup> Tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe.

Os resultados da massa seca de raiz de plantas de milho convencional e *Bt*, sem e com tratamento de semente com inseticidas (Tabela 4), na área sem infestação de *S. frugiperda* no solo, demonstraram resultados semelhantes aos apresentados para massa seca da parte aérea na Tabela 3. Não ocorreram diferenças significativas entre os milhos (convencional e *Bt*) e nem mesmo sem e com tratamento de semente com inseticidas. No desdobramento das médias, da mesma forma, não ocorreu diferenças significativas entre as combinações de milhos (convencional e *Bt*) e tratamento de semente.

Na área com infestação de *S. frugiperda* no solo, os resultados de massa seca de raiz, demonstraram diferenças significativas entre os milhos (convencional e *Bt*) e entre os sem e com tratamento de semente com inseticidas (Tabela 4). No desdobramento das médias, tanto no sem tratamento, como no com tratamento de semente com inseticidas, o milho *Bt* apresentou mais massa seca de raiz. O mesmo não ocorreu para o milho convencional sem e com tratamento de semente com inseticidas, os quais não diferiram. Para essa variável, o milho *Bt* com tratamento diferiu do sem tratamento de semente com inseticidas. A mesma tendência, visualizada na massa seca da parte aérea (Tabela 3), repete-se na de raiz, com maior produção no milho *Bt*, com tratamento de semente com inseticidas, seguida pelo *Bt* sem tratamento, convencional com tratamento e, por último, o convencional sem tratamento de semente com inseticidas. Porém, a diferença de 84,5%, ocorreu

na massa seca da parte aérea, enquanto que, na de raiz foi de 110,4% entre a menor e a maior produção.

**Tabela 3** – Massa seca da parte aérea de plantas (média  $\pm$  desvio padrão) (g planta<sup>-1</sup>), em áreas sem (Itaara) e com (Santiago) infestação natural de *Spodoptera frugiperda* no solo, na cultura do milho. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09.

	Sem TS <sup>1</sup>	Com TS	Média do milho
Sem infestação			
Milho convencional	4,04 $\pm$ 0,42 aA*	4,49 $\pm$ 0,60 aA	4,27 $\pm$ 0,54 a
Milho <i>Bt</i>	4,36 $\pm$ 0,33 aA	3,94 $\pm$ 0,51 aA	4,15 $\pm$ 0,46 a
Média do TS	4,20 $\pm$ 0,39 A	4,22 $\pm$ 0,59 A	
Com infestação			
Milho convencional	7,36 $\pm$ 1,92 bB	9,96 $\pm$ 0,82 bA	8,66 $\pm$ 1,95 b
Milho <i>Bt</i>	12,05 $\pm$ 0,60 aA	13,58 $\pm$ 0,60 aA	12,82 $\pm$ 1,55 a
Média do TS	9,71 $\pm$ 2,83 B	11,77 $\pm$ 2,37 A	

\*Médias não seguidas por mesma letra, na coluna por minúscula e na linha por maiúscula, diferem significativamente pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>1</sup> Tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe.

As diferenças significativas, ocorridas na estatura em área sem infestação de *S. frugiperda*, poderia estar ligado à perda energética de plantas *Bt*, na produção da toxina e/ou mesmo a inibição do crescimento das plantas pela ação fitotóxica dos inseticidas. Porém nenhuma dessas hipóteses parece ser explicativa, visto que para as mesmas plantas quanto à massa seca da parte aérea (Tabela 3) e de raiz (Tabela 4), não observou-se diferenças significativas. Esse resultado parece estar mais ligado a outros fatores, do que a um efeito na fisiologia da planta. Respostas mais clara a respeito dessa interação poderiam ser obtidas em estudos laboratoriais, que confirmariam se ocorre ou não interação de milho *Bt* e inseticidas na semente, na ausência de insetos-praga e, se isso afeta apenas a estatura das plantas ou demais características das mesmas, como a massa seca.

De acordo com os resultados de Quintela et al. (2006) dos inseticidas usados no tratamento de semente, dentre estes, a mistura imidacloprido + tiodicarbe, não afetaram a estatura e nem mesmo apresentaram sintomas de fitotoxicidade nas plantas de milho. O mesmo para o gene *Bt*, que segundo Bortoloto; Silva (2009), a presença desse não afetou a estatura das plantas. Com relação à área infestada, os resultados, nesse trabalho, concordam com Bianchet; Nunes (2009) que relatam,

caso haja um dano na cultura, após a emergência das plântulas, a estatura será prejudicada.

**Tabela 4** – Massa seca de raiz de plantas (média ± desvio padrão) (g planta<sup>-1</sup>), em áreas sem (Itaara) e com (Santiago) infestação natural de *Spodoptera frugiperda* no solo, na cultura do milho. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09.

	Sem TS <sup>1</sup>	Com TS	Média do milho
Sem infestação			
Milho convencional	1,21 ± 0,09 aA*	1,41 ± 0,23 aA	1,31 ± 0,19 a
Milho <i>Bt</i>	1,33 ± 0,16 aA	1,31 ± 0,24 aA	1,32 ± 0,19 a
Média do TS	1,27 ± 0,14 A	1,36 ± 0,22 A	
Com infestação			
Milho convencional	1,25 ± 0,40 bA	1,68 ± 0,18 bA	1,47 ± 0,37 b
Milho <i>Bt</i>	1,98 ± 0,35 aB	2,63 ± 0,45 aA	2,31 ± 0,51 a
Média do TS	1,61 ± 0,52 B	2,16 ± 0,60 A	

\*Médias não seguidas por mesma letra, na coluna por minúscula e na linha por maiúscula, diferem significativamente pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>1</sup> Tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe.

O ataque de *S. frugiperda*, cortando plantas, afetou mais a massa seca de raiz e da parte aérea do que a estatura de plantas. Esse resultado pode estar relacionado à avaliação, aos 27 DAE, pois, nessa data, essas encontravam-se no estágio V6/V7, que segundo Magalhães; Durães (2006) é quando a planta de milho começa o processo de alongação dos entrenós, portanto, possivelmente, a partir desse momento, os tratamentos com menor e os de maior proteção contra a *S. frugiperda* se diferenciariam mais pela variável estatura de planta.

Na área sem infestação de insetos-praga, a massa seca de plantas não foi afetada pela produção da toxina *Bt*, concordando com Bortoloto; Silva (2009), e pelos inseticidas utilizados no tratamento de semente, da mesma forma que para Quintela et al. (2006).

A redução de massa seca, na combinação milho convencional sem tratamento de semente, em relação às demais combinações teria reflexos na produtividade, pois segundo Tollenaar (1991), a produção de grãos esta correlacionada com a maior acumulação de massa seca pela cultura do milho.

Quando se analisa a relação massa seca de raiz/massa seca da parte aérea, que segundo Magalhães; Durães (2006) é utilizado nos programas de melhoramento

como forma de selecionar plantas de milho mais resistentes à seca, a qual, quanto maior for a relação, mais tolerante é o híbrido as condições de estiagem. No caso em discussão, não se observou grandes diferenças nessa relação, pois, com exceção da combinação milho *Bt*, com tratamento de semente com inseticidas que foi de 0,19 (g g<sup>-1</sup>), as demais combinações mantiveram-se em 0,17 (g g<sup>-1</sup>). Apesar do ataque de *S. frugiperda* afetar de maneira expressiva o acúmulo de massa seca em plantas de milho convencional sem tratamento de semente, esse efeito não modificou a relação raiz/parte aérea. A mudança na relação poderia afetar ainda mais a produtividade, pois, além das perdas em massa seca e população de plantas (item 4.1.2), o não controle desse inseto-praga poderia acarretar em plantas remanescentes mais suscetíveis ao estresse hídrico.

Pode-se afirmar também que a toxina *Bt* proporcionou melhor proteção do que o tratamento de semente com inseticidas para o ataque *S. frugiperda*, cortando plantas. Essa afirmação tem como base nas maiores diferenças entre o milho convencional e o *Bt*, que foram de 28,3; 63,7 e 58,4% (ambos sem tratamento de semente), do que, no milho convencional sem e com tratamento de semente com inseticidas, que foram de 16,2; 35,3 e 34,4%, respectivamente para estatura, massa seca da parte aérea e de raiz (Tabelas 2, 3 e 4).

A proteção dada pelo inseticida tiodicarbe, um dos produtos utilizados no tratamento de semente, apesar de reduzir o número de plantas danificadas por *S. frugiperda*, segundo os resultados de Ceccon et al. (2004), pode ter permitido o corte parcial de algumas plantas nesse experimento, conseqüentemente resultou em menor estatura e acúmulo de massa seca. O pouco efeito do ataque de *S. frugiperda* em plantas de milho *Bt*, expressando a toxina Cry1Ab, pode ter sido não somente a toxicidade às lagartas, mas também a um importante componente de inibição alimentar (fago-deterrente) dessa toxina para essa espécie (WAQUIL et al., 2004).

#### 4.1.2 Efeito da toxina *Bt* e o tratamento de semente com inseticidas, na população de plantas de milho

Os resultados da população de plantas, na área sem infestação de *S. frugiperda* no solo, demonstraram não ocorrerem diferenças significativas entre os milhos (convencional e *Bt*) e nem entre os sem e com tratamento de semente com inseticidas, o mesmo ocorrendo para o desdobramento das médias (Tabela 5).

Em condições de infestação de *S. frugiperda* no solo, aos cinco DAE, somente ocorreu diferenças significativas na população de plantas entre o milho *Bt* e o convencional (Tabela 5). Os milhos (convencional e *Bt*) com as sementes tratadas com inseticidas não diferiram dos não tratados, da mesma forma para o desdobramento das médias nas combinações de milhos (convencional e *Bt*) e tratamento de semente.

Aos 12 DAE, na área com infestação de *S. frugiperda* no solo, as diferenças significativas na população de plantas ocorreram entre o milho *Bt* com 55.694 plantas ha<sup>-1</sup>, para o milho convencional com 48.750 plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Isso se deve, especialmente, a média do milho convencional sem tratamento de semente, o qual teve uma redução significativa na população de plantas, demonstrada pelo desdobramento das médias, tendo essa combinação diferida do convencional, com tratamento de semente com inseticidas e também do *Bt*, sem tratamento de semente, esses com maior população de plantas.

Aos 19 e 27 DAE, na área com infestação de *S. frugiperda* no solo, os resultados foram similares, sendo que o milho *Bt* diferiu significativamente do convencional, ocorrendo em média 12,2% e 20,4% de plantas a mais nas parcelas com o milho *Bt*, respectivamente para essas duas datas de avaliações (Tabela 5). Nessas avaliações, um ponto de destaque foi que a média dos milhos (convencional e *Bt*), com tratamento foi significativamente diferente dos sem tratamento de semente. Isso pode ser explicado pelo desdobramento das médias, tendo o milho convencional sem tratamento de semente diferido, tanto do milho convencional, com tratamento de semente com inseticidas, assim como, quanto do *Bt* sem tratamento de semente.

Os efeitos das combinações dos milhos (convencional e *Bt*) e tratamento de semente com inseticidas na proteção da população de plantas ao ataque de *S.*

*frugiperda* cortando essas, no decorrer das avaliações, podem ser visualizados na Figura 5. Nas combinações do milho *Bt*, sem e com tratamento de semente com inseticidas a população de plantas, permaneceu praticamente sem perdas, dada pela proteção ao ataque de *S. frugiperda*. Apesar das diferenças não significativas, o milho convencional, com tratamento de semente com inseticidas, apresentou uma população de plantas menor do que as combinações com milho *Bt*. Porém para o milho convencional sem tratamento de semente, a redução foi significativa. Essa combinação que, aos cinco DAE, apresentava uma população de 51.111 plantas ha<sup>-1</sup>, reduziu para 41.389 plantas ha<sup>-1</sup>, aos 27 DAE, totalizando uma redução de 23,5% (Tabela 5).

A redução na população de plantas no milho convencional sem tratamento de semente foi mais significativo nos primeiros dias após a emergência. Considerando a população média das datas de avaliação do milho *Bt* com tratamento de semente com inseticidas como uma população inicial (55.786 plantas ha<sup>-1</sup>), ou seja, sem corte de plantas por *S. frugiperda*, teriam perdas de 935, 833 e 259 plantas ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, para os intervalos zero-cinco, cinco-12 e 12-27 DAE, para o milho convencional sem tratamento de semente com inseticidas (Tabela 5).

O corte das plantas de milho, pelo ataque de insetos-praga, após o estágio V6 (nesse experimento ocorreu próximo aos 24 DAE) não possibilitaria que essas rebrotassem, em função do ponto de crescimento já estar acima do nível do solo (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). Portanto, era esperado que ocorresse maior redução da população de plantas em estágios mais avançados (após 20 DAE), pois as plantas não teriam essa capacidade de rebrotar. Porém, como as lagartas já estavam grandes (> 1,5 cm), no período da semeadura e como seu período de desenvolvimento larval em condições de 25°C, descrito por Siloto (2002), é, de aproximadamente 18 dias, pode se esperar que o corte dessas lagartas não tenha passado desse período. Logo, quando o ponto de crescimento do milho esteve acima do nível do solo, e que se esperava uma redução mais significativa de plantas de milho, a população de lagartas já se encontrava reduzida.

A importância da proteção dada pelo milho *Bt* ao corte de plantas por *S. frugiperda* na fase inicial da planta, em relação à produtividade, pode ser observada no trabalho de Bianchet; Nunes (2009) que realizaram o seccionamento das plantas imitando o dano causado por *A. ipsilon*. Quando não ocorreu o seccionamento a produtividade foi de 5.220 kg ha<sup>-1</sup>, já, quando ocorreu no estágio V2 foi de 4.316 kg

<sup>1</sup>, no V4 de 3.480 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que nos estádios V6 e V8 não ocorreram a produção de grãos. Isso demonstra que, apesar de ocorrer o rebrotamento das plantas nos estádios iniciais, a produtividade será afetada e, caso isso ocorra em estádios mais avançados (após V6), os danos serão ainda mais significativos.

**Tabela 5** – População de plantas (média ± desvio padrão) (plantas ha<sup>-1</sup>), em áreas sem (Itaara) e com (Santiago) infestação natural de *Spodoptera frugiperda* no solo, na cultura do milho. Itaara e Santiago, RS, safra 2008/09.

	Sem TS <sup>1</sup>	Com TS	Média do milho
Sem infestação 30 DAE <sup>2</sup>			
Milho convencional	57.000 ± 3.995 aA*	54.625 ± 2.428 aA	55.813 ± 3.313 a
Milho <i>Bt</i>	56.438 ± 1.434 aA	54.000 ± 2.761 aA	55.219 ± 2.418 a
Média do TS	56.719 ± 2.795 A	54.313 ± 2.430 A	
Com infestação 5 DAE			
Milho convencional	51.111 ± 3.514 aA	53.704 ± 1.386 aA	52.408 ± 2.835 b
Milho <i>Bt</i>	54.722 ± 2.625 aA	56.388 ± 2.778 aA	55.556 ± 2.656 a
Média do TS	52.917 ± 3.460 A	55.046 ± 2.488 A	
Com infestação 12 DAE			
Milho convencional	45.278 ± 3.671 bB	52.222 ± 5.051 aA	48.750 ± 5.522 b
Milho <i>Bt</i>	55.833 ± 1.398 aA	55.556 ± 4.057 aA	55.694 ± 2.813 a
Média do TS	50.556 ± 6.200 A	53.889 ± 4.600 A	
Com infestação 19 DAE			
Milho convencional	44.722 ± 2.463 bB	52.638 ± 4.872 aA	48.680 ± 5.539 b
Milho <i>Bt</i>	54.444 ± 1.283 aA	54.814 ± 523 aA	54.629 ± 928 a
Média do TS	49.583 ± 5.505 B	53.726 ± 3.412 A	
Com infestação 27 DAE			
Milho convencional	41.389 ± 4.291 bB	49.722 ± 6.690 aA	45.555 ± 6.849 b
Milho <i>Bt</i>	53.333 ± 2.029 aA	56.389 ± 2.625 aA	54.861 ± 2.718 a
Média do TS	47.361 ± 7.100 B	53.056 ± 5.901 A	

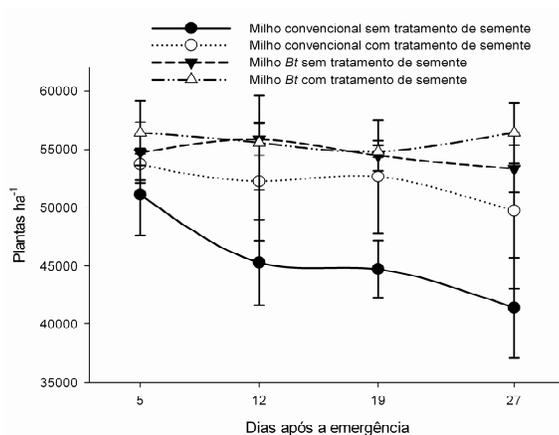
\*Médias não seguidas por mesma letra, na coluna por minúscula e na linha por maiúscula, diferem significativamente pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>1</sup> Tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

O dano na cultura do milho, quando ocorre o corte de plantas na fase inicial, vai além da perda de plantas, pois segundo Merotto Jr et al. (1999) que obtiveram na população de plantas de 76.500 plantas ha<sup>-1</sup>, o rendimento de grãos foi de 12.900 kg ha<sup>-1</sup>. Nessa mesma população, esses autores obtiveram uma diferença de

rendimento de grãos, entre o tratamento com emergência uniforme das plantas e o com desuniformidade, de aproximadamente  $2.900 \text{ kg ha}^{-1}$ . Com base nesse resultado, pode se afirmar que o prejuízo causado pelo corte de plantas, não é só na redução da população de plantas, mas também na desuniformidade do estádio dessas em função do rebrotamento, observado nas parcelas de milho convencional sem tratamento de semente.



**Figura 5** – População de plantas de milho, em área com infestação natural de *Spodoptera frugiperda* no solo. Santiago, RS, safra 2008/09.

A população de plantas do milho convencional, com tratamento de semente com inseticidas em números absolutos, esteve sempre abaixo das populações com milho *Bt*, apesar de, que em todas as datas não diferiram significativamente. Provavelmente, tenha ocorrido a perda de algumas plantas pelo ataque de *S. frugiperda* cortando essas, resultados esses que discordam dos encontrados por Camillo et al. (2005), os quais não observaram plantas cortadas por *S. frugiperda* no tratamento de semente com tiodicarbe. Outro ponto de destaque é a proteção das plantas, após 20 DAE, dada pelo milho *Bt*, já no convencional, com tratamento de semente com inseticidas, nota-se uma tendência a redução da população de plantas. Isso está de acordo com Quintela et al. (2006), que estudaram o controle de *S. frugiperda* na parte aérea da cultura com imidacloprido + tiodicarbe e concluíram que a proteção a esta espécie vai até 14 DAE, portanto, não se espera que a proteção ao corte de plantas, seja superior a esse período, em caso de reinfestação.

Quanto ao fato de tratar ou não a semente do milho *Bt* com inseticidas, pode se observar que não ocorreram diferenças significativas quanto a população de plantas, na ausência de insetos-praga, pois de acordo com Buntin (2008), a produção da toxina *Bt* não afeta o estabelecimento das plantas. Quando ocorreu *S. frugiperda* no solo, a população de plantas de milho *Bt* não foi afetada, independente se a semente recebeu ou não inseticida, pois a toxina Cry1Ab apresenta ação tóxica para *S. frugiperda* (WAQUIL et al., 2004), protegendo as plantas do ataque desse inseto-praga, porém o mesmo não ocorre para *A. ipsilon* (PILCHER et al., 1997) outro inseto-praga que ataca as plantas na fase inicial da cultura (VIANA et al., 2002). Portanto, como no campo ocorre uma diversidade de espécies-praga, o tratamento de semente com inseticidas daria uma proteção complementar, especialmente para os insetos-praga, nos quais a toxina *Bt* não teria efeito sobre a mortalidade.

Nesse experimento a população média de plantas de milho *Bt* foi próxima a 5,5 plantas m<sup>-2</sup> e ocorreram em média 4,6 lagartas grandes (> 1,5 cm) m<sup>-2</sup> (4,2 lagartas grandes m<sup>-1</sup> de sulco de semeadura) nas amostragens preliminares. Pode-se considerar essa infestação com uma “alta pressão”, visto que Camillo et al. (2005), em trabalho com *S. frugiperda* cortando plantas, consideraram a infestação de uma lagarta grande por planta como uma “alta pressão” de infestação. Com base nesse ponto, pode-se afirmar que o milho *Bt* resistiu ao ataque na fase inicial da cultura de uma “alta pressão” de lagartas grandes de *S. frugiperda*.

