

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
MESTRADO EM AGRONOMIA

ELDERSON RUTHES

CONTROLE DAS LAGARTAS *Spodoptera frugiperda* E *Pseudaletia sequax* EM  
MILHO PELA ASSOCIAÇÃO DE HÍBRIDOS Bt, INTERVALO DE DESSECAÇÃO E  
INSETICIDAS

PONTA GROSSA  
2012

ELDERSON RUTHES

CONTROLE DAS LAGARTAS *Spodoptera frugiperda* E *Pseudaletia sequax* EM  
MILHO PELA ASSOCIAÇÃO DE HÍBRIDOS Bt, INTERVALO DE DESSECAÇÃO E  
INSETICIDAS

Dissertação apresentada a Universidade Estadual de  
Ponta Grossa para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia, área de concentração agricultura.

Orientador - Prof. Dr. Daniel Ricardo Sosa-Gomez

PONTA GROSSA  
2012

**Catálogo na Fonte**  
**Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG**

R975 Ruthes, Elderson  
Controle das lagartas *Spodoptera frugiperda* e *Pseudaletia sequax* em milho pela associação de híbridos Bt, intervalo de dessecação e inseticidas / Elderson Ruthes. Ponta Grossa, 2012.  
80f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração : Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.  
Orientador: Prof. Dr. Daniel Ricardo Sosa-Gomez.

1. Biotecnologia. 2. Eventos Bt. 3. Plantas cortadas. 4. Cartucho danificado. 5. Manejo de pragas. I. Sosa-Gomez, Daniel Ricardo. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Agronomia. III. TI.

CDD: 633.15



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: "Controle das lagartas *Spodoptera frugiperda* e *Pseudaletia sequax* em milho pela associação de híbridos Bt, intervalo de dessecção e inseticidas".

Nome: Elderson Ruthes

Orientador: Daniel Ricardo Sosa-Gomez

Aprovado pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Daniel Ricardo Sosa-Gomez

Prof. Dr. José Roberto Salyadori

Dr. Clébio José Avila

Data da Realização: 27 de agosto de 2012.

## DEDICATÓRIA

A Deus, pela proteção durante todos os momentos.

Aos meus pais, Eurico Wenceslau Ruthes e Naime Maria Gerber Ruthes,  
por todo o amor, confiança e apoio.

A minha filha Thaíza Carvalho Pinheiro Ruthes, por todo seu carinho,  
abraços e beijos dedicados ao seu papai nesse um ano e nove meses de vida  
cheios de alegria.

A minha esposa Talita Cristina Carvalho Pinheiro Ruthes, pelo constante amor,  
compreensão e apoio nesses anos que estamos juntos.

A minha avó Dirce Maria Wagner Gerber, por todo seu amor apoio e orações.

Carinhosamente

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Dr. Daniel Ricardo Sosa-Gomez pela orientação, apoio, paciência e compreensão.

À Fundação ABC pela oportunidade e todo o apoio na condução deste trabalho.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) pela oportunidade de fazer parte do programa de mestrado em Agronomia.

Aos colegas de trabalho Paulo Gallo, Nelson Ribeiro de Lima, Patricia Aparecida Calisz Baptista e Adriana Micheli pela dedicação e toda a ajuda durante o período de condução dos experimentos.

“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos dez outros”.

(George Bernard Shaw (1856-1950)

Escritor e teatrólogo irlandês.

## RESUMO

O milho Bt caracteriza-se como uma tecnologia para o manejo de pragas que vem sendo utilizada no Brasil desde a safra 2008/2009. Os híbridos de milho Bt disponíveis atualmente no mercado resultaram de cinco eventos transgênicos para o controle de lagartas, MON 810, Bt11, TC 1507, MON 89034 e MIR 162, os quais expressam as toxinas Cry1Ab, Cry1Ab, Cry1F, Cry1A.105 + Cry2Ab2 e Vip3A, respectivamente. O aumento na adoção do sistema de plantio direto na palha apresenta grande influência sobre os insetos-praga, inclusive as lagartas. A aveia-preta é a principal cultura de cobertura que antecede o cultivo de soja e milho no verão, ocupando extensas áreas nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. A semeadura do milho sobre plantas dessecadas de aveia-preta pode favorecer a ocorrência de insetos com potencial de danos, principalmente durante a germinação e a fase de plântula. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do milho Bt associada às seguintes práticas de manejo: a) intervalo entre a dessecação da aveia-preta e a semeadura do milho, com e sem aplicação do inseticida lufenurum em pulverização; b) tratamento de sementes com os inseticidas tiametoxam + fipronil e tiodicarbe + imidacloprido para redução dos danos ocasionados pelas lagartas *Pseudaletia sequax* e *Spodoptera frugiperda* no início do desenvolvimento da cultura do milho. Foram realizados quatro experimentos em condições de campo sob o sistema de plantio direto na palha após a cultura da aveia-preta, dois deles com infestação natural dos insetos-praga e dois com infestação artificial de *S. frugiperda* utilizando-se gaiolas. Os quatro experimentos foram conduzidos no município de Itaberá, SP durante as safras 2009/2010 e 2010/2011. O intervalo de 40 dias entre a dessecação da aveia-preta e a semeadura do milho se mostrou eficaz na redução dos danos ocasionados por *P. sequax* no híbrido de milho Bt 30F53H (Cry1F), independentemente da aplicação de inseticidas na dessecação ou via tratamento de sementes. Quando a dessecação da aveia-preta foi realizada 15 dias antes da semeadura do milho, houve maior ocorrência de danos ocasionados por *P. sequax* no híbrido Bt 30F53H. Nesse caso, o tratamento de sementes com tiodicarbe + imidacloprido se mostrou eficiente na redução dos danos. O híbrido 30F53H foi eficaz na redução dos danos ocasionados por *S. frugiperda*, independentemente do intervalo de dessecação e da utilização de inseticidas. Os híbridos DKB 240YG (Cry1Ab), DKB 240H (Cry1F), 30F53H (Cry1F), DKB 390PRO (Cry1A.105 + Cry2Ab2) e Garra Viptera (Vip3A) foram eficazes na redução do número de plantas cortadas por lagartas de *S. frugiperda* de terceiro ínstar em relação ao híbrido não Bt, independentemente do tratamento de sementes utilizado. Os híbridos DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera foram eficazes na redução dos danos ocasionados por *S. frugiperda*, tais como plantas raspadas e cartuchos danificados, em relação ao híbrido não Bt, independentemente do tratamento de sementes utilizado. O híbrido DKB 240YG apresentou redução de cartuchos danificados somente quando associado ao tratamento de sementes com o inseticida tiodicarbe + imidacloprido. Pode-se afirmar que a utilização desses híbridos Bt associada a outras práticas de manejo contribuiu significativamente na redução dos danos ocasionados por *P. sequax* e *S. frugiperda* no início do desenvolvimento da cultura. Assim, a utilização do milho Bt deve ser considerada como mais uma prática no manejo integrado de pragas na cultura do milho.

**Palavras-chave:** biotecnologia, eventos Bt, plantas cortadas, cartucho danificado, manejo de pragas.



## ABSTRACT

Bt corn is characterized as a technology for pest management that has been used in Brazil since the 2008/2009 season. Bt corn hybrids currently available on the market resulted from five transgenic events for the control of caterpillars, MON 810, Bt11, TC 1507, MON 89034, and MIR 162, which express Cry1Ab, Cry1Ab, Cry1F, Cry1A.105 + Cry2Ab2, and Vip3A toxins, respectively. The increased adoption of no-tillage farming has a major influence on insect pests, including caterpillars. Black oat is the main winter cover crop preceding soybeans and corn crops in the summer, and it is grown in large areas in the states of Rio Grande do Sul, Santa Catarina, and Paraná. Direct sowing of maize on desiccated black oat may favor the occurrence of insects with potential for damage, especially during germination and seedling stage. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effectiveness of Bt corn associated with the following management practices: a) interval between black oat desiccation and maize sowing, with and without application of the insecticide lufenuron; b) seed treatment with the insecticides thiamethoxan + fipronil and thiodicarb + imidacloprid to reduce the damage caused by *Pseudaletia sequax* and *Spodoptera frugiperda* caterpillars in the beginning of the development of corn plants. Four experiments were conducted under field conditions and no-tillage farming on desiccated black oat, two with natural infestation of insect pests and two with artificial infestation of *S. frugiperda* using cages. The four experiments were conducted in Itaberá, SP during the seasons 2009/2010 and 2010/2011. The 40-day interval between black oat desiccation and maize sowing proved to be effective in reducing damage caused by *P. sequax* in Bt corn 30F53H (Cry1F), regardless of insecticide application for desiccation or seed treatment. When black oat desiccation was carried out 15 days before maize sowing, a higher occurrence of damage caused by *P. sequax* in 30F53H Bt corn was observed. In this case, the seed treatment with thiodicarb + imidacloprid proved to be more effective in reducing damage. Corn hybrid 30F53H was effective in reducing damage caused by *S. frugiperda*, regardless of desiccation interval or use of insecticides. Corn hybrids DKB 240YG (Cry1Ab), DKB 240H (Cry1F), 30F53H (Cry1F), DKB 390PRO (Cry1A.105 + Cry2Ab2), and Garra Viptera (Vip3A) were effective in reducing the number of plants cut by *S. frugiperda* third instar caterpillars compared with non-Bt corn, regardless of the seed treatment used. Corn hybrids DKB 240H, DKB 390PRO, and Garra Viptera were effective in reducing damage caused by *S. frugiperda*, such as scraped plants and damaged whorls, compared with non-Bt corn, regardless of the seed treatment used. Corn hybrid DKB 240YG presented reduction in damaged whorls only when associated with seed treatment with the insecticide thiodicarb + imidacloprid. The use of Bt corn with other management practices significantly contributed to reduction of damage caused by *P. sequax* and *S. frugiperda* in the beginning of the development of the crop. Therefore, the use of Bt corn should be considered as one more practice in corn integrated pest management.