#### **4.2 Milho *Bt* e inseticidas, no controle *S. frugiperda* na parte aérea da cultura, na semeadura do cedo e do tarde**

A apresentação dos resultados e as posteriores discussões foram divididas em cinco partes. A primeira refere-se ao efeito do milho *Bt* e do tratamento de semente com inseticidas, no percentual de plantas atacadas, na nota de dano e no número de lagartas pequenas e grandes aos 20 DAE, da semeadura do tarde. As demais quatro partes foram divididas no efeito do milho *Bt* e pulverizações de inseticidas, sobre o percentual de plantas atacadas, sobre a nota de dano e sobre o número de lagartas pequenas e grandes. Para cada variável, os resultados foram

apresentados em duas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) e duas épocas de semeadura (cedo e tarde).

A primeira data de cada época de semeadura, aos 42 DAE (semeadura do cedo) e aos 20 DAE (semeadura do tarde), referiu-se à avaliação anterior a pulverização de inseticida, portanto, apesar de ter sido realizado o confrontamento das combinações sem e com pulverização de inseticida, nessas datas, não deveriam ocorrer diferenças significativas, visto que esse fator ainda não havia sido aplicado.

#### 4.2.1 Efeito do milho *Bt* e tratamento de semente com inseticidas, no percentual de plantas atacadas, na nota de dano e no número de lagartas pequenas e grandes

O efeito no percentual de plantas atacadas por *S. frugiperda* em milho convencional e *Bt*, sem e com tratamento de semente com inseticidas, pode ser observado na Tabela 6. Quando se combinou milho *Bt* e tratamento de semente com inseticidas, ocorreram diferenças significativas para as demais combinações, no restante só diferiram o milho convencional com tratamento de semente com inseticidas com 99,4% de ataque, para o milho *Bt* sem tratamento de semente com 95,0%, apesar da diferença ser próxima a não significância ( $P = 0,048$ ).

Quanto ao efeito dos milhos (convencional e *Bt*) e o tratamento de semente na nota de dano, ocorreram diferenças significativas entre todas as combinações (Tabela 6). Pode se observar notas de dano crescentes conforme foi reduzido à proteção. Quando se combinou milho *Bt* com e sem tratamento de semente com inseticidas, convencional com e sem tratamento de semente com inseticidas, foram obtidas, respectivamente, às notas de dano de 1,81; 2,60; 4,91 e 6,14. A toxina *Bt* protegeu mais da injúria de *S. frugiperda* do que os inseticidas, em tratamento de semente.

O número de lagartas pequenas observadas nas combinações entre os milhos (convencional e *Bt*) e o tratamento de semente, demonstrou diferenças significativas, somente quando foram comparadas as médias das combinações com milho *Bt* versus convencional, portanto, o tratamento de semente com inseticidas não afetou o número de lagartas pequenas aos 20 DAE (Tabela 6).

Para o número de lagartas grandes, nas combinações entre os milhos (convencional e *Bt*) e o tratamento de semente, as diferenças ocorreram para todas as combinações de milhos (convencional e *Bt*) e tratamento de semente, com exceção para o milho *Bt* sem e com tratamento de semente com inseticidas, em função de não apresentarem lagartas grandes nesse milho aos 20 DAE (Tabela 6).

**Tabela 6** – Percentual de plantas atacadas, nota de dano (0 a 9), número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$  cm) e grandes ( $> 1,5$  cm) de *Spodoptera frugiperda* aos 20 dias após a emergência na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média $\pm$ desvio padrão		P – valor
Percentual de plantas atacadas			
MC ST x MC CT	98,8 $\pm$ 2,3	X 99,4 $\pm$ 1,8	0,252
MC ST x MB ST	98,8 $\pm$ 2,3	X 95,0 $\pm$ 4,6	0,090
MC ST x MB CT	98,8 $\pm$ 2,3	X 82,5 $\pm$ 8,9	< 0,001*
MC CT x MB ST	99,4 $\pm$ 1,8	X 95,0 $\pm$ 4,6	0,048*
MC CT x MB CT	99,4 $\pm$ 1,8	X 82,5 $\pm$ 8,9	< 0,001*
MB ST x MB CT	95,0 $\pm$ 4,6	X 82,5 $\pm$ 8,9	0,004*
Nota de dano			
MC ST x MC CT	6,14 $\pm$ 0,62	X 4,91 $\pm$ 0,40	< 0,001*
MC ST x MB ST	6,14 $\pm$ 0,62	X 2,60 $\pm$ 0,35	< 0,001*
MC ST x MB CT	6,14 $\pm$ 0,62	X 1,81 $\pm$ 0,32	< 0,001*
MC CT x MB ST	4,91 $\pm$ 0,40	X 2,60 $\pm$ 0,35	< 0,001*
MC CT x MB CT	4,91 $\pm$ 0,40	X 1,81 $\pm$ 0,32	< 0,001*
MB ST x MB CT	2,60 $\pm$ 0,35	X 1,81 $\pm$ 0,32	0,003*
Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$ cm)			
MC ST x MC CT	3,19 $\pm$ 0,94	X 3,38 $\pm$ 0,30	0,401
MC ST x MB ST	3,19 $\pm$ 0,94	X 1,55 $\pm$ 1,35	0,020*
MC ST x MB CT	3,19 $\pm$ 0,94	X 2,25 $\pm$ 0,95	0,057*
MC CT x MB ST	3,38 $\pm$ 0,30	X 1,55 $\pm$ 1,35	0,002*
MC CT x MB CT	3,38 $\pm$ 0,30	X 2,25 $\pm$ 0,95	0,011*
MB ST x MB CT	1,55 $\pm$ 1,35	X 2,25 $\pm$ 0,95	0,217
Número de lagartas grandes ( $> 1,5$ cm)			
MC ST x MC CT	0,59 $\pm$ 0,20	X 0,18 $\pm$ 0,16	0,002*
MC ST x MB ST	0,59 $\pm$ 0,20	X 0,00 $\pm$ 0,00	< 0,001*
MC ST x MB CT	0,59 $\pm$ 0,20	X 0,00 $\pm$ 0,00	< 0,001*
MC CT x MB ST	0,18 $\pm$ 0,16	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,010*
MC CT x MB CT	0,18 $\pm$ 0,16	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,010*
MB ST x MB CT	0,00 $\pm$ 0,00	X 0,00 $\pm$ 0,00	$\geq 0,05$

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; ST - sem tratamento de semente; e CT - com tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe.

O percentual de plantas atacadas foi elevado mesmo em milho *Bt*, sendo esse resultado esperado, pois, para ocorrer a morte do inseto, esse precisa se alimentar da planta, para ingerir a toxina Cry1Ab (COPPING; MENN, 2000); e, assim as plantas acabam apresentando sinais de ataque. As diferenças de proteção foram mais bem visualizadas quando comparados os tratamentos pela escala de notas de dano, no qual a toxina Cry1Ab, assim como o tratamento de semente com inseticidas, protegeram a planta da injúria causada por *S. frugiperda*. O tratamento de semente com inseticidas proporcionou menor proteção à injúria do que a toxina *Bt*. De acordo com Ceccon et al. (2004) tiodicarbe reduziu o percentual de plantas atacadas, porém isso não significa a ausência de danos nas plantas com esse inseticida.

O número de lagartas pequenas, nessa data, não foi afetado pelo tratamento de semente com inseticidas. Segundo Quintela et al. (2006), os inseticidas imidacloprido + tiodicarbe (na dose utilizada nesse experimento) controlam as lagartas pequenas de *S. frugiperda* em 80% por aproximadamente 14 DAE, e de acordo com Fernandes (2003), o período de incubação a 28°C foi de 2,7 dias em milho convencional. Portanto, era esperado que as lagartas que eclodiram a partir dos 17 DAE, sobrevivessem em plantas que tiveram sua semente tratada com inseticida. Para o milho *Bt*, segundo Soberón et al. (2009), a toxina Cry é expressa continuamente nos tecidos da planta, assim as diferenças significativas para o milho convencional foram dentro do esperado.

A eficiência de controle de lagartas grandes no milho convencional com tratamento de semente com inseticidas foi de 30,5%, aos 20 DAE, estando de acordo com Quintela et al. (2006), os quais comentam que os inseticidas imidacloprido + tiodicarbe controlaram a população de lagartas grandes de *S. frugiperda* em 50%, aos 21 DAE. No milho *Bt*, não ocorreu lagartas grandes nessa data, podendo ter sido efeito da mortalidade de *S. frugiperda*, assim como o atraso no desenvolvimento das lagartas causada pela toxina (Cry1Ab) (BOKONON-GANTA et al., 2003). As que sobreviveram no milho *Bt*, podem ter sido contabilizadas como lagartas grandes, somente na avaliação aos 28 DAE, visualizada no item 4.2.5 (Tabelas 21 e 22).

#### 4.2.2 Efeito do milho *Bt* e pulverizações de inseticidas, no percentual de plantas atacadas

O efeito no percentual de plantas atacadas por *S. frugiperda* em milho convencional e *Bt*, sem e com pulverização de inseticida, demonstrou aos 42 DAE, que ocorreram diferenças significativas entre milho convencional e *Bt*, nas áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (Tabelas 7 e 8). Em função de essa avaliação ser anterior a pulverização de inseticida, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos sem e com pulverização de inseticida, dentro do mesmo milho, com exceção entre as combinações de milho convencional (sem e com pulverização de inseticida) na área sem tratamento de semente, porém essa ficou próxima da não significância ( $P = 0,046$ ).

Na semeadura do cedo, aos 49 DAE, o percentual de plantas atacadas, foi similar entre as áreas, sem e com tratamento de semente com inseticidas, (Tabelas 7 e 8). Diferenças significativas não ocorreram somente entre as combinações do milho convencional sem pulverização de inseticida e desse com pulverização. Portanto, nessa data de avaliação, além das diferenças entre as combinações com milho *Bt* das com convencional, pode-se observar o efeito da pulverização de inseticida na redução do percentual de plantas atacadas por *S. frugiperda* no milho *Bt*.

Aos 56 DAE, o percentual de plantas atacadas por *S. frugiperda*, demonstrou algumas modificações em relação à avaliação anterior, visto que, nessa data, não ocorreram diferenças entre os tratamentos com milho *Bt* pulverizado do sem pulverização de inseticida, nas áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (Tabelas 7 e 8). Isso ocorreu principalmente pelo aumento em relação a avaliação anterior do percentual de ataque de *S. frugiperda*, no milho *Bt* pulverizado com inseticida. Nos demais confrontamentos de milho *Bt* versus convencional, independente de pulverizados ou não com inseticidas, o milho *Bt* sempre apresentou menor percentual de plantas atacadas por *S. frugiperda*.

Aos 63 DAE, os percentuais de plantas atacadas por *S. frugiperda*, nas áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo, de maneira geral, foram semelhantes dos ocorridos aos 42 DAE, antes da pulverização dos inseticidas; Dessa maneira, ocorreram diferenças significativas entre as

combinações com milho *Bt* das com convencional, e não houve efeito da pulverização com inseticidas (Tabelas 7 e 8). Para praticamente todas as combinações, houve uma redução do percentual de plantas atacadas em relação aos 42 DAE.

**Tabela 7** – Percentual de plantas atacadas por *Spodoptera frugiperda*, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
42 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	81,3 ± 7,5	X 95,0 ± 4,1	0,046*
MC SP x MB SP	81,3 ± 7,5	X 43,3 ± 6,2	0,010*
MC SP x MB CP	81,3 ± 7,5	X 42,5 ± 15,0	0,005*
MC CP x MB SP	95,0 ± 4,1	X 43,3 ± 6,2	0,007*
MC CP x MB CP	95,0 ± 4,1	X 42,5 ± 15,0	0,011*
MB SP x MB CP	43,3 ± 6,2	X 42,5 ± 15,0	0,092
49 DAE			
MC SP x MC CP	90,0 ± 0,0	X 86,5 ± 10,3	0,481
MC SP x MB SP	90,0 ± 0,0	X 57,5 ± 13,2	0,004*
MC SP x MB CP	90,0 ± 0,0	X 30,0 ± 10,8	0,015*
MC CP x MB SP	86,5 ± 10,3	X 57,5 ± 13,2	0,034*
MC CP x MB CP	86,5 ± 10,3	X 30,0 ± 10,8	0,004*
MB SP x MB CP	57,5 ± 13,2	X 30,0 ± 10,8	0,023*
56 DAE			
MC SP x MC CP	97,5 ± 2,9	X 82,5 ± 10,4	0,042*
MC SP x MB SP	97,5 ± 2,9	X 51,3 ± 11,1	0,006*
MC SP x MB CP	97,5 ± 2,9	X 46,3 ± 7,5	0,003*
MC CP x MB SP	82,5 ± 10,4	X 51,3 ± 11,1	0,018*
MC CP x MB CP	82,5 ± 10,4	X 46,3 ± 7,5	0,011*
MB SP x MB CP	51,3 ± 11,1	X 46,3 ± 7,5	0,489
63 DAE			
MC SP x MC CP	88,8 ± 7,5	X 76,3 ± 17,0	0,164
MC SP x MB SP	88,8 ± 7,5	X 28,8 ± 20,6	0,011*
MC SP x MB CP	88,8 ± 7,5	X 33,8 ± 25,0	0,018*
MC CP x MB SP	76,3 ± 17,0	X 28,8 ± 20,6	0,010*
MC CP x MB CP	76,3 ± 17,0	X 33,8 ± 25,0	0,033*
MB SP x MB CP	28,8 ± 20,6	X 33,8 ± 25,0	0,232

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com novalurom + metomil aos 43 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

Na avaliação anterior à pulverização de inseticida, a diferença entre as médias do tratamento que não receberia a pulverização para o que seria pulverizado com inseticida está dentro do esperado, pois, segundo Melo et al. (2006) a população de *S. frugiperda*, em um primeiro momento, encontra-se em um arranjo agregado, quando a densidade populacional ainda é baixa, após passa por uma aleatoriedade quando o tamanho da população começa aumentar, até atingir a distribuição uniforme quando a população atinge seu máximo tamanho. Apesar dos valores percentuais elevados, a população ainda não havia se distribuído uniformemente na área, ocorrendo diferenças de infestação entre as parcelas.

A redução do percentual de plantas atacadas no milho convencional pulverizado com inseticidas na semeadura do cedo, não foi expressiva, estando de acordo com Costa et al. (2005), que relatam resultados semelhantes, após a primeira pulverização de inseticida em milho. Isso pode ter ocorrido também devido ao consumo, pelas lagartas, de parte das folhas, antes da pulverização dos inseticidas.

Considerando que as plantas de milho apresentaram um período para a expansão de uma nova folha, de seis dias em média nesse experimento, as injúrias provocadas pelas lagartas, antes da morte pelos inseticidas, foram contabilizadas nas avaliações posteriores, juntamente com as causadas pelas lagartas sobreviventes e as eclodidas após o efeito residual dos inseticidas.

A redução significativa do percentual de plantas atacadas por *S. frugiperda*, no milho *Bt* pulverizado com inseticidas, em relação ao sem pulverização, que foi na média das duas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) na semeadura do cedo de 25,6%, na avaliação aos 49 DAE (seis dias após a pulverização de inseticida), pode ter sido efeito de choque do inseticida metomil (MARÇON et al., 2002), juntamente com a ação da toxina Cry1Ab sobre as lagartas de *S. frugiperda* (WAQUIL et al., 2004). De forma similar, a pulverização de inseticida realizada aos 43 DAE, reduziu o percentual de plantas atacadas no milho convencional, mas não diferiu do tratamento sem pulverização, especialmente na primeira data de amostragem, após a pulverização de inseticida. Enquanto, para os milhos (convencional e *Bt*) sem pulverização de inseticida, ocorreu um aumento de plantas com ataque de *S. frugiperda* (Figura 6 (a) e (b)).

**Tabela 8** – Percentual de plantas atacadas por *Spodoptera frugiperda*, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
42 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	88,8 ± 4,8	X 87,5 ± 15,0	0,074
MC SP x MB SP	88,8 ± 4,8	X 43,3 ± 2,4	0,001*
MC SP x MB CP	88,8 ± 4,8	X 42,5 ± 6,5	0,004*
MC CP x MB SP	87,5 ± 15,0	X 43,3 ± 2,4	0,013*
MC CP x MB CP	87,5 ± 15,0	X 42,5 ± 6,5	0,007*
MB SP x MB CP	43,3 ± 2,4	X 42,5 ± 6,5	0,164
49 DAE			
MC SP x MC CP	88,8 ± 7,5	X 83,3 ± 2,4	0,161
MC SP x MB SP	88,8 ± 7,5	X 57,5 ± 6,5	0,012*
MC SP x MB CP	88,8 ± 7,5	X 33,8 ± 18,9	0,011*
MC CP x MB SP	83,3 ± 2,4	X 57,5 ± 6,5	0,007*
MC CP x MB CP	83,3 ± 2,4	X 33,8 ± 18,9	0,016*
MB SP x MB CP	57,5 ± 6,5	X 33,8 ± 18,9	0,044*
56 DAE			
MC SP x MC CP	96,3 ± 4,8	X 87,5 ± 9,6	0,129
MC SP x MB SP	96,3 ± 4,8	X 60,0 ± 14,1	0,018*
MC SP x MB CP	96,3 ± 4,8	X 53,8 ± 11,1	0,003*
MC CP x MB SP	87,5 ± 9,6	X 60,0 ± 14,1	0,037*
MC CP x MB CP	87,5 ± 9,6	X 53,8 ± 11,1	0,018*
MB SP x MB CP	60,0 ± 14,1	X 53,8 ± 11,1	0,464
63 DAE			
MC SP x MC CP	82,5 ± 13,2	X 68,8 ± 27,5	0,379
MC SP x MB SP	82,5 ± 13,2	X 38,8 ± 13,1	0,006*
MC SP x MB CP	82,5 ± 13,2	X 30,0 ± 10,8	0,012*
MC CP x MB SP	68,8 ± 27,5	X 38,8 ± 13,1	0,100
MC CP x MB CP	68,8 ± 27,5	X 30,0 ± 10,8	0,021*
MB SP x MB CP	38,8 ± 13,1	X 30,0 ± 10,8	0,323

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com novalurom + metomil aos 43 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

Na semeadura do cedo, o milho *Bt* sem pulverização de inseticida, apresentou (média das datas e áreas) 47,6% de plantas atacadas por *S. frugiperda* e o convencional sem pulverização de inseticida 89,3%. Os menores valores de plantas atacadas no milho *Bt*, em relação ao convencional, também foram obtidos por Buntin (2008), em que os híbridos convencionais apresentaram 63,0% de plantas atacadas por *S. frugiperda* e os *Bt* (Cry1Ab) 37,2%. Da mesma forma,

Fernandes et al. (2003) relatam que a porcentagem de plantas atacadas ao longo do ciclo vegetativo, foi significativamente maior no milho convencional do que no milho *Bt*.

A redução do percentual do ataque de *S. frugiperda*, após os 56 DAE (Figura 6 (a) e (b)) em todas as combinações, segundo Azevedo et al. (2003) pode ter ocorrido em virtude do envelhecimento dos tecidos foliares, pela cultura estar em estágio mais avançado. Em consequência disso, a média das áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) na última data, foi de 32,9% de plantas atacadas no milho *Bt* e 79,1% no convencional.

O efeito sobre o percentual de plantas atacadas por *S. frugiperda*, em milho convencional e *Bt*, sem e com pulverização de inseticida, na semeadura do tarde, pode ser observado nas Tabelas 9 e 10. Aos 20 DAE, na área sem tratamento de semente com inseticidas (Tabela 9), não se observaram diferenças significativas, visto que, para todas as combinações os percentuais de ataque de *S. frugiperda* encontravam-se acima de 90%. Na área com tratamento de semente com inseticidas (Tabela 10), em função de o limite inferior ser de 80% de plantas atacadas por *S. frugiperda*, observaram-se diferenças significativas entre as combinações com milho *Bt versus* as com milho convencional. Em função de ser a avaliação anterior a pulverização de inseticida, não eram esperadas outras diferenças significativas.

Aos 28 DAE, nas áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde, não ocorreram diferenças significativas sobre os percentuais de ataque de *S. frugiperda* entre o milho convencional sem e o com pulverização de inseticida, o mesmo ocorreu para o milho *Bt* (Tabelas 9 e 10). Quando se analisou as combinações com milho convencional *versus* as com *Bt*, nas áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas, os resultados diferiram quanto à significância de alguns confrontamentos. Na área sem tratamento de semente com inseticidas (Tabela 9), as diferenças significativas ocorreram entre o milho *Bt* pulverizado e o milho convencional, sem ou com pulverização de inseticida. Na área com tratamento de semente com inseticidas (Tabela 10), ocorreram diferenças significativas entre o milho convencional sem pulverização de inseticida e o *Bt* sem ou com pulverização de inseticida. Nas duas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas), nessa data, não diferiram o milho convencional pulverizado com inseticida e o *Bt* não pulverizado, nos quais os percentuais estiveram acima de 91% de ataque de *S. frugiperda*.

Aos 36 DAE, na semeadura do tarde, nas áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas, de maneira geral, ocorreram diferenças significativas nos percentuais de ataque de *S. frugiperda*, entre as combinações com milho convencional das com *Bt* (Tabelas 9 e 10). À exceção do milho *Bt* sem pulverização de inseticida e do convencional pulverizado, na área sem tratamento de semente, que não diferiram embora tenham ficado próximo a significância ( $P = 0,056$ ).

Aos 42 DAE, na semeadura do tarde, os resultados dos percentuais de ataque de *S. frugiperda* foram similares nas áreas, sem e com tratamento de semente com inseticidas (Tabelas 9 e 10). O milho convencional pulverizado e esse sem pulverização de inseticida não diferiram, nos demais confrontamentos ocorreram alta significância, inclusive para o milho *Bt* pulverizado e o sem pulverização de inseticida, que apresentaram somente nessa data significância para os percentuais de ataque de *S. frugiperda*.

Os percentuais de ataque de *S. frugiperda*, na semeadura do tarde, foram superiores aos do cedo, em função das infestações contínuas, resultantes das temperaturas elevadas, que ocorrem nesse período no Estado do RS, e, segundo Afonso et al (2008b), proporcionam maior número de gerações e, conseqüentemente maior população de *S. frugiperda* nas semeaduras tardias. Melo et al. (2006) consideraram, como altos níveis de infestação o valor de 70% de plantas infestadas por essa espécie. Esses autores destacaram também que o percentual de ataque elevado estaria relacionado ao fato das áreas vizinhas de seus experimentos terem sido cultivadas com milho. Do mesmo modo, ocorrido na semeadura do tarde, nesse trabalho.

O milho convencional, sem pulverização de inseticida, manteve-se em todas as datas de avaliação, próximo a 100% de plantas atacadas (Figura 6 (c) e (d)). Os demais tratamentos reduziram o percentual de ataque, especialmente após os 28 DAE. Quanto ao milho *Bt*, quando pulverizado com inseticida, reduziu até a última data avaliada, enquanto o sem pulverização estabilizou após os 36 DAE. O fato de os milhos (convencional e *Bt*) pulverizados com inseticidas terem reduzido o percentual de ataque de *S. frugiperda*, após os 28 DAE, foi resultado da segunda aplicação ocorrida aos 34 DAE. Para Azevedo et al. (2003), quando realizadas aplicações sucessivas de inseticida obteve-se as melhores eficiências de controle de *S. frugiperda* em milho.

**Tabela 9** – Percentual de plantas atacadas por *Spodoptera frugiperda*, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
20 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	98,8 ± 2,5	X 98,8 ± 2,5	≥ 0,05
MC SP x MB SP	98,8 ± 2,5	X 96,3 ± 4,8	0,464
MC SP x MB CP	98,8 ± 2,5	X 93,8 ± 4,8	0,147
MC CP x MB SP	98,8 ± 2,5	X 96,3 ± 4,8	0,460
MC CP x MB CP	98,8 ± 2,5	X 93,8 ± 4,8	0,158
MB SP x MB CP	96,3 ± 4,8	X 93,8 ± 4,8	0,468
28 DAE			
MC SP x MC CP	100,0 ± 0,0	X 100,0 ± 0,0	≥ 0,05
MC SP x MB SP	100,0 ± 0,0	X 96,3 ± 4,8	0,177
MC SP x MB CP	100,0 ± 0,0	X 82,5 ± 9,6	0,027*
MC CP x MB SP	100,0 ± 0,0	X 96,3 ± 4,8	0,194
MC CP x MB CP	100,0 ± 0,0	X 82,5 ± 9,6	0,023*
MB SP x MB CP	96,3 ± 4,8	X 82,5 ± 9,6	0,057
36 DAE			
MC SP x MC CP	95,0 ± 5,8	X 77,5 ± 9,6	0,035*
MC SP x MB SP	95,0 ± 5,8	X 62,5 ± 8,7	0,004*
MC SP x MB CP	95,0 ± 5,8	X 40,0 ± 20,4	0,009*
MC CP x MB SP	77,5 ± 9,6	X 62,5 ± 8,7	0,056
MC CP x MB CP	77,5 ± 9,6	X 40,0 ± 20,4	0,016*
MB SP x MB CP	62,5 ± 8,7	X 40,0 ± 20,4	0,077
42 DAE			
MC SP x MC CP	95,0 ± 5,8	X 87,5 ± 8,7	0,212
MC SP x MB SP	95,0 ± 5,8	X 62,5 ± 8,7	0,006*
MC SP x MB CP	95,0 ± 5,8	X 16,3 ± 10,3	0,004*
MC CP x MB SP	87,5 ± 8,7	X 62,5 ± 8,7	0,017*
MC CP x MB CP	87,5 ± 8,7	X 16,3 ± 10,3	0,006*
MB SP x MB CP	62,5 ± 8,7	X 16,3 ± 10,3	0,007*

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com metomil aos 21 e aos 34 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

A maior eficiência no controle de *S. frugiperda*, quando realizadas pulverizações de inseticidas consecutivas, descrito por Azevedo et al. (2003), complementada pela ação da toxina Cry1Ab, também pode ser a explicação para os menores percentuais de ataque de *S. frugiperda* no milho *Bt* pulverizado com inseticida, na avaliação aos 42 DAE, da semeadura do tarde em relação a todas as

avaliações da semeadura do cedo. As maiores diferenças, quanto à pulverização de inseticida no milho *Bt*, foram observadas nessa época de semeadura em relação à do cedo (Figura 6). Na média das duas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) aos 42 DAE, o milho *Bt* pulverizado com inseticida apresentou 12,6% de plantas atacadas por *S. frugiperda* e o sem pulverização 53,2%.

**Tabela 10** – Percentual de plantas atacadas por *Spodoptera frugiperda*, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
20 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	98,8 ± 2,5	X 100,0 ± 0,0	0,433
MC SP x MB SP	98,8 ± 2,5	X 85,0 ± 4,1	0,007*
MC SP x MB CP	98,8 ± 2,5	X 80,0 ± 12,2	0,012*
MC CP x MB SP	100,0 ± 0,0	X 85,0 ± 4,1	0,006*
MC CP x MB CP	100,0 ± 0,0	X 80,0 ± 12,2	0,017*
MB SP x MB CP	85,0 ± 4,1	X 80,0 ± 12,2	0,462
28 DAE			
MC SP x MC CP	100,0 ± 0,0	X 96,3 ± 4,8	0,191
MC SP x MB SP	100,0 ± 0,0	X 91,3 ± 4,8	0,022*
MC SP x MB CP	100,0 ± 0,0	X 83,8 ± 13,1	0,046*
MC CP x MB SP	96,3 ± 4,8	X 91,3 ± 4,8	0,207
MC CP x MB CP	96,3 ± 4,8	X 83,8 ± 13,1	0,148
MB SP x MB CP	91,3 ± 4,8	X 83,8 ± 13,1	0,301
36 DAE			
MC SP x MC CP	95,0 ± 4,1	X 83,8 ± 13,8	0,160
MC SP x MB SP	95,0 ± 4,1	X 48,8 ± 15,5	0,011*
MC SP x MB CP	95,0 ± 4,1	X 35,0 ± 18,7	0,005*
MC CP x MB SP	83,8 ± 13,8	X 48,8 ± 15,5	0,024*
MC CP x MB CP	83,8 ± 13,8	X 35,0 ± 18,7	0,014*
MB SP x MB CP	48,8 ± 15,5	X 35,0 ± 18,7	0,277
42 DAE			
MC SP x MC CP	98,8 ± 2,5	X 90,0 ± 11,5	0,172
MC SP x MB SP	98,8 ± 2,5	X 43,8 ± 14,4	0,012*
MC SP x MB CP	98,8 ± 2,5	X 8,8 ± 8,5	0,001*
MC CP x MB SP	90,0 ± 11,5	X 43,8 ± 14,4	0,013*
MC CP x MB CP	90,0 ± 11,5	X 8,8 ± 8,5	0,004*
MB SP x MB CP	43,8 ± 14,4	X 8,8 ± 8,5	0,016*

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com metomil aos 21 e aos 34 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

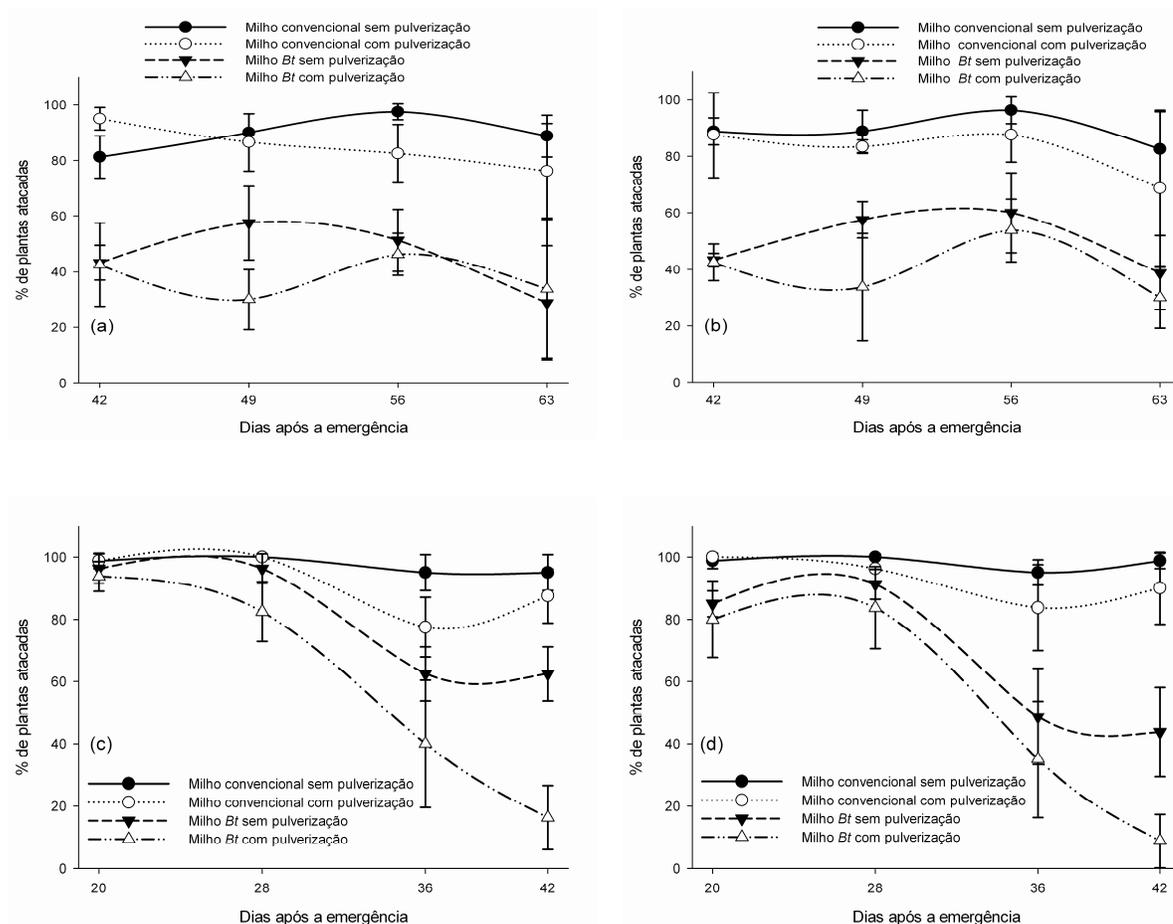
Os percentuais de ataque de *S. frugiperda*, em algumas datas de avaliações, no milho convencional pulverizado com inseticida, foram próximos aos do milho *Bt* sem pulverização de inseticida, estando de acordo com Mendes et al. (2008), que relataram que com o desenvolvimento das plantas, o percentual de ataque por *S. frugiperda* no milho *Bt* se equipaleu ao convencional, tendo esse último recebido quatro pulverizações de inseticidas.

Na avaliação das duas épocas de semeadura (Figura 6), nota-se que as infestações de *S. frugiperda*, na cultura do milho iniciaram precocemente na semeadura do tarde, além dos percentuais de infestação de ataque por *S. frugiperda* atingirem maiores valores, nessa época, melhores visualizados no milho *Bt*. Esse resultado, já discutido anteriormente, tem relação com as temperaturas mais elevadas nas semeaduras do tarde, no Estado do RS, acarretando, em maior número de gerações e juntamente com a população de *S. frugiperda* oriunda do milho, das semeaduras do cedo, originam maiores infestações dessa espécie nas épocas de semeadura tardia.

Na primeira data avaliada, o milho *Bt* apresentou um percentual de ataque de *S. frugiperda* entre 40 e 50% na semeadura do cedo, e no tarde superou 80% (Figura 6). Fernandes et al. (2003) descreveram que o maior valor de ataque de *S. frugiperda* foi de 46,1% no milho *Bt* e que os percentuais de ataque acima de 80%, foram observados somente no milho convencional.

Os percentuais elevados na primeira data de avaliação, nas duas épocas de semeadura, foram resultados da rápida infestação desse inseto-praga. Esses dados estão de acordo com o relato de Melo et al. (2006), no qual a percentagem de infestação foi bastante baixa até a terceira amostragem, quando se detectou 4,1% de infestação, aumentando para mais de 50% de plantas atacadas por *S. frugiperda* na semana seguinte.

Para as duas épocas de semeadura, o milho convencional sem pulverização de inseticida sofreu ataque de *S. frugiperda* acima de 80% (Figura 6). Para Buntin (2008), as diferenças de produtividade entre os milhos convencional e *Bt*, ocorreram somente quando o nível de infestação no cartucho excedeu 50% de ataque de *S. frugiperda* no milho convencional.



**Figura 6** – Percentual de plantas atacadas por *Spodoptera frugiperda*, em áreas (a) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (b) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (c) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) e (d) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

#### 4.2.3 Efeito do milho *Bt* e pulverizações de inseticidas, na nota de dano

A injúria avaliada por meio da nota de dano em plantas atacadas por *S. frugiperda*, em milho convencional e *Bt*, sem e com pulverização de inseticida, na semeadura do cedo, demonstrou aos 42 DAE não haver diferenças significativas entre as médias do milho *Bt* que seria pulverizado com inseticida do que não seria, do mesmo modo, para o convencional (Tabelas 11 e 12). Esse resultado indicou que

antes da aplicação dos inseticidas as parcelas apresentavam-se semelhantes quanto à nota de dano. Nas comparações do milho *Bt versus* convencional, ocorreram diferenças com altas significâncias. Na média das áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas), o milho *Bt* apresentou nota de dano de 0,47 e o convencional de 2,48.

Aos 49 DAE, a nota de dano no cartucho do milho, causado por *S. frugiperda* na semeadura do cedo, nas áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas, diferiu significativamente para todos os confrontamentos de médias, com exceção na área sem tratamento semente, na qual o milho *Bt* pulverizado com inseticida e o sem pulverização não diferiram, apesar da proximidade da significância ( $P = 0,056$ ), o mesmo ocorreu para o milho convencional sem e o com pulverização de inseticida ( $P = 0,055$ ) (Tabelas 11 e 12).

A nota de dano obtida pelo ataque de *S. frugiperda*, nas avaliações aos 56 e 63 DAE, na semeadura do cedo, apresentou resultados semelhantes nas áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas, que demonstraram alta significância entre os confrontamentos de milho *Bt versus* convencional, pulverizados ou não com inseticida, e entre o milho convencional sem e com pulverização de inseticida (Tabelas 11 e 12). Entre o milho *Bt* sem e com pulverização de inseticida, observaram-se diferenças significativas, somente na área com tratamento de semente com inseticidas aos 63 DAE. O mesmo ocorreu na avaliação dos 49 DAE nessa mesma área.

A nota de dano obtida pelo ataque de *S. frugiperda* nas plantas de milho, na semeadura do cedo, não foi similar a observada no milho convencional pulverizado com inseticida e do milho sem pulverização (Figura 7 (a) e (b)). No milho convencional pulverizado com inseticida, observou-se uma estabilização da nota de dano no decorrer das avaliações, enquanto o sem pulverização esta aumentou.

A ausência de controle de *S. frugiperda* no milho convencional sem pulverização de inseticida permitiu que as lagartas se desenvolvessem normalmente, completando seu estágio larval e, conseqüentemente causando maiores lesões foliares, visto que os ínstares mais avançados são os que causam os maiores danos nas plantas (WAQUIL; VILELLA, 2003).

**Tabela 11** – Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por *Spodoptera frugiperda*, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
42 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	2,32 ± 0,21	X 2,54 ± 0,27	0,143
MC SP x MB SP	2,32 ± 0,21	X 0,43 ± 0,06	0,002*
MC SP x MB CP	2,32 ± 0,21	X 0,42 ± 0,02	< 0,001*
MC CP x MB SP	2,54 ± 0,27	X 0,43 ± 0,06	0,004*
MC CP x MB CP	2,54 ± 0,27	X 0,42 ± 0,02	0,003*
MB SP x MB CP	0,43 ± 0,06	X 0,42 ± 0,02	0,343
49 DAE			
MC SP x MC CP	3,16 ± 0,40	X 2,38 ± 0,57	0,055
MC SP x MB SP	3,16 ± 0,40	X 0,71 ± 0,31	0,002*
MC SP x MB CP	3,16 ± 0,40	X 0,35 ± 0,09	0,004*
MC CP x MB SP	2,38 ± 0,57	X 0,71 ± 0,31	0,002*
MC CP x MB CP	2,38 ± 0,57	X 0,35 ± 0,09	0,006*
MB SP x MB CP	0,71 ± 0,31	X 0,35 ± 0,09	0,056
56 DAE			
MC SP x MC CP	4,78 ± 0,44	X 2,63 ± 0,54	0,004*
MC SP x MB SP	4,78 ± 0,44	X 0,77 ± 0,17	0,003*
MC SP x MB CP	4,78 ± 0,44	X 0,55 ± 0,09	0,007*
MC CP x MB SP	2,63 ± 0,54	X 0,77 ± 0,17	0,004*
MC CP x MB CP	2,63 ± 0,54	X 0,55 ± 0,09	0,007*
MB SP x MB CP	0,77 ± 0,17	X 0,55 ± 0,09	0,060
63 DAE			
MC SP x MC CP	5,29 ± 0,50	X 3,18 ± 0,59	0,010*
MC SP x MB SP	5,29 ± 0,50	X 0,53 ± 0,38	0,003*
MC SP x MB CP	5,29 ± 0,50	X 0,64 ± 0,25	0,008*
MC CP x MB SP	3,18 ± 0,59	X 0,53 ± 0,38	0,002*
MC CP x MB CP	3,18 ± 0,59	X 0,64 ± 0,25	0,007*
MB SP x MB CP	0,53 ± 0,38	X 0,64 ± 0,25	0,418

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com novalurom + metomil aos 43 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

Os resultados de controle de *S. frugiperda* com novalurom + metomil encontrados por Tomquelski; Martins (2007) demonstraram boa eficiência até sete dias após a pulverização de inseticida. Os resultados desses autores podem explicar a menor nota de dano no milho convencional pulverizado com inseticida em relação ao não pulverizado, pois como não ocorreu uma nova infestação na semeadura do cedo (item 4.2.4), e houve a redução do número de lagartas nos primeiros dias após

a pulverização dos inseticidas, isto permitiu que a nota de dano se mantivesse sem alterações nas demais avaliações.

No milho *Bt*, na semeadura do cedo, não se observaram diferenças significativas entre o pulverizado com inseticida e o sem pulverização, quanto a nota de dano causada por *S. frugiperda* (Figura 7 (a) e (b)), pois ao longo das avaliações nas duas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas), a nota de dano esteve sempre a baixo de 1,20. Já para o milho convencional, a nota de dano sempre esteve acima 2,00; mesmo quando pulverizado com inseticida (Tabelas 11 e 12). A menor população de *S. frugiperda* na semeadura do cedo pode ser a explicação para a baixa nota de dano observada no milho *Bt* sem pulverização de inseticida.