**Keywords:** biotechnology, Bt events, cut plants, whorl damage, pest management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vista da área experimental plantada com aveia-preta, dessecada aos 40 e aos 15 dias antes da semeadura do milho.....	31
Figura 2 - Quadro utilizado para contagem de lagartas na aveia-preta.....	33
Figura 3 - Detalhe das injúrias ocasionadas pela lagarta <i>P. sequax</i> , em plantas de milho.....	34
Figura 4 - Gaiolas utilizadas para realização das infestações artificiais de <i>S. frugiperda</i> .....	36
Figura 5 - Vista do ensaio utilizando-se gaiolas.....	36
Figura 6 - Fotos demonstrando o efeito do tratamento de sementes nos híbridos, 30F53 e 30F53H, na redução de plantas cortadas por <i>S. frugiperda</i> , 14 dias após a emergência, milho no estádio V2.....	50
Figura 7 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de danos ocasionados por <i>S. frugiperda</i> , incidência de plantas raspadas (%), aos 19 dias após a emergência, milho no estádio (V3). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 1, 2, 3 e 4 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de plantas raspadas (soma da incidência das notas 1, 2, 3 e 4). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos híbridos em cada tratamento de sementes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P<0,05$ ).....	56
Figura 8 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas em híbridos Bt sobre a redução de danos ocasionados por <i>S. frugiperda</i> , incidência de plantas raspadas (%), aos 19 dias após a emergência, milho no estádio (V3). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 1, 2, 3 e 4 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de plantas raspadas (soma da incidência das notas 1, 2, 3 e 4). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos tratamentos de sementes em cada híbrido não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P<0,05$ ).....	57
Figura 9 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de danos ocasionados por <i>S. frugiperda</i> , incidência de cartuchos danificados (%), aos 19 dias após a emergência, milho no estádio (V3). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de cartuchos danificados (soma da incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos híbridos em cada tratamento de sementes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P<0,05$ ).....	58
Figura 10 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas em híbridos Bt sobre a redução de danos ocasionados por <i>S. frugiperda</i> , incidência de cartuchos danificados (%), aos 19 dias após a emergência, milho no estádio (V3). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de cartuchos danificados (soma da incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos tratamentos de sementes em cada híbrido não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P<0,05$ ).....	59