Os efeitos da toxina *Bt* Cry1Ab na mortalidade de *S. frugiperda* (WAQUIL et al., 2002), associados ao controle dos inseticidas (TOMQUELSKI; MARTINS, 2007) proporcionaram diferenças entre as combinações (milhos e pulverizações de inseticidas), ocorrendo na média das duas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) notas de dano de 5,27; 3,04; 0,63 e 0,51; respectivamente para o milho convencional sem, o convencional com, o *Bt* sem e o *Bt* com pulverização de inseticida, aos 63 DAE. As diferenças de injúria no milho *Bt* e no convencional podem ter sido não somente efeito da mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*, mas também pelo menor consumo foliar em milho *Bt* (FERNANDES, 2003).

A nota de dano utilizada para avaliar a injúria causada por *S. frugiperda* em plantas de milho convencional e *Bt*, na semeadura do tarde, demonstrou diferenças significativas entre esses milhos, aos 20 DAE (Tabelas 13 e 14).

Aos 28 DAE a nota de dano nas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) da semeadura do tarde, apresentou diferenças significativas em praticamente todos os confrontamentos (Tabelas 13 e 14). Apenas não houve significância entre o milho *Bt* sem e o com pulverização de inseticida, na área sem tratamento de semente, porém próximo a significância ( $P = 0,054$ ). Nessa mesma área, o milho convencional sem pulverização de inseticida atingiu nota de dano 8,00 e 2,80 no milho *Bt* pulverizado ( $P = 0,003$ ) (Tabela 13).

Aos 36 DAE, de maneira geral, houve diferenças significativas entre todas as combinações de milhos (convencional e *Bt*) e pulverização de inseticida (Tabelas 13 e 14). Na área sem tratamento de semente, ocorreu algumas igualdades estatísticas, dentre as quais entre o milho convencional pulverizado com inseticida e

o milho *Bt* sem pulverização, com notas de dano de 4,45 e 3,60 ( $P = 0,137$ ), respectivamente. Da mesma forma, ocorreu igualdade entre as médias do milho *Bt* pulverizado com inseticida e as do sem pulverização.

**Tabela 12** – Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por *Spodoptera frugiperda*, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
42 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	2,47 ± 0,06	X 2,58 ± 0,19	0,217
MC SP x MB SP	2,47 ± 0,06	X 0,53 ± 0,06	0,003*
MC SP x MB CP	2,47 ± 0,06	X 0,48 ± 0,06	0,005*
MC CP x MB SP	2,58 ± 0,19	X 0,53 ± 0,06	0,007*
MC CP x MB CP	2,58 ± 0,19	X 0,48 ± 0,06	0,002*
MB SP x MB CP	0,53 ± 0,06	X 0,48 ± 0,06	0,219
49 DAE			
MC SP x MC CP	3,49 ± 0,34	X 2,70 ± 0,24	0,029*
MC SP x MB SP	3,49 ± 0,34	X 0,81 ± 0,09	0,009*
MC SP x MB CP	3,49 ± 0,34	X 0,46 ± 0,24	< 0,001*
MC CP x MB SP	2,70 ± 0,24	X 0,81 ± 0,09	0,006*
MC CP x MB CP	2,70 ± 0,24	X 0,46 ± 0,24	0,002*
MB SP x MB CP	0,81 ± 0,09	X 0,46 ± 0,24	0,034*
56 DAE			
MC SP x MC CP	4,28 ± 0,39	X 2,46 ± 0,34	0,004*
MC SP x MB SP	4,28 ± 0,39	X 1,18 ± 0,26	0,002*
MC SP x MB CP	4,28 ± 0,39	X 0,78 ± 0,25	0,004*
MC CP x MB SP	2,46 ± 0,34	X 1,18 ± 0,26	0,004*
MC CP x MB CP	2,46 ± 0,34	X 0,78 ± 0,25	0,007*
MB SP x MB CP	1,18 ± 0,26	X 0,78 ± 0,25	0,060
63 DAE			
MC SP x MC CP	5,25 ± 0,38	X 2,89 ± 0,85	0,004*
MC SP x MB SP	5,25 ± 0,38	X 0,72 ± 0,22	0,002*
MC SP x MB CP	5,25 ± 0,38	X 0,38 ± 0,17	0,003*
MC CP x MB SP	2,89 ± 0,85	X 0,72 ± 0,22	0,012*
MC CP x MB CP	2,89 ± 0,85	X 0,38 ± 0,17	0,011*
MB SP x MB CP	0,72 ± 0,22	X 0,38 ± 0,17	0,037*

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com novalurom + metomil aos 43 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

Aos 42 DAE, as diferenças significativas entre as notas de dano foram verificadas em quase todos os confrontamentos das combinações entre os milhos (convencional e *Bt*) e pulverização de inseticida; a exceção da área com tratamento de semente com inseticidas, no que diz respeito às combinações de milho convencional pulverizado com inseticida do sem pulverização (Tabelas 13 e 14). A não significância nesse confronto foi devido à grande variância entre as parcelas do milho convencional com pulverização de inseticida, que pode ser visualizada pelo desvio padrão.

Na semeadura do tarde, a nota de dano aos 20 DAE (Figura 7 (c) e (d)), na área com tratamento de semente com inseticidas (Figura 7 (d)) foi mais baixa, para os dois milhos, em relação a área sem tratamento de semente (Figura 7 (c)), em função do efeito do tratamento de semente com inseticidas nessa época de semeadura (item 4.2.1); esse fato repercutiu no efeito da pulverização de inseticida, especialmente no milho convencional, que apresentou maior redução da injúria (nota de dano) na área sem tratamento de semente. Os milhos (convencional e *Bt*) sem pulverização de inseticida tiveram um aumento da injúria causada pela *S. frugiperda* até aos 28 DAE, com posteriormente estabilização.

A redução no número de lagartas, com duas aplicações sucessivas de metomil (TOMQUELSKI; MARTINS, 2007), pode ser a explicação para a menor nota de dano no milho convencional pulverizado com inseticida, em relação ao sem pulverização. O mesmo ocorreu para o milho *Bt*. As diferenças na nota de dano entre milho convencional e *Bt*, estão de acordo com Fernandes et al. (2003), nos quais o milho convencional, em condições de campo, apresentou nota de dano entre 3,30 a 5,30, enquanto no milho *Bt* os valores foram de 1,40 a 3,20.

O efeito da toxina e do inseticida na mortalidade de *S. frugiperda*, aos 42 DAE, geraram grandes diferenças quanto à nota de dano (média das áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas) entre as combinações de milho convencional sem, convencional com, *Bt* sem e *Bt* com pulverização de inseticida, sendo estas 8,12; 6,08; 3,34 e 0,58, respectivamente, semelhante ao ocorrido na semeadura do cedo (Tabelas 13 e 14).

**Tabela 13** – Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por *Spodoptera frugiperda*, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
20 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	6,50 ± 0,68	X 5,78 ± 0,30	0,078
MC SP x MB SP	6,50 ± 0,68	X 2,53 ± 0,40	0,008*
MC SP x MB CP	6,50 ± 0,68	X 2,68 ± 0,33	0,001*
MC CP x MB SP	5,78 ± 0,30	X 2,53 ± 0,40	0,003*
MC CP x MB CP	5,78 ± 0,30	X 2,68 ± 0,33	0,002*
MB SP x MB CP	2,53 ± 0,40	X 2,68 ± 0,33	0,457
28 DAE			
MC SP x MC CP	8,00 ± 0,14	X 6,80 ± 0,70	0,018*
MC SP x MB SP	8,00 ± 0,14	X 3,65 ± 0,25	0,006*
MC SP x MB CP	8,00 ± 0,14	X 2,80 ± 0,72	0,003*
MC CP x MB SP	6,80 ± 0,70	X 3,65 ± 0,25	0,006*
MC CP x MB CP	6,80 ± 0,70	X 2,80 ± 0,72	0,005*
MB SP x MB CP	3,65 ± 0,25	X 2,80 ± 0,72	0,054
36 DAE			
MC SP x MC CP	7,20 ± 0,53	X 4,45 ± 0,86	0,005*
MC SP x MB SP	7,20 ± 0,53	X 3,60 ± 0,70	0,004*
MC SP x MB CP	7,20 ± 0,53	X 2,20 ± 1,30	0,005*
MC CP x MB SP	4,45 ± 0,86	X 3,60 ± 0,70	0,137
MC CP x MB CP	4,45 ± 0,86	X 2,20 ± 1,30	0,032*
MB SP x MB CP	3,60 ± 0,70	X 2,20 ± 1,30	0,072
42 DAE			
MC SP x MC CP	8,10 ± 1,05	X 5,85 ± 0,81	0,019*
MC SP x MB SP	8,10 ± 1,05	X 3,90 ± 0,45	0,004*
MC SP x MB CP	8,10 ± 1,05	X 0,63 ± 0,54	0,006*
MC CP x MB SP	5,85 ± 0,81	X 3,90 ± 0,45	0,010*
MC CP x MB CP	5,85 ± 0,81	X 0,63 ± 0,54	0,005*
MB SP x MB CP	3,90 ± 0,45	X 0,63 ± 0,54	0,005*

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com metomil aos 21 e aos 34 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

A nota de dano no milho convencional pulverizado com inseticida em relação ao milho *Bt* sem pulverização, foi sempre superior nas duas épocas de semeadura (Figura 7), demonstrando que a toxina *Bt* foi mais eficiente do que os inseticidas pulverizados. Esses resultados estão de acordo com Mendes et al. (2008), que relataram que mesmo com quatro pulverizações de inseticidas no milho convencional, esse apresentou nota de dano maior do que o correspondente híbrido

*Bt* e concluíram que mesmo para esse número de pulverizações de inseticidas, a toxina *Bt* (Cry1Ab) ofereceu proteção equivalente a superior, se comparada a proteção oferecida pelos inseticidas.

**Tabela 14** – Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por *Spodoptera frugiperda*, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
20 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	5,13 ± 0,28	X 4,70 ± 0,42	0,111
MC SP x MB SP	5,13 ± 0,28	X 2,00 ± 0,24	0,003*
MC SP x MB CP	5,13 ± 0,28	X 1,63 ± 0,30	0,009*
MC CP x MB SP	4,70 ± 0,42	X 2,00 ± 0,24	0,001*
MC CP x MB CP	4,70 ± 0,42	X 1,63 ± 0,30	0,005*
MB SP x MB CP	2,00 ± 0,24	X 1,63 ± 0,30	0,087
28 DAE			
MC SP x MC CP	7,65 ± 0,66	X 5,60 ± 0,86	0,018*
MC SP x MB SP	7,65 ± 0,66	X 3,58 ± 0,52	0,002*
MC SP x MB CP	7,65 ± 0,66	X 2,33 ± 0,53	0,002*
MC CP x MB SP	5,60 ± 0,86	X 3,58 ± 0,52	0,015*
MC CP x MB CP	5,60 ± 0,86	X 2,33 ± 0,53	0,002*
MB SP x MB CP	3,58 ± 0,52	X 2,33 ± 0,53	0,023*
36 DAE			
MC SP x MC CP	7,43 ± 0,59	X 5,18 ± 0,47	0,004*
MC SP x MB SP	7,43 ± 0,59	X 2,93 ± 0,37	0,008*
MC SP x MB CP	7,43 ± 0,59	X 1,63 ± 0,65	0,004*
MC CP x MB SP	5,18 ± 0,47	X 2,93 ± 0,37	0,005*
MC CP x MB CP	5,18 ± 0,47	X 1,63 ± 0,65	0,006*
MB SP x MB CP	2,93 ± 0,37	X 1,63 ± 0,65	0,025*
42 DAE			
MC SP x MC CP	8,13 ± 0,97	X 6,30 ± 1,67	0,078
MC SP x MB SP	8,13 ± 0,97	X 2,78 ± 0,97	0,003*
MC SP x MB CP	8,13 ± 0,97	X 0,53 ± 0,43	0,009*
MC CP x MB SP	6,30 ± 1,67	X 2,78 ± 0,97	0,021*
MC CP x MB CP	6,30 ± 1,67	X 0,53 ± 0,43	0,007*
MB SP x MB CP	2,78 ± 0,97	X 0,53 ± 0,43	0,007*

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com metomil aos 21 e aos 34 DAE.

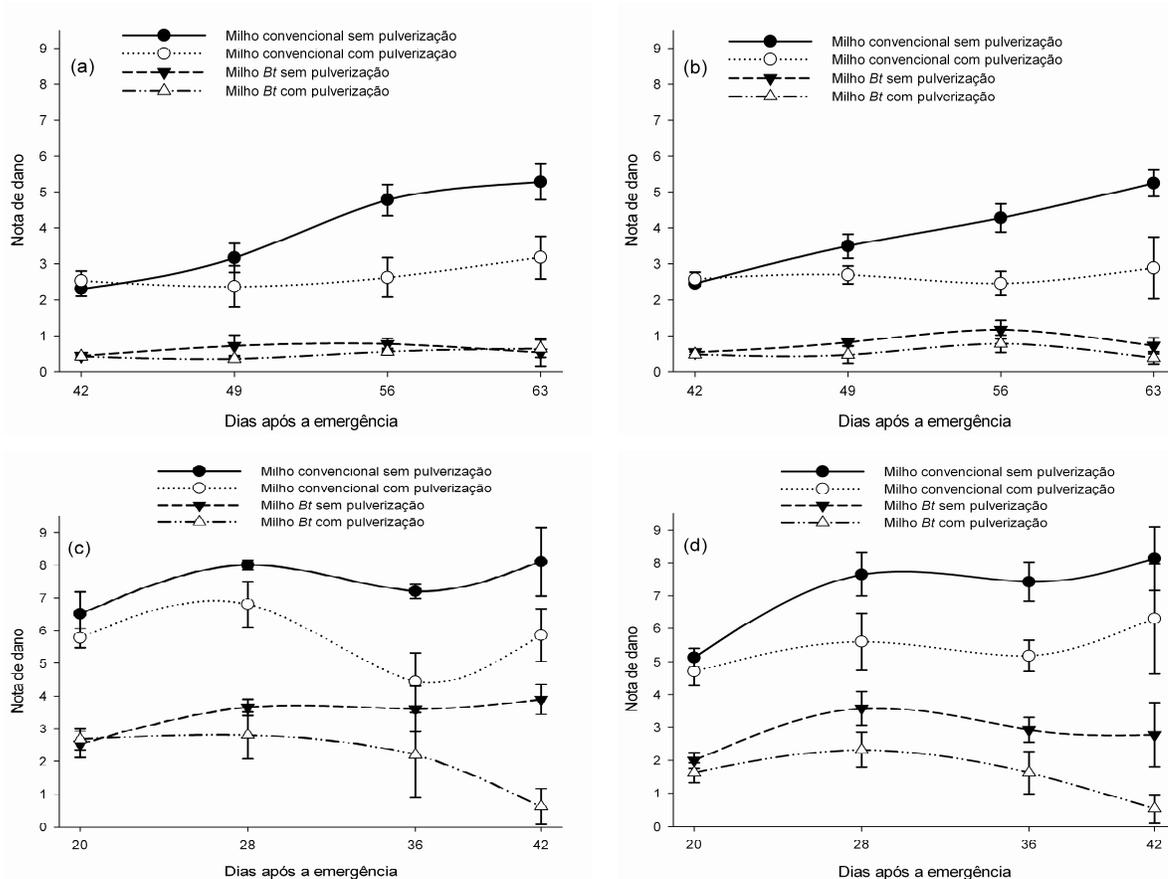
<sup>2</sup> Dias após a emergência.

A nota de dano no milho *Bt*, praticamente não superou a nota de dano 1,00 na semeadura do cedo (Figura 7 (a) e (b)). Na semeadura do tarde, no milho *Bt* sem pulverização de inseticida (Figura 7 (c) e (d)), em quase todas as avaliações, a nota de dano esteve acima 2,00. O aumento na semeadura do cedo em relação a do tarde, está de acordo com Buntin (2008), o qual descreveu que o milho *Bt*, expressando a toxina Cry1Ab, proporcionou uma boa proteção do cartucho do milho, quando *S. frugiperda* esteve em condições de baixa à moderada infestação. No entanto, quando ocorreram condições de maior infestação os danos aumentaram substancialmente.

Quanto à pulverização com inseticida, a nota de dano que, não se diferenciou entre o milho *Bt*, sem e com pulverização de inseticida na semeadura do cedo (Figura 7 (a) e (b)), na semeadura do tarde (Figura 7 (c) e (d)) demonstrou diferenças significativas. Esses resultados estão de acordo com Farrar Jr et al. (2009), que relataram que, em baixos níveis de infestação de *S. frugiperda* o milho *Bt* (Cry1Ab) suportou o ataque, e a injúria dessa espécie praticamente não se desenvolveu. Quando em altas infestações, danos significativos ocorreram e nesses casos as pulverizações de inseticidas teriam um potencial de melhorar o controle desse inseto.

Na semeadura do cedo, as maiores notas de dano foram de 1,18 e 5,29 (Tabelas 11 e 12) e no tarde 3,90 e 8,13 (Tabelas 13 e 14); respectivamente para milho *Bt* e convencional. Pode-se afirmar que esses resultados foram mais elevados, apesar de proporcionalmente semelhantes aos de Buntin et al. (2004), que obtiveram notas de dano, em local com baixa infestação de 0,05 e 1,07 e, com alta infestação de 2,10 e 6,22, respectivamente para o milho *Bt* e convencional.

Da mesma maneira, para Waquil et al. (2002) a nota de dano foi a variável que apresentou o menor erro experimental e a que melhor discriminou os tratamentos referentes ao ataque de *S. frugiperda* na parte aérea da cultura do milho.



**Figura 7** – Nota de dano (0 a 9) no cartucho causado por *Spodoptera frugiperda*, em áreas (a) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (b) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (c) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) e (d) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

#### 4.2.4 Efeito do milho *Bt* e pulverizações de inseticidas, no número de lagartas pequenas

Na semeadura do cedo, aos 42 DAE, lagartas pequenas de *S. frugiperda* ocorreram em milho *Bt*, somente na área com tratamento de semente com inseticidas (nas parcelas que não receberiam a pulverização de inseticida) (Tabelas 15 e 16). De maneira geral, ocorreu mais de uma lagarta pequena por planta no milho convencional.

Aos 49 DAE, na semeadura do cedo, o número de lagartas pequenas de *S. frugiperda* não diferiu significativamente em nenhuma das comparações entre combinações de milho convencional e *Bt*, sem e com pulverização de inseticidas (Tabelas 15 e 16). Na média das duas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) e sem e com pulverização de inseticida, os milhos convencional e *Bt* apresentaram 1,40 e 1,05 lagartas pequenas por planta, respectivamente.

Aos 56 e 63 DAE, na semeadura do cedo, não ocorreram diferenças significativas para o número de lagartas pequenas de *S. frugiperda* entre os milhos (convencional e *Bt*), sem e com pulverização de inseticidas, diferente do que ocorreu na maioria dos confrontamentos entre os milhos convencional e *Bt* (Tabelas 15 e 16).

Na semeadura do cedo, as pulverizações de inseticidas não influenciaram no número de lagartas pequenas de *S. frugiperda*; as diferenças observadas para essa variável foram efeito da toxina *Bt*. As diferenças pouco claras para o número de lagartas pequenas de *S. frugiperda*, entre os tratamentos sem e com pulverização de inseticida, pode ser explicada pela alta mortalidade nos primeiros estágios das lagartas, que segundo Farias et al. (2001) é provocada pela ação de parasitóides e predadores e pelo canibalismo frequente nessa fase de desenvolvimento. Desse modo, a redução do número de lagartas pequenas ocorreu também nos tratamentos sem pulverização de inseticida.

Apesar de estatisticamente nem sempre terem ocorrido diferenças significativas, o milho *Bt* apresentou menos lagartas pequenas que o convencional, assim como os milhos (convencional e *Bt*) pulverizados com inseticida apresentaram menos lagartas pequenas do que os sem pulverização. A menor sobrevivência de lagartas pequenas de *S. frugiperda* alimentadas no milho *Bt*, está de acordo com Bokonon-Ganta et al. (2003), os quais descreveram que nesse milho, o número de lagartas foi significativamente menor que as alimentadas com milho convencional, e que as diferenças foram mais acentuadas nos primeiros ínstares, quando altas taxas de mortalidade foram registradas.

No decorrer das avaliações, o número de lagartas pequenas de *S. frugiperda* nas plantas de milho na semeadura do cedo (Figura 8 (a) e (b)), aumentou dos 42 aos 49 DAE; posteriormente ocorreu redução do número de lagartas pequenas. O rápido aumento no período de uma semana está de acordo com os resultados descritos por Melo et al. (2006). A redução do número de lagartas pequenas,

possivelmente ocorreu mais em função de trocas de ínstars, ou seja, de lagartas pequenas para grandes, na avaliação seguinte do que pela mortalidade, visto que para Siloto (2002), em condições de 25°C, as lagartas completariam seu desenvolvimento em aproximadamente 18 dias. Portanto, a passagem para a instares subseqüentes ocorreu em período inferior a esse.

**Tabela 15** – Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$  cm) de *Spodoptera frugiperda*, por planta, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média $\pm$ desvio padrão		P – valor
42 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	1,00 $\pm$ 0,44	X 1,35 $\pm$ 0,66	0,359
MC SP x MB SP	1,00 $\pm$ 0,44	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,005*
MC SP x MB CP	1,00 $\pm$ 0,44	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,008*
MC CP x MB SP	1,35 $\pm$ 0,66	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,013*
MC CP x MB CP	1,35 $\pm$ 0,66	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,010*
MB SP x MB CP	0,00 $\pm$ 0,00	X 0,00 $\pm$ 0,00	$\geq 0,05$
49 DAE			
MC SP x MC CP	1,83 $\pm$ 0,67	X 1,55 $\pm$ 0,99	0,347
MC SP x MB SP	1,83 $\pm$ 0,67	X 0,98 $\pm$ 1,55	0,259
MC SP x MB CP	1,83 $\pm$ 0,67	X 0,98 $\pm$ 1,05	0,166
MC CP x MB SP	1,55 $\pm$ 0,99	X 0,98 $\pm$ 1,55	0,481
MC CP x MB CP	1,55 $\pm$ 0,99	X 0,98 $\pm$ 1,05	0,410
MB SP x MB CP	0,98 $\pm$ 1,55	X 0,98 $\pm$ 1,05	$\geq 0,05$
56 DAE			
MC SP x MC CP	0,53 $\pm$ 0,22	X 0,33 $\pm$ 0,17	0,168
MC SP x MB SP	0,53 $\pm$ 0,22	X 0,20 $\pm$ 0,14	0,039*
MC SP x MB CP	0,53 $\pm$ 0,22	X 0,13 $\pm$ 0,19	0,029*
MC CP x MB SP	0,33 $\pm$ 0,17	X 0,20 $\pm$ 0,14	0,289
MC CP x MB CP	0,33 $\pm$ 0,17	X 0,13 $\pm$ 0,19	0,114
MB SP x MB CP	0,20 $\pm$ 0,14	X 0,13 $\pm$ 0,19	0,476
63 DAE			
MC SP x MC CP	0,75 $\pm$ 0,40	X 0,78 $\pm$ 0,21	0,094
MC SP x MB SP	0,75 $\pm$ 0,40	X 0,05 $\pm$ 0,06	0,016*
MC SP x MB CP	0,75 $\pm$ 0,40	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,013*
MC CP x MB SP	0,78 $\pm$ 0,21	X 0,05 $\pm$ 0,06	0,011*
MC CP x MB CP	0,78 $\pm$ 0,21	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,010*
MB SP x MB CP	0,05 $\pm$ 0,06	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,225

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho Bt; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com novalurom + metomil aos 43 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

**Tabela 16** – Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$  cm) de *Spodoptera frugiperda* por planta, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média $\pm$ desvio padrão		P – valor
42 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	1,65 $\pm$ 0,66	X 1,45 $\pm$ 0,66	0,381
MC SP x MB SP	1,65 $\pm$ 0,66	X 0,26 $\pm$ 0,18	0,013*
MC SP x MB CP	1,65 $\pm$ 0,66	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,014*
MC CP x MB SP	1,45 $\pm$ 0,66	X 0,26 $\pm$ 0,18	0,010*
MC CP x MB CP	1,45 $\pm$ 0,66	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,024*
MB SP x MB CP	0,26 $\pm$ 0,18	X 0,00 $\pm$ 0,00	0,035*
49 DAE			
MC SP x MC CP	1,33 $\pm$ 0,75	X 0,90 $\pm$ 0,14	0,248
MC SP x MB SP	1,33 $\pm$ 0,75	X 1,30 $\pm$ 0,55	$\geq 0,05$
MC SP x MB CP	1,33 $\pm$ 0,75	X 0,95 $\pm$ 0,76	0,455
MC CP x MB SP	0,90 $\pm$ 0,14	X 1,30 $\pm$ 0,55	0,151
MC CP x MB CP	0,90 $\pm$ 0,14	X 0,95 $\pm$ 0,76	0,097
MB SP x MB CP	1,30 $\pm$ 0,55	X 0,95 $\pm$ 0,76	0,458
56 DAE			
MC SP x MC CP	0,93 $\pm$ 0,54	X 0,30 $\pm$ 0,08	0,078
MC SP x MB SP	0,93 $\pm$ 0,54	X 0,03 $\pm$ 0,05	0,013*
MC SP x MB CP	0,93 $\pm$ 0,54	X 0,08 $\pm$ 0,10	0,023*
MC CP x MB SP	0,30 $\pm$ 0,08	X 0,03 $\pm$ 0,05	0,009*
MC CP x MB CP	0,30 $\pm$ 0,08	X 0,08 $\pm$ 0,10	0,018*
MB SP x MB CP	0,03 $\pm$ 0,05	X 0,08 $\pm$ 0,10	0,310
63 DAE			
MC SP x MC CP	0,75 $\pm$ 0,13	X 0,80 $\pm$ 0,41	0,191
MC SP x MB SP	0,75 $\pm$ 0,13	X 0,15 $\pm$ 0,13	0,015*
MC SP x MB CP	0,75 $\pm$ 0,13	X 0,05 $\pm$ 0,06	0,005*
MC CP x MB SP	0,80 $\pm$ 0,41	X 0,15 $\pm$ 0,13	0,030*
MC CP x MB CP	0,80 $\pm$ 0,41	X 0,05 $\pm$ 0,06	0,020*
MB SP x MB CP	0,15 $\pm$ 0,13	X 0,05 $\pm$ 0,06	0,128

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com novalurom + metomil aos 43 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

Na semeadura do tarde, em relação ao número de lagartas pequenas de *S. frugiperda* em milho convencional e *Bt*, aos 20 DAE, na avaliação anterior a pulverização de inseticida, os resultados estatisticamente confundem-se quanto à significância (Tabelas 17 e 18). A média das duas áreas nessa data foi de 3,28 lagartas pequenas por planta no milho convencional e 1,90 no *Bt*.

Aos 28 DAE, na semeadura do tarde o número de lagartas pequenas de *S. frugiperda* diferiu somente na área com tratamento de semente com inseticidas, entre os dois extremos de proteção, milho *Bt* com pulverização de inseticida e convencional sem pulverização; nas demais comparações não ocorreram diferenças significativas (Tabelas 17 e 18).

Aos 36 e 42 DAE, na semeadura do tarde, o número de lagartas pequenas de *S. frugiperda*, de maneira geral, apresentou diferenças estatísticas entre o milho convencional sem pulverização de inseticida e o milho *Bt* sem e com pulverização de inseticida (Tabelas 17 e 18). Aos 42 DAE, o milho convencional sem pulverização de inseticida apresentou média (área sem e com tratamento de semente com inseticidas) de 3,34 lagartas pequenas por planta, enquanto que o milho *Bt* sem pulverização de inseticida, média de 1,41.

O número de lagartas pequenas, na semeadura do tarde, apresentou poucas diferenças nos confrontamentos, inclusive para o milho *Bt* em relação ao convencional. De acordo com Fernandes (2003), não ocorrem diferenças quanto ao tamanho e o número de posturas no milho *Bt* em relação ao convencional. Portanto, como havia maior população de adultos, nessa época de semeadura, originada da semeadura do cedo, conseqüentemente, a constante postura de *S. frugiperda* nas plantas de milho, associada à lenta ação da toxina *Bt* (até 48 h), de acordo com Copping; Menn (2000), pode ser a explicação para a pequena diferença no número de lagartas pequenas, na semeadura tardia, entre o milho *Bt* e o convencional.

Da mesma forma, a frequente postura dos adultos de *S. frugiperda* nas plantas de milho, associada ao baixo efeito residual do metomil (TOMQUELSKI; MARTINS, 2007), podem ter refletido na pequena diferença entre os milhos (convencional e *Bt*) sem e com pulverização de inseticida em relação ao número de lagartas pequenas na semeadura do tarde. Esses resultados concordam com Michereff Filho et al. (2002), que relataram que *S. frugiperda* demonstrou rápida recolonização das parcelas tratadas, não se constatando diferença significativa entre a testemunha e o tratamento com deltametrina aos dez dias da pulverização desse inseticida.

A semeadura do tarde (Figura 8 (c) e (d)), no decorrer das avaliações, apresentou resultados diferentes da semeadura do cedo (Figura 8 (a) e (b)) em relação ao número de lagartas pequenas de *S. frugiperda*. Na semeadura do cedo, o aumento do número de lagartas pequenas, que ocorreu entre a primeira e a

segunda avaliação, possivelmente ocorreu antes dos 20 DAE, na semeadura do tarde. Outro ponto a ser destacado foi que não se observou claramente reinfestação de *S. frugiperda* até os 63 DAE, na semeadura do cedo. Já no tarde, esta ocorreu após 28 DAE, o que pode ser constatado pelo aumento no número de lagartas pequenas.

**Tabela 17** – Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$  cm) de *Spodoptera frugiperda* por planta, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média $\pm$ desvio padrão		P – valor
20 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	3,33 $\pm$ 1,17	X 3,05 $\pm$ 0,81	0,295
MC SP x MB SP	3,33 $\pm$ 1,17	X 0,93 $\pm$ 0,13	0,016*
MC SP x MB CP	3,33 $\pm$ 1,17	X 2,18 $\pm$ 1,79	0,282
MC CP x MB SP	3,05 $\pm$ 0,81	X 0,93 $\pm$ 0,13	0,016*
MC CP x MB CP	3,05 $\pm$ 0,81	X 2,18 $\pm$ 1,79	0,310
MB SP x MB CP	0,93 $\pm$ 0,13	X 2,18 $\pm$ 1,79	0,181
28 DAE			
MC SP x MC CP	1,03 $\pm$ 0,46	X 0,83 $\pm$ 0,47	0,427
MC SP x MB SP	1,03 $\pm$ 0,46	X 0,83 $\pm$ 0,33	0,201
MC SP x MB CP	1,03 $\pm$ 0,46	X 0,80 $\pm$ 0,41	0,378
MC CP x MB SP	0,83 $\pm$ 0,47	X 0,83 $\pm$ 0,33	$\geq 0,05$
MC CP x MB CP	0,83 $\pm$ 0,47	X 0,80 $\pm$ 0,41	0,059
MB SP x MB CP	0,83 $\pm$ 0,33	X 0,80 $\pm$ 0,41	0,058
36 DAE			
MC SP x MC CP	1,98 $\pm$ 1,10	X 1,18 $\pm$ 0,64	0,205
MC SP x MB SP	1,98 $\pm$ 1,10	X 0,68 $\pm$ 0,22	0,035*
MC SP x MB CP	1,98 $\pm$ 1,10	X 0,45 $\pm$ 0,37	0,028*
MC CP x MB SP	1,18 $\pm$ 0,64	X 0,68 $\pm$ 0,22	0,129
MC CP x MB CP	1,18 $\pm$ 0,64	X 0,45 $\pm$ 0,37	0,085
MB SP x MB CP	0,68 $\pm$ 0,22	X 0,45 $\pm$ 0,37	0,252
42 DAE			
MC SP x MC CP	3,23 $\pm$ 1,54	X 2,83 $\pm$ 1,70	0,281
MC SP x MB SP	3,23 $\pm$ 1,54	X 1,28 $\pm$ 0,74	0,042*
MC SP x MB CP	3,23 $\pm$ 1,54	X 1,43 $\pm$ 1,05	0,069
MC CP x MB SP	2,83 $\pm$ 1,70	X 1,28 $\pm$ 0,74	0,123
MC CP x MB CP	2,83 $\pm$ 1,70	X 1,43 $\pm$ 1,05	0,133
MB SP x MB CP	1,28 $\pm$ 0,74	X 1,43 $\pm$ 1,05	0,194

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com metomil aos 21 e aos 34 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

**Tabela 18** – Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$  cm) de *Spodoptera frugiperda* por planta, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média $\pm$ desvio padrão		P – valor
20 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	3,40 $\pm$ 0,33	X 3,35 $\pm$ 0,31	0,143
MC SP x MB SP	3,40 $\pm$ 0,33	X 2,70 $\pm$ 1,04	0,177
MC SP x MB CP	3,40 $\pm$ 0,33	X 1,80 $\pm$ 0,70	0,027*
MC CP x MB SP	3,35 $\pm$ 0,31	X 2,70 $\pm$ 1,04	0,217
MC CP x MB CP	3,35 $\pm$ 0,31	X 1,80 $\pm$ 0,70	0,009*
MB SP x MB CP	2,70 $\pm$ 1,04	X 1,80 $\pm$ 0,70	0,168
28 DAE			
MC SP x MC CP	1,95 $\pm$ 0,68	X 1,25 $\pm$ 0,65	0,159
MC SP x MB SP	1,95 $\pm$ 0,68	X 1,10 $\pm$ 0,42	0,054
MC SP x MB CP	1,95 $\pm$ 0,68	X 0,58 $\pm$ 0,33	0,014*
MC CP x MB SP	1,25 $\pm$ 0,65	X 1,10 $\pm$ 0,42	0,303
MC CP x MB CP	1,25 $\pm$ 0,65	X 0,58 $\pm$ 0,33	0,055
MB SP x MB CP	1,10 $\pm$ 0,42	X 0,58 $\pm$ 0,33	0,073
36 DAE			
MC SP x MC CP	2,03 $\pm$ 0,84	X 1,95 $\pm$ 0,97	0,069
MC SP x MB SP	2,03 $\pm$ 0,84	X 0,40 $\pm$ 0,22	0,011*
MC SP x MB CP	2,03 $\pm$ 0,84	X 0,30 $\pm$ 0,41	0,015*
MC CP x MB SP	1,95 $\pm$ 0,97	X 0,40 $\pm$ 0,22	0,027*
MC CP x MB CP	1,95 $\pm$ 0,97	X 0,30 $\pm$ 0,41	0,020*
MB SP x MB CP	0,40 $\pm$ 0,22	X 0,30 $\pm$ 0,41	0,324
42 DAE			
MC SP x MC CP	3,45 $\pm$ 0,40	X 2,48 $\pm$ 1,02	0,077
MC SP x MB SP	3,45 $\pm$ 0,40	X 1,53 $\pm$ 0,57	0,004*
MC SP x MB CP	3,45 $\pm$ 0,40	X 1,93 $\pm$ 0,74	0,023*
MC CP x MB SP	2,48 $\pm$ 1,02	X 1,53 $\pm$ 0,57	0,101
MC CP x MB CP	2,48 $\pm$ 1,02	X 1,93 $\pm$ 0,74	0,364
MB SP x MB CP	1,53 $\pm$ 0,57	X 1,93 $\pm$ 0,74	0,323

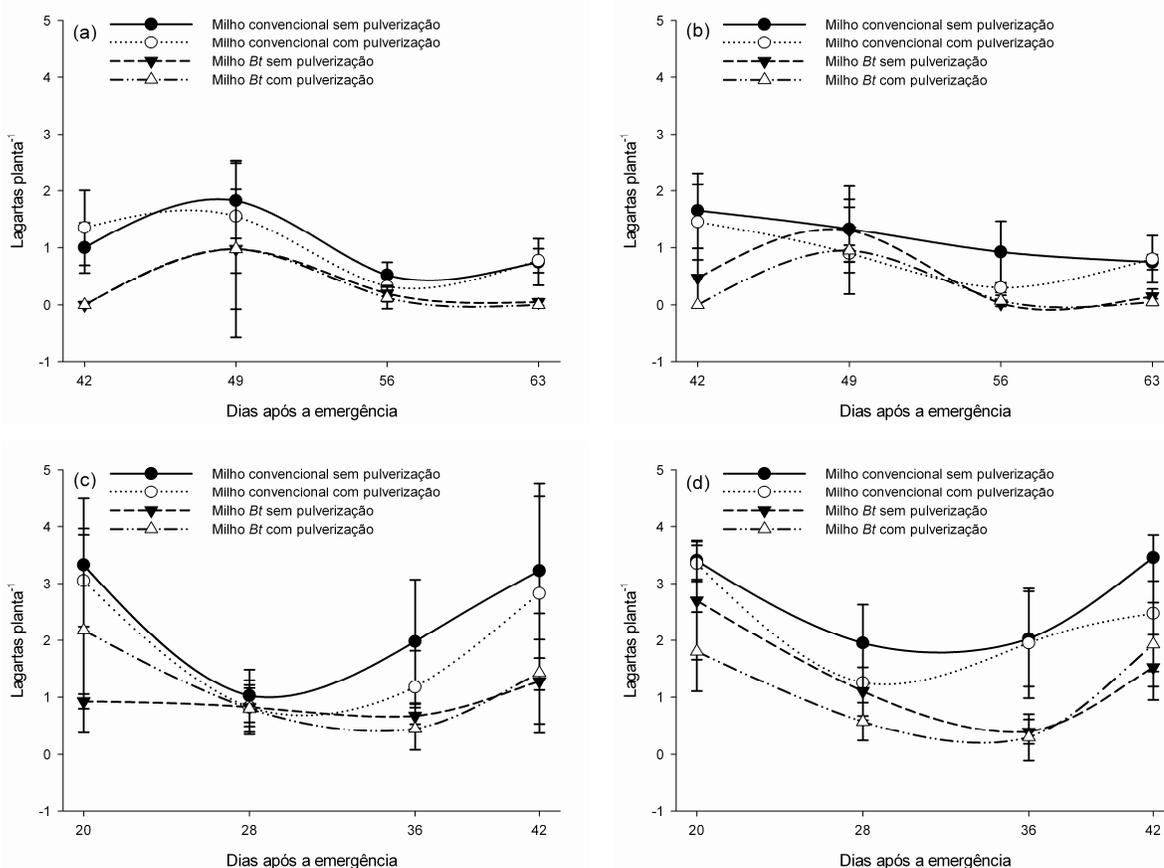
\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com metomil aos 21 e aos 34 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

Em experimento com pulverização de clorpirifós, Figueiredo et al. (2006) observaram uma tendência de aumento no número de lagartas até seis dias após a infestação de *S. frugiperda*, com posterior redução. Segundo esses autores, a redução, pode estar associada tanto ao canibalismo natural quanto à ação dos inimigos naturais. Posteriormente, houve um aumento no número de lagartas, o que,

para esses mesmos autores, ocorreu em função de uma posterior reinfestação de *S. frugiperda* nas parcelas. O fato de a população de lagartas pequenas na semeadura do tarde, entre os 20 e 28 DAE, ter sido reduzida pode também ter ocorrido em função do processo de ecdise, no qual ocorre a passagem de lagartas pequenas para grandes, fato discutido na semeadura do cedo.



**Figura 8** – Número de lagartas pequenas ( $\leq 1,5$  cm) de *Spodoptera frugiperda*, em áreas (a) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (b) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (c) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) e (d) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Na semeadura do tarde (Figura 8 (c) e (d)), o número de lagartas pequenas por planta foi maior, tanto no milho Bt quanto no convencional. Porém, nas duas

épocas de semeadura, as diferenças no número de lagartas pequenas de *S. frugiperda* entre o milho convencional e o *Bt* nem sempre foi expressivo como nos experimentos de Fernandes et al. (2003), que apresentaram, em dez plantas, o número médio de lagartas pequenas de 13,3; 22,0 e 7,9 no milho convencional e 5,9; 13,1 e 1,9 no milho *Bt*, respectivamente para Barretos 1999/2000, Barretos 2000/01 e Rolândia 2000/01.

#### 4.2.5 Efeito do milho *Bt* e pulverizações de inseticidas, no número de lagartas grandes

Na semeadura do cedo, não ocorreram lagartas grandes de *S. frugiperda* no milho *Bt* em nenhuma das datas avaliadas (Tabelas 19 e 20). Apesar de, na maioria das datas, o milho convencional com pulverização de inseticida ter apresentado menor número de lagartas grandes, estatisticamente, não ocorreram diferenças entre o sem e o com pulverização de inseticida, exceto aos 49 DAE, na área com tratamento de semente com inseticidas, na qual não ocorreram lagartas grandes no milho convencional pulverizado com inseticida.

O número de lagartas grandes de *S. frugiperda* nas plantas de milho convencional, na semeadura do cedo, demonstrou aumento populacional no decorrer das avaliações (Figura 9 (a) e (b)), independente de se pulverizado ou não com inseticida, apesar de o pulverizado com inseticida apresentar menor número de lagartas grandes.

Na média das áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) e das datas, ocorreram 0,35 e 0,22 lagartas grandes por planta, respectivamente para o milho convencional sem e o com pulverização de inseticida (Tabela 19 e 20). A sobrevivência de lagartas em milho convencional pulverizado é comum, pois normalmente os inseticidas não controlam 100% das lagartas, o que pode ser evidenciado pelos resultados de Silva (1999), nos quais o metomil apresentou 88% de controle de *S. frugiperda* em milho. Para esse experimento, o controle médio das lagartas foi de 63%.

A mortalidade de 100% de lagartas no milho *Bt*, na semeadura do cedo, não está de acordo com Villela et al. (2002), os quais relatam que, apesar do milho *Bt*,

que expressa a toxina Cry1Ab, ter apresentado significativo nível de resistência à *S. frugiperda*, lagartas dessa espécie têm sobrevivido em campo e em laboratório nesse milho. Da mesma maneira, Waquil et al. (2002) observaram que, 15 dias após a infestação artificial com lagartas recém eclodidas de *S. frugiperda*, o milho *Bt* (Cry1Ab) apresentou de 0,2 a 0,8 lagartas vivas por planta.

**Tabela 19** – Número de lagartas grandes (> 1,5 cm) de *Spodoptera frugiperda* por planta, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
49 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	0,20 ± 0,18	X 0,18 ± 0,15	0,222
MC SP x MB SP	0,20 ± 0,18	X 0,00 ± 0,00	0,077
MC SP x MB CP	0,20 ± 0,18	X 0,00 ± 0,00	0,077
MC CP x MB SP	0,18 ± 0,15	X 0,00 ± 0,00	0,057
MC CP x MB CP	0,18 ± 0,15	X 0,00 ± 0,00	0,057
MB SP x MB CP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05
56 DAE			
MC SP x MC CP	0,33 ± 0,05	X 0,18 ± 0,21	0,142
MC SP x MB SP	0,33 ± 0,05	X 0,00 ± 0,00	< 0,001*
MC SP x MB CP	0,33 ± 0,05	X 0,00 ± 0,00	< 0,001*
MC CP x MB SP	0,18 ± 0,21	X 0,00 ± 0,00	0,178
MC CP x MB CP	0,18 ± 0,21	X 0,00 ± 0,00	0,178
MB SP x MB CP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05
63 DAE			
MC SP x MC CP	0,48 ± 0,36	X 0,53 ± 0,15	0,198
MC SP x MB SP	0,48 ± 0,36	X 0,00 ± 0,00	0,027*
MC SP x MB CP	0,48 ± 0,36	X 0,00 ± 0,00	0,027*
MC CP x MB SP	0,53 ± 0,15	X 0,00 ± 0,00	0,007*
MC CP x MB CP	0,53 ± 0,15	X 0,00 ± 0,00	0,007*
MB SP x MB CP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com novalurom + metomil aos 43 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

Na semeadura do tarde, não ocorreram lagartas grandes de *S. frugiperda* na avaliação anterior à pulverização de inseticida (20 DAE) no milho *Bt* (Tabelas 21 e 22). Nessa época, com tratamento de semente com inseticidas, em função do efeito desse sobre o número de lagartas grandes por planta (Tabela 6) e,

consequentemente, do menor número de lagartas grandes no milho convencional, não foi possível visualizar diferenças estatísticas entre as comparações, visto que, para esse tipo de variável, a variância dentro de cada tratamento foi elevada, podendo ser vista pelo desvio padrão. Na área sem tratamento de semente, ocorreram diferenças estatísticas entre o milho *Bt* e o convencional, com ausência de lagartas grandes naquele e presença de 0,59 lagartas grandes por planta nesse último (média das parcelas que receberiam e não pulverização de inseticidas).

Aos 28 DAE, na semeadura do tarde, o milho *Bt* diferiu significativamente do convencional, independente de se pulverizado ou não com inseticida (Tabelas 21 e 22). Na área sem tratamento de semente com inseticidas, o milho convencional pulverizado com inseticida apresentou 0,63 lagartas grandes por planta, diferindo do sem pulverização de inseticida, que possuía em média 1,25 lagartas (Tabela 21). O milho *Bt*, que não havia apresentado lagartas grandes na semeadura do cedo (Tabelas 19 e 20) e nem mesmo na avaliação anterior, nessa data, apresentou a ocorrência de lagartas grandes. O milho *Bt* sem pulverização de inseticida apresentou na média das duas áreas 0,19 lagartas grandes por planta, e o pulverizado, 0,07 lagartas.

Aos 36 DAE, diferenças significativas somente ocorreram entre o milho convencional sem pulverização de inseticida e o *Bt* pulverizado, na área sem tratamento de semente (Tabelas 21 e 22). Nas demais comparações, não se observaram, nessa data, diferenças estatísticas em relação à avaliação anterior, consequência da redução do número de lagartas grandes no milho convencional e do aumento no milho *Bt*.

Aos 42 DAE, na semeadura do tarde, as diferenças ocorreram entre o milho convencional sem pulverização de inseticida e o milho *Bt* sem e com pulverização de inseticida (Tabelas 21 e 22). O milho convencional pulverizado, apesar de apresentar média superior, não diferiu do *Bt* sem pulverização de inseticida. Na área com tratamento de semente com inseticidas, o milho *Bt* pulverizado diferiu do sem pulverização de inseticida (Tabela 22); nessa área, o milho *Bt* pulverizado apresentou média de 0,20 lagartas por planta, o que significaria que, a cada 100 plantas de milho, ocorreria a sobrevivência de 20 lagartas grandes; no milho *Bt* sem pulverização de inseticida, a média apresentada foi de 0,88, o que corresponderia a 88 lagartas grandes sobreviventes em cada 100 plantas.

**Tabela 20** – Número de lagartas grandes (> 1,5 cm) de *Spodoptera frugiperda* por planta, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
49 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	0,23 ± 0,10	X 0,00 ± 0,00	0,013*
MC SP x MB SP	0,23 ± 0,10	X 0,00 ± 0,00	0,013*
MC SP x MB CP	0,23 ± 0,10	X 0,00 ± 0,00	0,013*
MC CP x MB SP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05
MC CP x MB CP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05
MB SP x MB CP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05
56 DAE			
MC SP x MC CP	0,13 ± 0,10	X 0,15 ± 0,06	0,435
MC SP x MB SP	0,13 ± 0,10	X 0,00 ± 0,00	0,042*
MC SP x MB CP	0,13 ± 0,10	X 0,00 ± 0,00	0,042*
MC CP x MB SP	0,15 ± 0,06	X 0,00 ± 0,00	0,017*
MC CP x MB CP	0,15 ± 0,06	X 0,00 ± 0,00	0,017*
MB SP x MB CP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05
63 DAE			
MC SP x MC CP	0,70 ± 0,27	X 0,30 ± 0,22	0,076
MC SP x MB SP	0,70 ± 0,27	X 0,00 ± 0,00	0,001*
MC SP x MB CP	0,70 ± 0,27	X 0,00 ± 0,00	0,001*
MC CP x MB SP	0,30 ± 0,22	X 0,00 ± 0,00	0,025*
MC CP x MB CP	0,30 ± 0,22	X 0,00 ± 0,00	0,025*
MB SP x MB CP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com novalurom + metomil aos 43 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

Apesar de as lagartas sobreviverem no milho *Bt*, isso não significa que cheguem à fase adulta, pois de acordo com os resultados de Mendes et al. (2008), 65% das lagartas que sobreviveram no milho *Bt* acabaram morrendo quando foram levadas para o laboratório. Fernandes et al. (2003) encontraram lagartas grandes em milho *Bt*, um total de 3,7 lagartas grandes em dez plantas, enquanto que no convencional foram encontradas 7,9.

**Tabela 21** – Número de lagartas grandes (> 1,5 cm) de *Spodoptera frugiperda* por planta, em área sem tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
20 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	0,60 ± 0,22	X 0,58 ± 0,21	0,101
MC SP x MB SP	0,60 ± 0,22	X 0,00 ± 0,00	0,013*
MC SP x MB CP	0,60 ± 0,22	X 0,00 ± 0,00	0,013*
MC CP x MB SP	0,58 ± 0,21	X 0,00 ± 0,00	0,007*
MC CP x MB CP	0,58 ± 0,21	X 0,00 ± 0,00	0,007*
MB SP x MB CP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05
28 DAE			
MC SP x MC CP	1,25 ± 0,40	X 0,63 ± 0,19	0,040*
MC SP x MB SP	1,25 ± 0,40	X 0,23 ± 0,22	0,015*
MC SP x MB CP	1,25 ± 0,40	X 0,08 ± 0,10	0,005*
MC CP x MB SP	0,63 ± 0,19	X 0,23 ± 0,22	0,041*
MC CP x MB CP	0,63 ± 0,19	X 0,08 ± 0,10	0,011*
MB SP x MB CP	0,23 ± 0,22	X 0,08 ± 0,10	0,219
36 DAE			
MC SP x MC CP	0,83 ± 0,22	X 0,60 ± 0,41	0,317
MC SP x MB SP	0,83 ± 0,22	X 0,63 ± 0,44	0,404
MC SP x MB CP	0,83 ± 0,22	X 0,23 ± 0,26	0,029*
MC CP x MB SP	0,60 ± 0,41	X 0,63 ± 0,44	0,070
MC CP x MB CP	0,60 ± 0,41	X 0,23 ± 0,26	0,129
MB SP x MB CP	0,63 ± 0,44	X 0,23 ± 0,26	0,142
42 DAE			
MC SP x MC CP	1,33 ± 0,53	X 0,93 ± 0,33	0,153
MC SP x MB SP	1,33 ± 0,53	X 0,65 ± 0,26	0,037*
MC SP x MB CP	1,33 ± 0,53	X 0,38 ± 0,25	0,032*
MC CP x MB SP	0,93 ± 0,33	X 0,65 ± 0,26	0,173
MC CP x MB CP	0,93 ± 0,33	X 0,38 ± 0,25	0,040*
MB SP x MB CP	0,65 ± 0,26	X 0,38 ± 0,25	0,184

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com metomil aos 21 e aos 34 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

Na última avaliação das duas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas), da semeadura do tarde as diferenças no número de lagartas grandes podem ter refletido na nota de dano (Figura 7 (c) e (d)), na qual o milho *Bt* com pulverização de inseticida, o *Bt* sem, o convencional com e o convencional sem pulverização de inseticida apresentaram nota de dano em ordem crescente. Nessa

última data, verificou-se o inverso para o número de lagartas grandes. Isso está de acordo com Farias et al. (2001), que relatam que as lagartas grandes de *S. frugiperda* constituem-se como um dos segmentos mais importantes para o manejo integrado de pragas, pois é nessa fase que ocorre a maior parte dos danos à cultura do milho.

**Tabela 22** – Número de lagartas grandes (> 1,5 cm) de *Spodoptera frugiperda* por planta, em área com tratamento de semente com inseticidas, na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

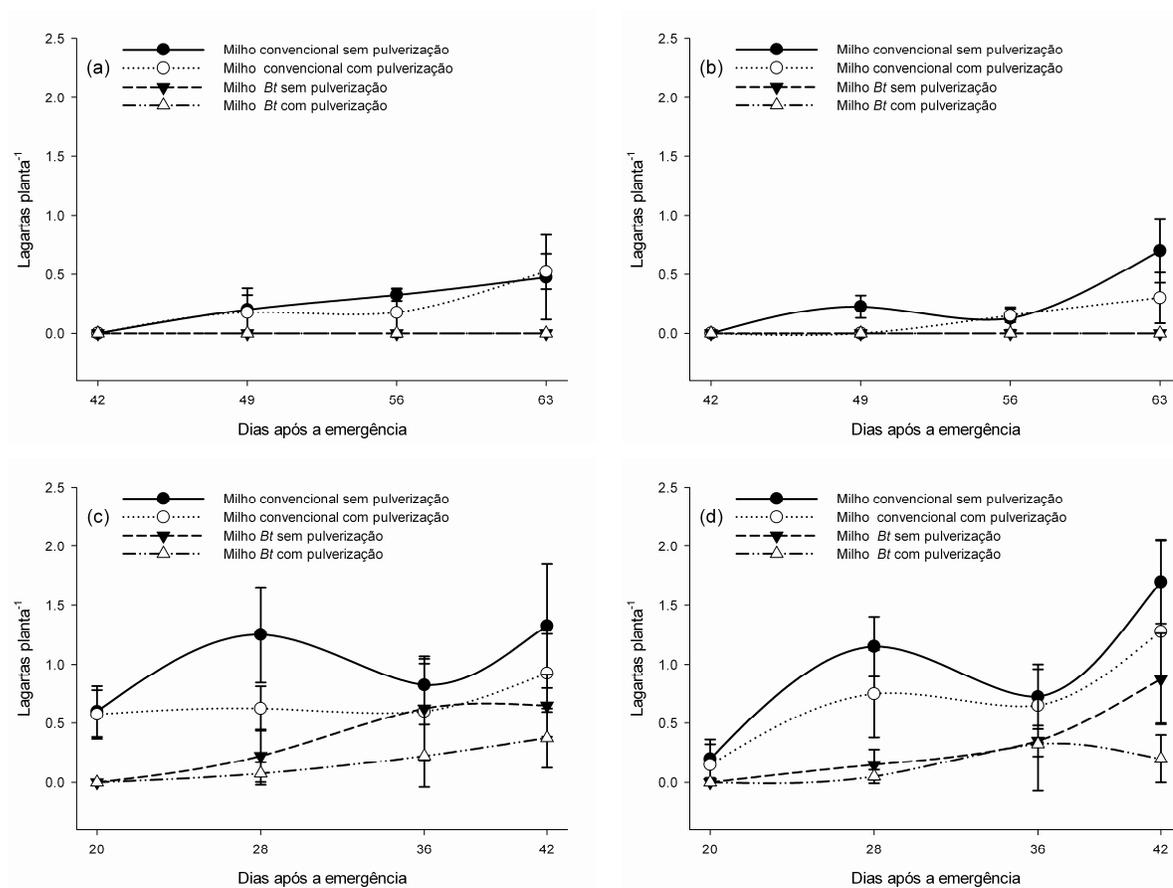
Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
20 DAE <sup>2</sup>			
MC SP x MC CP	0,20 ± 0,16	X 0,15 ± 0,17	0,390
MC SP x MB SP	0,20 ± 0,16	X 0,00 ± 0,00	0,061
MC SP x MB CP	0,20 ± 0,16	X 0,00 ± 0,00	0,061
MC CP x MB SP	0,15 ± 0,17	X 0,00 ± 0,00	0,184
MC CP x MB CP	0,15 ± 0,17	X 0,00 ± 0,00	0,184
MB SP x MB CP	0,00 ± 0,00	X 0,00 ± 0,00	≥ 0,05
28 DAE			
MC SP x MC CP	1,15 ± 0,25	X 0,75 ± 0,37	0,139
MC SP x MB SP	1,15 ± 0,25	X 0,15 ± 0,13	0,008*
MC SP x MB CP	1,15 ± 0,25	X 0,05 ± 0,06	0,009*
MC CP x MB SP	0,75 ± 0,37	X 0,15 ± 0,13	0,038*
MC CP x MB CP	0,75 ± 0,37	X 0,05 ± 0,06	0,015*
MB SP x MB CP	0,15 ± 0,13	X 0,05 ± 0,06	0,132
36 DAE			
MC SP x MC CP	0,73 ± 0,28	X 0,65 ± 0,31	0,266
MC SP x MB SP	0,73 ± 0,28	X 0,35 ± 0,13	0,057
MC SP x MB CP	0,73 ± 0,28	X 0,33 ± 0,39	0,130
MC CP x MB SP	0,65 ± 0,31	X 0,35 ± 0,13	0,095
MC CP x MB CP	0,65 ± 0,31	X 0,33 ± 0,39	0,184
MB SP x MB CP	0,35 ± 0,13	X 0,33 ± 0,39	0,069
42 DAE			
MC SP x MC CP	1,70 ± 0,36	X 1,28 ± 0,78	0,275
MC SP x MB SP	1,70 ± 0,36	X 0,88 ± 0,39	0,035*
MC SP x MB CP	1,70 ± 0,36	X 0,20 ± 0,20	0,001*
MC CP x MB SP	1,28 ± 0,78	X 0,88 ± 0,39	0,319
MC CP x MB CP	1,28 ± 0,78	X 0,20 ± 0,20	0,029*
MB SP x MB CP	0,88 ± 0,39	X 0,20 ± 0,20	0,034*

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização com metomil aos 21 e aos 34 DAE.

<sup>2</sup> Dias após a emergência.

A diferença entre as duas épocas de semeadura, no que diz respeito ao número de lagartas grandes, é visível (Figura 9), pois enquanto na semeadura do cedo não houve lagartas grandes no milho *Bt*, na do tarde, a média superou 0,6 lagartas grandes por planta no sem pulverização de inseticida, aos 42 DAE (Tabelas 21 e 22). Esse resultado está de acordo com o descrito por Buntin (2008) e Farrar Jr et al. (2009), ao relatarem que, em baixas infestações, a toxina Cry1Ab proporcionou uma boa proteção ao cartucho do milho, o mesmo não ocorrendo quando em altas infestações de *S. frugiperda*.



**Figura 9** – Número de lagartas grandes (> 1,5 cm) de *Spodoptera frugiperda*, em áreas (a) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (b) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo (setembro), (c) sem tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro) e (d) com tratamento de semente com inseticidas na semeadura do tarde (dezembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Para o milho convencional sem e com pulverização de inseticida, a diferença pôde ser melhor visualizada na semeadura do tarde, cuja época Silva (1999) descreveu como normalmente apresentando as maiores falhas de controle de *S. frugiperda* em milho na região de Cruz Alta, no Estado do Rio Grande do Sul.

#### **4.3 Milho *Bt* e inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, na ocorrência e na injúria de *Diatraea* sp. e *H. zea***

A apresentação dos resultados e a posterior discussão foram divididas em duas partes. A primeira refere-se aos efeitos do milho *Bt* e inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, na ocorrência e na injúria de *Diatraea* sp.; e a segunda, aos efeitos sobre *H. zea*. Para cada variável, os resultados foram apresentados em duas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) e em duas épocas de semeadura (cedo e tarde). Além desses, para *Diatraea* sp., teve o efeito do tratamento de semente com inseticidas na semeadura do cedo.

##### **4.3.1 Efeito do milho *Bt* e inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, na ocorrência e na injúria de *Diatraea* sp.**

O efeito no percentual de colmos atacadas por *Diatraea* sp. em milho convencional e *Bt*, sem e com tratamento de semente com inseticidas pode ser observado na Tabela 23. Quando se combinou milho convencional com o tratamento de semente com inseticidas, esse diferiu significativamente do convencional sem tratamento de semente. O tratamento de semente com inseticidas não resultou em efeito significativo no milho *Bt*, visto que nesse o percentual de ataque ao colmo por *Diatraea* sp. foi baixo. O percentual de ataque foi crescente, conforme a redução da proteção, sendo de 2,5; 6,3; 13,8 e 31,3% de colmos atacados por *Diatraea* sp., respectivamente, para milho *Bt* com tratamento de semente com inseticidas, *Bt* sem tratamento, convencional com e convencional sem tratamento de semente.

O número de furos nos colmos nunca excedeu a um no milho *Bt*, enquanto no milho convencional sem tratamento semente com inseticidas apresentou o máximo de 14 furos em um colmo (Tabela 24). No milho *Bt*, apesar do baixo percentual de ataque, foram encontradas galerias de até 4,4 cm (Tabela 25). O valor da mediana para o tamanho de galeria foi semelhante no milho *Bt* com tratamento de semente com inseticidas e no milho convencional, apesar do menor percentual de ataque no milho *Bt*.

O percentual de colmos atacados por *Diatraea* sp. em milho convencional e *Bt*, sem e com pulverização de inseticida para o controle de *S. frugiperda*, pode ser observado na Tabela 26. As pulverizações de inseticidas para controle de *S. frugiperda* não afetaram a ocorrência de *Diatraea* sp.. O percentual de colmos atacados foi significativamente menor no milho *Bt*, em relação ao convencional. A exceção se deu na semeadura do cedo com tratamento de semente com inseticidas, na qual não ocorreram diferenças significativas para essa variável, em função dos menores percentuais de colmos atacados por *Diatraea* sp. no milho convencional.

**Tabela 23** – Percentual de colmos atacados por *Diatraea* sp., na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
MC ST x MC CT	31,3 ± 12,5	X 13,8 ± 11,9	0,013*
MC ST x MB ST	31,3 ± 12,5	X 6,3 ± 7,4	0,009*
MC ST x MB CT	31,3 ± 12,5	X 2,5 ± 4,6	0,003*
MC CT x MB ST	13,8 ± 11,9	X 6,3 ± 7,4	0,187
MC CT x MB CT	13,8 ± 11,9	X 2,5 ± 4,6	0,037*
MB ST x MB CT	6,3 ± 7,4	X 2,5 ± 4,6	0,240

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; ST - sem tratamento de semente; e CT - com tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe.

**Tabela 24** – Número de furos em colmos atacados por *Diatraea* sp., na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Combinações <sup>1</sup>	Média	Mediana	Mínimo	Máximo
MC ST	2,2	1,0	1,0	14,0
MC CT	3,3	3,0	1,0	8,0
MB ST	1,0	1,0	1,0	1,0
MB CT	1,0	1,0	1,0	1,0

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; ST - sem tratamento de semente; e CT - com tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe.

**Tabela 25** – Tamanho das galerias (cm planta<sup>-1</sup>) em colmos atacados por *Diatraea* sp., na semeadura do cedo (setembro), na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Combinações <sup>1</sup>	Média	Mediana	Mínimo	Máximo
MC ST	2,9	1,8	0,3	8,0
MC CT	3,1	1,9	0,3	10,0
MB ST	1,4	0,8	0,3	4,2
MB CT	2,6	2,0	1,4	4,4

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; ST - sem tratamento de semente; e CT - com tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe.

Na semeadura do tarde o percentual de colmos atacados foi maior que na semeadura do cedo (Tabela 26). Na semeadura do cedo o percentual de colmos atacados por *Diatraea* sp. não superou a 35% em milho convencional, enquanto que na semeadura do tarde atingiu 57,5%. O milho *Bt* chegou ao máximo de 12,5% de colmos atacados por *Diatraea* sp..

O número de furos nos colmos causados por *Diatraea* sp. em milho *Bt*, nunca excedeu a dois em um mesmo colmo (Tabela 27). Na semeadura do cedo, com tratamento de semente com inseticidas, o milho *Bt*, que não havia recebido pulverização de inseticidas para controle de *S. frugiperda*, não apresentou furos em nenhum dos 40 colmos avaliados. O milho convencional teve até 14 furos em um mesmo colmo, com média entre 1,3 a 3,3 furos por colmo, nas áreas (sem e com tratamento de semente com inseticidas) e épocas de semeadura.

O tamanho das galerias, causadas por *Diatraea* sp., atingiu o máximo de 4,4 cm no milho *Bt*, enquanto no convencional chegou a 13 cm (Tabela 28). A mediana, que representa o valor central na distribuição dos valores, no milho *Bt*, variou de 0,6 a 2,0 cm, e no milho convencional de 1,6 a 4,5 cm. O milho *Bt* sem pulverização de inseticida para *S. frugiperda*, na semeadura do cedo, com tratamento de semente com inseticidas, que não havia apresentado furos em nenhuma das plantas avaliadas, conseqüentemente não apresentou galerias. Já o milho *Bt* quando pulverizado para *S. frugiperda* na semeadura do tarde, com tratamento de semente com inseticidas, apesar de ter apresentado furos nos colmos avaliados, não apresentou galerias ( $\geq 0,3$  cm).

**Tabela 26** – Percentual de colmos atacados (com galerias) por *Diatraea* sp., na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
Semeadura do cedo sem tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	35,0 ± 12,9	X 27,5 ± 12,6	0,447
MC SP x MB SP	35,0 ± 12,9	X 5,0 ± 5,8	0,012*
MC SP x MB CP	35,0 ± 12,9	X 7,5 ± 9,6	0,035*
MC CP x MB SP	27,5 ± 12,6	X 5,0 ± 5,8	0,032*
MC CP x MB CP	27,5 ± 12,6	X 7,5 ± 9,6	0,047*
MB SP x MB CP	5,0 ± 5,8	X 7,5 ± 9,6	0,207
Semeadura do cedo com tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	15,0 ± 12,9	X 12,5 ± 12,6	0,123
MC SP x MB SP	15,0 ± 12,9	X 0,0 ± 0,0	0,060
MC SP x MB CP	15,0 ± 12,9	X 5,0 ± 5,8	0,180
MC CP x MB SP	12,5 ± 12,6	X 0,0 ± 0,0	0,103
MC CP x MB CP	12,5 ± 12,6	X 5,0 ± 5,8	0,314
MB SP x MB CP	0,0 ± 0,0	X 5,0 ± 5,8	0,208
Semeadura do tarde sem tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	42,5 ± 20,6	X 45,0 ± 20,8	0,084
MC SP x MB SP	42,5 ± 20,6	X 12,5 ± 9,6	0,037*
MC SP x MB CP	42,5 ± 20,6	X 5,0 ± 10,0	0,028*
MC CP x MB SP	45,0 ± 20,8	X 12,5 ± 9,6	0,038*
MC CP x MB CP	45,0 ± 20,8	X 5,0 ± 10,0	0,027*
MB SP x MB CP	12,5 ± 9,6	X 5,0 ± 10,0	0,312
Semeadura do tarde com tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	57,5 ± 12,6	X 45,0 ± 19,1	0,310
MC SP x MB SP	57,5 ± 12,6	X 2,5 ± 5,0	0,010*
MC SP x MB CP	57,5 ± 12,6	X 0,0 ± 0,0	0,004*
MC CP x MB SP	45,0 ± 19,1	X 2,5 ± 5,0	0,017*
MC CP x MB CP	45,0 ± 19,1	X 0,0 ± 0,0	0,013*
MB SP x MB CP	2,5 ± 5,0	X 0,0 ± 0,0	0,481

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização na semeadura do cedo com novalurom + metomil aos 43 dias após a emergência da cultura e na do tarde com metomil aos 21 e 34 dias após a emergência da cultura.

Os resultados da semeadura do cedo demonstraram o efeito do tratamento de semente com inseticidas em *Diatraea* sp. e estão de acordo Cruz (2008a), que afirma que os inseticidas usados para controle de *S. frugiperda* em tratamento de semente, também tem efeito sobre *D. saccharalis*. Esse mesmo autor ressalta que esse efeito tem duração de até 20 dias após a emergência da cultura. Portanto, o efeito do tratamento de semente com inseticidas pode ter sido somente sobre as

lagartas eclodidas das posturas realizadas mais precocemente na cultura, justificando o fato de que mesmo com tratamento de semente com inseticidas, ocorreram 13,8% de colmos atacados por *Diatraea* sp..

**Tabela 27** – Número de furos em colmos atacados por *Diatraea* sp., na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Combinações <sup>1</sup>	Média	Mediana	Mínimo	Máximo
Semeadura do cedo sem tratamento de semente com inseticidas				
MC SP	2,9	2,0	1,0	14,0
MC CP	1,3	1,0	1,0	2,0
MB SP	1,0	1,0	1,0	1,0
MB CP	1,0	1,0	1,0	1,0
Semeadura do cedo com tratamento de semente com inseticidas				
MC SP	1,7	1,0	1,0	3,0
MC CP	3,0	2,0	1,0	7,0
MB SP	---	---	---	---
MB CP	1,0	1,0	1,0	1,0
Semeadura do tarde sem tratamento de semente com inseticidas				
MC SP	3,3	2,0	1,0	11,0
MC CP	2,0	1,0	1,0	6,0
MB SP	1,0	1,0	1,0	1,0
MB CP	1,3	1,0	1,0	2,0
Semeadura do tarde com tratamento de semente com inseticidas				
MC SP	2,5	2,0	1,0	6,0
MC CP	2,7	2,5	1,0	8,0
MB SP	1,0	1,0	1,0	1,0
MB CP	1,5	1,5	1,0	2,0

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização na semeadura do cedo com novalurom + metomil aos 43 dias após a emergência da cultura e na do tarde com metomil aos 21 e 34 dias após a emergência da cultura.

A ausência de efeito dos inseticidas pulverizados para o controle de *S. frugiperda* na ocorrência de *Diatraea* sp. está de acordo com os resultados de Waquil et al. (1982), que não observaram diferenças no percentual de colmos atacados na testemunha para os tratamentos com inseticidas utilizados no controle de *S. frugiperda*, dentre estes metomil. Cruz (2008a) afirma que os mesmos inseticidas utilizados para controle de *S. frugiperda* em pulverizações têm efeito em *D. saccharalis*, porém precisam entrar em contato ou serem ingeridos, quando a lagarta encontra-se ainda na parte externa da planta.

**Tabela 28** – Tamanho das galerias (cm planta<sup>-1</sup>) em colmos atacados por *Diatraea* sp., na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Combinações <sup>1</sup>	Média	Mediana	Mínimo	Máximo
Semeadura do cedo sem tratamento de semente com inseticidas				
MC SP	2,8	2,1	0,4	7,5
MC CP	3,0	1,6	0,3	8,0
MB SP	0,8	0,8	0,3	1,2
MB CP	1,9	0,8	0,7	4,2
Semeadura do cedo com tratamento de semente com inseticidas				
MC SP	1,9	1,2	0,4	4,8
MC CP	3,9	3,1	0,5	10
MB SP	---	---	---	---
MB CP	2,6	2,0	1,4	4,4
Semeadura do tarde sem tratamento de semente com inseticidas				
MC SP	5,1	4,5	0,4	13,0
MC CP	3,3	2,5	0,3	12,0
MB SP	1,5	1,3	0,6	2,5
MB CP	0,8	0,8	0,5	1,0
Semeadura do tarde com tratamento de semente com inseticidas				
MC SP	3,4	2,3	0,6	9,8
MC CP	3,6	2,1	0,3	12,0
MB SP	0,6	0,6	0,6	0,6
MB CP	---	---	---	---

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização na semeadura do cedo com novalurom + metomil aos 43 dias após a emergência da cultura e na do tarde com metomil aos 21 e 34 dias após a emergência da cultura.

O baixo percentual de colmos atacados por *Diatraea* sp. em milho *Bt* está de acordo com Castro (2002), que destaca que o milho expressando a toxina Cry1Ab apresenta alta resistência para *D. saccharalis*.

A presença de furos nos colmos de milho *Bt*, causados por *Diatraea* sp., discorda dos resultados de Castro (2002), o qual não observou furos nos colmos desse milho em condições de infestação natural, porém quanto ao milho convencional, os resultados foram similares aos desse autor, que observou valores entre 1,6 a 11,7 furos por colmo.

Apesar da ocorrência precoce de *Diatraea* sp. na semeadura do cedo, na semeadura do tarde apresentou maiores percentuais de colmos atacados por essa

espécie. Esse resultado está de acordo com Serra; Trumper (2006), que relatam que, à medida que se atrasa a semeadura, os danos por *D. saccharalis* são maiores.

#### 4.3.2 Efeito do milho *Bt* e inseticidas para o controle de *S. frugiperda*, na ocorrência e na injúria de *H. zea*

O efeito no percentual de espigas atacadas por *H. zea* em milho convencional e *Bt*, sem e com pulverização de inseticida para o controle de *S. frugiperda* pode ser observado na Tabela 29. Assim, como não ocorreu efeito das pulverizações de inseticidas para o controle de *S. frugiperda* sobre o percentual de colmos atacados por *Diatraea* sp. (item 4.3.1), também não houve efeito no percentual de espigas atacadas por *H. zea*. O percentual de plantas atacadas por *H. zea* apresentou diferenças significativas entre o milho *Bt* e o convencional, mostrando-se, na maioria dos casos com alta significância. Os percentuais de ataque de espigas por *H. zea* foram acima de 87% no milho convencional, nas duas épocas de semeadura, enquanto no milho *Bt* variou de 30 a 37,5% na semeadura do cedo e de 42,5 a 57,5% na semeadura do tarde.

O tamanho da injúria causada nas espigas por *H. zea* em milho convencional e *Bt*, sem e com pulverização de inseticida para o controle de *S. frugiperda* pode ser observado na Tabela 30. A grande significância observada para o percentual de espigas atacadas por *H. zea* (Tabela 29), não se refletiu na extensão da injúria, sendo que, em muitos casos, não ocorreram diferenças significativas entre o milho convencional e *Bt*, apesar de, na média, o tamanho da injúria ser menor no milho *Bt*. A pulverização de inseticida para o controle de *S. frugiperda* não afetou o tamanho da injúria causada por *H. zea* nas espigas de milho. O tamanho médio das injúrias entre as áreas sem e com tratamento de semente com inseticidas foi de 4,02 e 2,56 cm por espiga na semeadura do cedo e de 5,93 e 4,01 cm na semeadura do tarde, respectivamente para o milho convencional e *Bt*.

O alto percentual de ataque de *H. zea* nas espigas de milho convencional está de acordo Cruz (2008b), que relata a média de 96,8% de espigas atacadas por essa espécie no Brasil.

**Tabela 29** – Percentual de espigas atacadas por *Helicoverpa zea*, na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
Semeadura do cedo sem tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	90,0 ± 11,5	X 87,5 ± 15,0	0,150
MC SP x MB SP	90,0 ± 11,5	X 32,5 ± 18,9	0,006*
MC SP x MB CP	90,0 ± 11,5	X 37,5 ± 25,0	0,015*
MC CP x MB SP	87,5 ± 15,0	X 32,5 ± 18,9	0,016*
MC CP x MB CP	87,5 ± 15,0	X 37,5 ± 25,0	0,025*
MB SP x MB CP	32,5 ± 18,9	X 37,5 ± 25,0	0,199
Semeadura do cedo com tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	95,0 ± 10,0	X 90,0 ± 8,2	0,453
MC SP x MB SP	95,0 ± 10,0	X 30,0 ± 14,1	0,008*
MC SP x MB CP	95,0 ± 10,0	X 37,5 ± 9,6	0,004*
MC CP x MB SP	90,0 ± 8,2	X 30,0 ± 14,1	0,003*
MC CP x MB CP	90,0 ± 8,2	X 37,5 ± 9,6	0,004*
MB SP x MB CP	30,0 ± 14,1	X 37,5 ± 9,6	0,457
Semeadura do tarde sem tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	100,0 ± 0,0	X 95,0 ± 5,8	0,212
MC SP x MB SP	100,0 ± 0,0	X 42,5 ± 29,9	0,016*
MC SP x MB CP	100,0 ± 0,0	X 52,5 ± 9,6	0,001*
MC CP x MB SP	95,0 ± 5,8	X 42,5 ± 29,9	0,027*
MC CP x MB CP	95,0 ± 5,8	X 52,5 ± 9,6	0,009*
MB SP x MB CP	42,5 ± 29,9	X 52,5 ± 9,6	0,444
Semeadura do tarde com tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	92,5 ± 9,6	X 90,0 ± 8,2	0,203
MC SP x MB SP	92,5 ± 9,6	X 57,5 ± 12,6	0,011*
MC SP x MB CP	92,5 ± 9,6	X 47,5 ± 5,0	0,009*
MC CP x MB SP	90,0 ± 8,2	X 57,5 ± 12,6	0,024*
MC CP x MB CP	90,0 ± 8,2	X 47,5 ± 5,0	0,009*
MB SP x MB CP	57,5 ± 12,6	X 47,5 ± 5,0	0,208

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização na semeadura do cedo com novalurom + metomil aos 43 dias após a emergência da cultura e na do tarde com metomil aos 21 e 34 dias após a emergência da cultura.

A ausência de efeito dos inseticidas utilizados para o controle de *S. frugiperda* em *H. zea* está de acordo com Waquil et al. (1982), que não observaram diferenças no percentual de espigas atacadas nos tratamentos com inseticidas, dentre esses metomil, para a testemunha. Para Cruz (2008b), as pulverizações de inseticidas para o controle de *H. zea* devem ser iniciadas imediatamente após a postura pelas

mariposas, para que o inseticida possa atingir as lagartas ainda na parte externa da espiga, assim desprotegidas da palha. Portanto, as pulverizações de inseticidas poderiam ter efeito sobre *H. zea* a partir do momento em que surgissem os estilo-estigmas, e não durante a fase vegetativa do milho, quando foram realizadas as pulverizações de inseticidas para o controle de *S. frugiperda*.

Os percentuais de ataque de *H. zea* observados nesse estudo estão de acordo com Buntin (2008), quanto ao milho convencional, no qual encontrou praticamente 100% das espigas atacadas por essa espécie e, quanto ao percentual de ataque de *H. zea* ter sido menor no milho *Bt*, do que no convencional. Porém discorda quanto ao percentual de ataque no milho *Bt* (Cry1Ab), no qual a infestação em todos os experimentos desse autor excedeu 63% de ataque dessa espécie, em todos os híbridos expressando a toxina Cry1Ab e, muitas vezes chegando a 90%, diferentemente do ocorrido nesses experimentos que não excederam a 57,5%.

A pequena diferença entre o tamanho da injúria de *H. zea* em milho convencional e em *Bt* está de acordo com os resultados de Castro (2002), que não observou diferença entre esses milhos no que diz respeito ao tamanho da injúria, especialmente em épocas de alta infestação dessa espécie. A pequena diferença também pode ser explicado pelos resultados de Chilcutt et al. (2007), que encontraram lagartas de terceiro e quarto ínstar em densidades semelhantes no milho convencional e no *Bt*, o que indica, segundo esses autores, que as lagartas de quinto ínstar, que causam menos da metade dos prejuízos, são afetadas pela toxina *Bt*. Portanto, algumas lagartas podem ter chegado até ínstar mais avançados, para só posteriormente morrerem, já tendo assim causado as injúrias.

**Tabela 30** – Injúria (cm planta<sup>-1</sup>) a partir da ponta da espiga causada por *Helicoverpa zea*, na cultura do milho. Itaara, RS, safra 2008/09.

Comparações <sup>1</sup>	média ± desvio padrão		P – valor
Semeadura do cedo sem tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	4,24 ± 0,62	X 3,73 ± 0,99	0,338
MC SP x MB SP	4,24 ± 0,62	X 2,37 ± 1,59	0,061
MC SP x MB CP	4,24 ± 0,62	X 3,09 ± 1,48	0,144
MC CP x MB SP	3,73 ± 0,99	X 2,37 ± 1,59	0,164
MC CP x MB CP	3,73 ± 0,99	X 3,09 ± 1,48	0,438
MB SP x MB CP	2,37 ± 1,59	X 3,09 ± 1,48	0,488
Semeadura do cedo com tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	3,42 ± 0,97	X 4,69 ± 0,99	0,090
MC SP x MB SP	3,42 ± 0,97	X 2,34 ± 1,05	0,159
MC SP x MB CP	3,42 ± 0,97	X 2,42 ± 0,74	0,099
MC CP x MB SP	4,69 ± 0,99	X 2,34 ± 1,05	0,024*
MC CP x MB CP	4,69 ± 0,99	X 2,42 ± 0,74	0,007*
MB SP x MB CP	2,34 ± 1,05	X 2,42 ± 0,74	0,116
Semeadura do tarde sem tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	6,58 ± 1,17	X 5,95 ± 2,74	0,359
MC SP x MB SP	6,58 ± 1,17	X 3,67 ± 1,41	0,032*
MC SP x MB CP	6,58 ± 1,17	X 4,16 ± 1,64	0,035*
MC CP x MB SP	5,95 ± 2,74	X 3,67 ± 1,41	0,171
MC CP x MB CP	5,95 ± 2,74	X 4,16 ± 1,64	0,230
MB SP x MB CP	3,67 ± 1,41	X 4,16 ± 1,64	0,397
Semeadura do tarde com tratamento de semente com inseticidas			
MC SP x MC CP	5,43 ± 1,24	X 5,73 ± 1,39	0,284
MC SP x MB SP	5,43 ± 1,24	X 4,20 ± 1,66	0,235
MC SP x MB CP	5,43 ± 1,24	X 4,02 ± 1,11	0,092
MC CP x MB SP	5,73 ± 1,39	X 4,20 ± 1,66	0,155
MC CP x MB CP	5,73 ± 1,39	X 4,02 ± 1,11	0,075
MB SP x MB CP	4,20 ± 1,66	X 4,02 ± 1,11	0,182

\* Diferem significativamente pelo método de reamostragem de Bootstrap (p<0,05).

<sup>1</sup> MC - milho convencional; MB - milho *Bt*; SP - sem pulverização de inseticida; e CP - com pulverização na semeadura do cedo com novalurom + metomil aos 43 dias após a emergência da cultura e na do tarde com metomil aos 21 e 34 dias após a emergência da cultura.

## 5. CONCLUSÕES

O crescimento inicial do milho não é afetado pela produção da toxina *Bt* (Cry1Ab) e pelos inseticidas imidacloprido + tiodicarbe no tratamento de semente, em condições de campo.

O milho *Bt* (Cry1Ab) sem ou com tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe, e esses inseticidas na semente de milho convencional são eficientes na proteção do milho ao corte de plantas por *S. frugiperda*, em condições de alta infestação.

O tratamento de semente com imidacloprido + tiodicarbe reduz a injúria causada por *S. frugiperda* na parte aérea do milho *Bt*, quando em infestações precoces, complementando a ação da toxina Cry1Ab.

O milho *Bt* (Cry1Ab) é eficiente no controle de *S. frugiperda*, na semeadura do cedo, nas condições do Rio Grande do Sul, quando as infestações de *S. frugiperda* são baixas a moderadas, não havendo nesses casos a necessidade de complementar com pulverizações de inseticidas.

Na semeadura do tarde, que apresenta altas infestações de *S. frugiperda*, nas condições do Rio Grande do Sul, o milho *Bt* (Cry1Ab), quando pulverizado com metomil, apresenta menos injúrias e menor número de lagartas grandes.

Imidacloprido + tiodicarbe, via tratamento de semente, quando em infestações precoces de *D. saccharalis* na cultura do milho, reduz as injúrias e o percentual de colmos atacados.

Os inseticidas pulverizados (novalurom e/ou metomil) para controle de *S. frugiperda* não apresentam efeito sobre as injúrias e o percentual de colmos atacados por *Diatraea* sp. na cultura do milho.

O milho *Bt* (Cry1Ab) reduz o percentual de colmos atacados e as injúrias causadas por *Diatraea* sp..

Os inseticidas aplicados na semente (imidacloprido + tiodicarbe) ou os pulverizados (novalurom e/ou metomil) para o controle de *S. frugiperda* não afetam as injúrias e o percentual de espigas atacadas por *H. zea* na cultura do milho.

O milho *Bt* (Cry1Ab) reduz o percentual de ataque de *H. zea*, mas não apresenta redução significativa das injúrias nas espigas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, A. P. S. et al. **Perspectivas para o monitoramento de *Spodoptera frugiperda* por meio de feromônio sexual sintético em áreas de várzea do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008a. 17 p. (Documentos, 251).

\_\_\_\_\_. et al. **Zoneamento ecológico de *Spodoptera frugiperda*, *Anastrepha fraterculus* e *Grapholita molesta* para o Rio Grande do Sul e sua relação com as mudanças climáticas globais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008b. 23 p. (Documentos, 252).

APEDA. **World corn area yield and production**. Disponível em: <[www.apeda.com/.../World\\_Corn\\_Area\\_Yield\\_and\\_Production.xls](http://www.apeda.com/.../World_Corn_Area_Yield_and_Production.xls)>. Acesso em: 28 ago. 2009.

AZEVEDO, R. et al. Efeito do tratamento de sementes com carbofuran e aplicações foliares de lufenuron, no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho em agroecossistema de várzea. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 241-246, 2003.

AYRES, M. et al. **Bioestat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Manaus: [s.n], 2007. Versão 5.0. 1 CD-ROM.

BENTO, J. M. S. Comedores de lucro. **Cultivar**, Pelotas, ano 3, n. 22, p. 18-21, 2000.

BERGAMIM, J. Pragas da cana-de-açúcar. In: MALAVOLTA, E. et al. (Org.). **Cultura e adubação da cana-de-açúcar**. São Paulo: IBP, 1964. p. 191-208.

BERNARDI, O. et al. Perdas na produção de milho provocadas pelo ataque de *Helicoverpa zea* e *Spodoptera frugiperda* em espigas. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 6., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2004. p. 54-57.

BIANCHET, A.; NUNES, J. Análise do comportamento do milho safrinha após o seccionamento da planta em diferentes estádios de desenvolvimento. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, n. 2, p. 104-110, 2009.

BIANCO, R. Manejo de pragas do milho em plantio direto. In: INSTITUTO BIOLÓGICO DE SÃO PAULO (Org.). **Encontro de fitossanidade de grãos**. Campinas: Emopi Editora e Gráfica, 2005. p. 8-17.

BOBROWSKI, V. L. et al. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 843-850, 2003.

BOKONON-GANTA, A. H. et al. Survivorship and development of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), on conventional and transgenic maize cultivars expressing *Bacillus thuringiensis* Cry9C and Cry1A(b) endotoxins. **International Journal of Pest Management**, London, v. 49, n. 2, p. 169–175, 2003.

BORTOLOTO V.; SILVA, T. R. B. Avaliação do desenvolvimento de milho convencional e milho *Bt*. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, n. 3, p. 89-95, 2009.

BUNTIN, G. D. Corn expressing Cry1Ab or Cry1F endotoxin for fall armyworm and corn earworm (Lepidoptera: noctuidae) management in field corn for grain production. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 91, n. 4, p. 523-530, 2008.

\_\_\_\_\_; FLANDERS, K. L.; LYNCH, R. E. Assessment of experimental *Bt* events against fall armyworm and corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) in corn. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, n. 2, p. 259-264, 2004.

BURKNESS, E. C. et al. Field efficacy of sweet corn hybrids expressing a *Bacillus thuringiensis* for management of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 94, n. 1, p. 197-203, 2001.

BUSATO, G. R. et al. Análise da estrutura e diversidade molecular de populações de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) associadas ao milho e arroz no Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 709-716, 2004.

CAMILLO, M. F. et al. Uso do tratamento de sementes na cultura do milho para controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 30, p. 55-59, 2005.

CASTRO, B. A.; LEONARD, B. R.; RILEY, T. J. Management of feeding damage and survival of southwestern corn borer and sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) with *Bacillus thuringiensis* transgenic field corn. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, n. 6, p. 2106-2116, 2004.

\_\_\_\_\_. **Evaluation of *Bacillus thuringiensis* transgenic field corn for management of Louisiana corn pests**. 2002. 190 f. Tese (Doutorado em entomologia) - Department of Entomology, Agricultural and Mechanical College, Louisiana State University, Baton Rouge, 2002.

CECCON, G. et al. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 227-237, 2004.

CHILCUTT, C. F. et al. Effects of *Bacillus thuringiensis* transgenic corn on corn Earworm and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) densities. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, n. 2, p. 327-334, 2007.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2008/09**. Disponível em: <[www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/11graos\\_08.09.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/11graos_08.09.pdf)>. Acesso em: 11 set. 2009.

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

COSTA, M. A. G. et al. Eficácia de diferentes inseticidas e de volumes de calda no controle de *Spodoptera frugiperda* nas culturas do milho e sorgo cultivados em várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1234-1242, 2005.

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 broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*, em milho, no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 12 p. (Circular Técnica, 90).

\_\_\_\_\_. Atualização em MIP. **Cultivar**, Pelotas, ano 4, n. 43, p. 36-39, 2002.

\_\_\_\_\_. Da cana ao milho. **Cultivar**, Pelotas, ano 10, n.110, p. 12-15, 2008a.

\_\_\_\_\_. Lagarta no milho. **Cultivar**, Pelotas, ano 0, n. 0, p. 18-19, 1999.

\_\_\_\_\_. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J. C. et al. [Org.] **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008b. p. 303-362.

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

CRUZ, J. C. et al. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Circular Técnica, 87).

DAVIS, F. M. et al. **Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm**. Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station, 1992. 9 p. (Technical Bulletin, 186).

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.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Amostragem seqüencial com base na lei de Taylor para levantamento de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 395-399, 2001.

FARRAR Jr, R. R. et al. Supplemental control of lepidopterous pests on *Bt* transgenic sweet corn with biologically-based spray treatments. **Journal of Insect Science**, Madison, v. 9, n. 8, p. 1-10, 2009.

FERNANDES, O. D. **Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e no parasitóide de ovos *Trichogramma spp.*** 2003. 164 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

\_\_\_\_\_. et al. Efeito do milho geneticamente modificado MON 810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 25-35, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL

DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, E. et al. **A broca-do-colmo nos agroecossistemas de arroz do Brasil**. Santo Antonio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 42 p. (Documentos, 114).

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Efeito do inseticida clorpirifos e sua interação com inimigos naturais na supressão de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidóptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 325-339, 2006.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p.

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

GILOLO, F. P. et al. Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 167-171, 2006.

GUEVARA, L. A. C.; WIENDL, F. M. Aspectos da biologia, em condições de campo, da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis* (Fabr. 1974)). **Agropecuária Técnica**, Piracicaba, v. 1, n.1, 1980.

HUANG, F.; LEONARD, B. R.; GABLE, R. H. Comparative susceptibility of european corn borer, southwestern corn borer, and sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) to Cry1Ab protein in a commercial *Bacillus thuringiensis* corn hybrid. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, n. 1, p. 194-202, 2006.

LANGE Jr., W. H. Seed treatment as a method of insect control. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 4, p. 363-388, 1959.

LUCCHINI, F. **Biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbot, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Níveis de prejuízos e avaliação toxicológica de inseticidas para o seu combate em milho**. 1977. 114 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1977.

MAGALHÃES P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Circular Técnica, 76).

MARÇON, P. G.; SILVA, F. M. A.; GALERA, L. Controle da lagarta. **Cultivar**, edição especial, p. 3-10, 2002.

MATRANGOLO, W. J. R.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T. M. C. Densidade populacional de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) nas fases de ovo, larva e adulto em milho. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 21-28, 1998.

MELO, E. P. de et al. Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 689-697, 2006.

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).

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

MEROTTO JUNIOR, A. et al. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 595-601, 1999.

MESSENGER, P. S. Bioclimatic studies with insects. **Annual Review of Entomology**. Stanford, v. 4, p. 183-206, 1959.

MICHEREFF FILHO, M. et al. Impacto de deltametrina em artrópodes-pragas e predadores na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 25-32, 2002.

MOTA, F. S. Estudos do clima do Rio Grande do Sul segundo o Sistema de Köppen. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 275-284, 1951.

MULLIN, C. A. et al. Toxic and behavioral effects to Carabidae of seed treatments used on Cry3Bb1- and Cry1Ab/c-protected corn. **Environmental Entomology**, College Park, v. 34, n. 6, p. 1626-1636, 2005.

NAVARRO, R. V. Comportamiento de emergencia y reproducción del gusano del jojoto (*Heliothis zea* Boddie). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 37, p. 55-61, 1987.

PAIVA, E. Milho transgênico resistente a insetos. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 16, n. 98, p. 34-38, 2007.

PEIXOTO, C. de M. Tudo o que você gostaria de saber sobre OGMs. **Cultivar**, Pelotas, ano 1, n. 2, p. 8-10, 1999.

PILCHER, C. D. et al. Field and laboratory evaluations of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn on secondary lepidopteran pests (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 90, n. 2, p. 669-678, 1997.

PINTO, A. de S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 108 p.

QUINTELA, E. D. et al. **Efeito do tratamento de sementes com inseticidas químicos sobre danos de percevejos fitófagos e sobre a lagarta do cartucho no milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6 p. (Circular Técnica, 76).

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO DO RS. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e sorgo no Rio Grande do Sul 2005/2006**. Porto Alegre: FEPAGRO: EMATER-RS: ASCAR, 2005. 155 p.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology: Cooperative Extension Service, 1993, 21p. (Special Report, 48).

SANGOI, L. et al. **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos**. 1. ed. Lages: Graphel, 2007. 95 p.

SERRA, G.; TUMPER, E. Estimación de incidência de danos provocados por larvas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em tallos de maíz mediante evaluación de signos externos de infestación. **Agriscientia**, Cordoba, v. 23, n. 1, p. 1-7, 2006.

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, M. T. B. da. Fatores que afetam a eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* Smith em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 383-387, 1999.

\_\_\_\_\_. Insetos-pragas: aspectos ecológicos, danos e controle. In: CAMPOS, B. C. (Org.). **A cultura do milho no plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP: SENAR, 1998. p. 95-123.

\_\_\_\_\_. Manejo de insetos nas culturas de milho e soja. 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. 169-200.

\_\_\_\_\_; COSTA, E. C. Nível de controle de *Diloboderus abderus* em aveia preta, linho, milho e girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 7-12, 2002.

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

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

TOLLENAAR, M. Physiological basis of genetic improvement of maize hybrids in Ontario from 1959 to 1988. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 1, p. 119-124, 1991.

TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. L. M. Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos Chapadões. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2007.

VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M.; CRUZ, I, **Cultivo do milho pragas iniciais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 13 p. (Comunicado Técnico, 59).

VILELLA, 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.

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, 2004.

\_\_\_\_\_. et al. Controle da lagarta-do-cartucho em milho com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 163-166, 1982.

\_\_\_\_\_; VILELLA, F. M. F. Gene bom. **Cultivar**, Pelotas, v. 49, p. 22-26, 2003.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (*Bt*) 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.

# **ANEXOS**

**ANEXO A** – Estádios de desenvolvimento da planta de milho (RITCHIE et al., 1993).

---

Estádios vegetativos	
VE	Germinação e emergência
V1	1ª folha do colmo expandida
V2	2ª folha do colmo expandida
V3	3ª folha do colmo expandida
V6	6ª folha do colmo expandida
V9	9ª folha do colmo expandida
V12	12ª folha do colmo expandida
V15	15ª folha do colmo expandida
V18	18ª folha do colmo expandida
VT	Pendoamento

---

Estádios reprodutivos	
R1	Espigamento
R2	Grãos em forma de bolha
R3	Grão leitoso
R4	Grão pastoso
R5	Grão dentado (massa dura)
R6	Maturidade fisiológica

---

**ANEXO B** – Nota de dano no cartucho do milho causado por *Spodoptera frugiperda* (adaptada de DAVIS et al., 1992).

Nota	Descrição
0	Sem dano
1	Com pontuações
2	Com pontuações e 1 a 3 lesões circulares
3	1 a 5 lesões circulares, mais 1 a 3 lesões alongadas (até 1,5 cm)
4	1 a 5 lesões circulares, mais 1 a 3 lesões alongadas (entre 1,5 e 3,0 cm)
5	1 a 3 lesões alongadas (maior que 3,0 cm) em até 2 folhas, mais 1 a 3 furos ou lesões alongadas (até 1,5 cm)
6	1 a 3 lesões alongadas (maior que 3,0 cm) em 2 ou mais folhas, mais 1 a 3 furos (maiores que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas
7	3 a 5 lesões alongadas (maior que 3,0 cm) em 2 ou mais folhas, mais 3 a 5 furos (maiores que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas
8	Mais que 5 lesões alongadas de todos os tamanhos e muitos furos (maiores que 3,0 cm) na maioria das folhas
9	Muitas folhas praticamente destruídas

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A** - Condições ambientais registradas, durante as pulverizações de inseticidas. Itaara, RS, safra 2008/09.

Época - pulverização	Condições ambientais		
	T (°C)	UR (%)	Vento (km h <sup>-1</sup> )
Cedo	25,2 a 26,3	63,2 a 65,7	5,5 a 6,8
Tarde – primeira	20,8 a 22,4	70,5 a 72,3	3,0 a 5,6
Tarde – segunda	21,2 a 22,1	74,1 a 77,6	4,2 a 7,3

**APÊNDICE B** - Quadrado médio da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento de blocos ao acaso, na cultura do milho, em aérea sem infestação de insetos-praga, para as variáveis: estatura, massa seca da parte aérea (MSA), de raiz (MSR) e população de plantas. Itaara, RS, safra 2008/09.

Causas de variação	Estatura	MSA	MSR	População
Bloco	0,655417 *	0,310490 <sup>ns</sup>	0,071800 <sup>ns</sup>	12785156,25 <sup>ns</sup>
Milho	0,448900 <sup>ns</sup>	0,054056 <sup>ns</sup>	0,000400 <sup>ns</sup>	1410156,25 <sup>ns</sup>
TS	0,250000 <sup>ns</sup>	0,000506 <sup>ns</sup>	0,032400 <sup>ns</sup>	23160156,25 <sup>ns</sup>
Milho x TS	0,739600 *	0,761256 <sup>ns</sup>	0,048400 <sup>ns</sup>	3906,25 <sup>ns</sup>
Erro	0,094183	0,198712	0,025289	6250434,02
CV (%)	2,22	10,59	12,09	4,50
Desdobramento dos milhos dentro do TS				
Sem TS	0,018050 <sup>ns</sup>	0,204800 <sup>ns</sup>	0,028800 <sup>ns</sup>	632812,50 <sup>ns</sup>
Com TS	1,170450 *	0,610512 <sup>ns</sup>	0,020000 <sup>ns</sup>	781250,00 <sup>ns</sup>
Erro	0,094183	0,198712	0,025289	6250434,03
Desdobramento do TS dentro dos milhos				
Milho convencional	0,064800 <sup>ns</sup>	0,400513 <sup>ns</sup>	0,080000 <sup>ns</sup>	11281250,00 <sup>ns</sup>
Milho <i>Bt</i>	0,924800 *	0,361250 <sup>ns</sup>	0,000800 <sup>ns</sup>	11882812,50 <sup>ns</sup>
Erro	0,094183	0,198712	0,025289	6250434,03

\* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>ns</sup> Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

\*\* Milho convencional e *Bt*.

\*\*\* TS: sem e com tratamento de semente.

**APÊNDICE C** - Quadrado médio da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento de blocos ao acaso, na cultura do milho, em aérea com infestação de *Spodoptera frugiperda* cortando plantas, para as variáveis: estatura, massa seca da parte aérea (MSA) e de raiz (MSR). Santiago, RS, safra 2008/09.

Causas de variação	Estatura	MSA	MSR
Bloco	4,143906 <sup>ns</sup>	1,198717 <sup>ns</sup>	0,136250 <sup>ns</sup>
Milho	74,779256 *	69,139225 *	2,822400 *
TS	10,972656 *	17,098225 *	1,177225 *
Milho x TS	14,459006 *	1,123600 <sup>ns</sup>	0,050625 <sup>ns</sup>
Erro	1,857245	2,391678	0,124978
CV (%)	5,26	14,40	18,75
Desdobramento dos milhos dentro do TS			
Sem TS	77,501250 *	43,945313 *	1,058512 *
Com TS	11,737013 *	26,317512 *	1,814512 *
Erro	1,857245	2,391678	0,124978
Desdobramento do TS dentro dos milhos			
Milho convencional	25,311612 *	13,494012 *	0,369800 <sup>ns</sup>
Milho <i>Bt</i>	0,120050 <sup>ns</sup>	13,494012 <sup>ns</sup>	0,858050 *
Erro	1,857245	13,494012	0,124978

\* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>ns</sup> Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

\*\* Milho convencional e *Bt*.

\*\*\* TS: sem e com tratamento de semente.

**APÊNDICE D** - Quadrado médio da análise de variância de um experimento bifatorial no delineamento de blocos ao acaso, na cultura do milho, em aérea com infestação de *Spodoptera frugiperda* cortando plantas, para a variável população de plantas. Santiago, RS, safra 2008/09.

Causas de variação	Dias após a emergência			
	5	12	19	27
Bloco	6927293,69 <sup>ns</sup>	10082304,73 <sup>ns</sup>	5214908,00 <sup>ns</sup>	12011341,00 <sup>ns</sup>
Milho	39643362,21 <sup>*</sup>	192901265,43 <sup>*</sup>	141567222,73 <sup>*</sup>	346373322,38 <sup>*</sup>
TS	18141274,45 <sup>ns</sup>	44444422,22 <sup>ns</sup>	68673996,09 <sup>*</sup>	129706758,49 <sup>*</sup>
Milho x TS	857332,48 <sup>ns</sup>	52160533,95 <sup>ns</sup>	56945775,87 <sup>*</sup>	27854935,34 <sup>ns</sup>
Erro	7315969,43	52160533,96	8838679,38	20721879,20
CV (%)	5,01	7,61	5,76	9,07
Desdobramento dos milhos dentro do TS				
Sem TS	26080230,86 <sup>ns</sup>	222839588,27 <sup>*</sup>	189043220,67 <sup>*</sup>	285339413,27 <sup>*</sup>
Com TS	14420463,82 <sup>ns</sup>	22222211,11 <sup>ns</sup>	9469777,92 <sup>ns</sup>	88888844,44 <sup>ns</sup>
Erro	7315969,43	15775042,25	8838679,38	20721879,20
Desdobramento do TS dentro dos milhos				
Milho convencional	13443045,82 <sup>ns</sup>	96450632,72 <sup>*</sup>	125345427,78 <sup>*</sup>	138888861,11 <sup>*</sup>
Milho <i>Bt</i>	5555561,11 <sup>ns</sup>	154323,46 <sup>ns</sup>	274344,17 <sup>ns</sup>	18672832,72 <sup>ns</sup>
Erro	7315969,43	15775042,25	8838679,38	20721879,20

\* Significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>ns</sup> Não significativo, em nível de 5% de probabilidade de erro.

\*\* Milho convencional e *Bt*.

\*\*\* TS: sem e com tratamento de semente.