- Figura 11 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de plantas raspadas (%), aos 33 dias após a emergência, milho no estádio (V6). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 1, 2, 3 e 4 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de plantas raspadas (soma da incidência das notas 1, 2, 3 e 4). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos híbridos em cada tratamento de sementes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ). .....63
- Figura 12 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas em híbridos Bt sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de plantas raspadas (%), aos 33 dias após a emergência, milho no estádio (V6). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 1, 2, 3 e 4 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de plantas raspadas (soma da incidência das notas 1, 2, 3 e 4). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos tratamentos de sementes em cada híbrido não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ). .....64
- Figura 13 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de cartuchos danificados (%), aos 33 dias após a emergência, milho no estádio (V6). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de cartuchos danificados (soma da incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos híbridos em cada tratamento de sementes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ). .....65
- Figura 14 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas em híbridos Bt sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de cartuchos danificados (%), aos 33 dias após a emergência, milho no estádio (V6). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de cartuchos danificados (soma da incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos tratamentos de sementes em cada híbrido não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ). .....66
- Figura 15 - Fotos demonstrando o efeito dos híbridos de milho DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera sem tratamento de sementes, na redução de plantas cortadas, 12 dias após a emergência e 7 dias após a infestação com lagartas, estádio V2. ....70
- Figura 16 - Fotos demonstrando o efeito dos híbridos de milho DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera tratados com tiametoxam (42) + fipronil (15), na redução de plantas cortadas, 12 dias após a emergência e 7 dias após a infestação com lagartas, estádio V2. ....70
- Figura 17 - Fotos demonstrando o efeito dos híbridos de milho DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera tratados com tiodicarbe (135) + imidacloprido (45), na redução de plantas cortadas, 12 dias após a emergência e 7 dias após a infestação com lagartas, estádio V2. ....71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proteínas expressas e datas da aprovação comercial dos eventos de milho Bt, MON810, BT11, TC1507, MIR162 e MON89034.....	26
Tabela 2 - Esquema da análise de variância utilizada no experimento 1.....	32
Tabela 3 - Descrição dos híbridos de milho utilizados no experimento, eventos e as proteínas expressas em cada um deles, Experimento 3. ....	38
Tabela 4 - Esquema da análise de variância utilizada no experimento 3.....	39
Tabela 5 - Número de <i>P. sequax</i> (A) e de <i>S. frugiperda</i> (B) por m <sup>2</sup> , na área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho, com e sem adição do inseticida lufenurom (15 g i.a.* ha <sup>-1</sup> ), aos 12, 23, 32 e 40 dias após a dessecação. ....	43
Tabela 6 - Número de <i>P. sequax</i> (A) e de <i>S. frugiperda</i> (B) por m <sup>2</sup> , na área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho, com e sem adição do inseticida lufenurom (15 g i.a.* ha <sup>-1</sup> ), aos 0, 9 e 15 dias após a dessecação. ....	43
Tabela 7 - Probabilidade de significância (Pr>F) experimento 1, área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho.....	44
Tabela 8 - Efeito da aplicação de inseticida na dessecação da aveia-preta sobre a incidência de danos (±DP) ocasionados por <i>P. sequax</i> e <i>S. frugiperda</i> , aos oito dias após a emergência, milho no estádio V2, e sobre a produtividade (±DP). Área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho. ....	45
Tabela 9 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de danos (±DP) ocasionados por <i>P. sequax</i> e <i>S. frugiperda</i> , aos oito dias após a emergência, milho no estádio V2, e sobre a produtividade (±DP). Área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho.....	45
Tabela 10 - Probabilidade de significância (Pr>F) experimento 1, dados obtidos na área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho.....	46
Tabela 11 - Efeito da aplicação de inseticida na dessecação e do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de danos (%) (±DP) ocasionados por <i>P. sequax</i> , avaliação realizada aos 8 dias após a emergência, estádio do milho (V2).....	47
Tabela 12 - Efeito da aplicação de inseticida na dessecação da aveia-preta sobre a incidência de plantas raspadas (%) (±DP) ocasionadas por <i>S. frugiperda</i> , aos oito dias após a emergência, milho no estádio V2, e sobre a produtividade (±DP). Área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho.....	47
Tabela 13 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de plantas raspadas (%) (±DP) ocasionadas por <i>S. frugiperda</i> , aos oito dias após a emergência, milho no estádio V2, e sobre a produtividade (±DP). Área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho.....	48
Tabela 14 - Probabilidade de significância (Pr>F), experimento 2.....	49
Tabela 15 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de plantas cortadas (%) (±DP) por <i>S. frugiperda</i> , aos 7 dias após a emergência e 4 dias após a infestação, milho no estádio V1, nos híbridos 30F53 (não Bt) e 30F53H (Cry1F).....	50

Tabela 16 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de plantas cortadas (%) ( $\pm$ DP) por <i>S. frugiperda</i> , na pré-colheita, nos híbridos 30F53 (não Bt) e 30F53H (Cry1F).....	51
Tabela 17 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a produtividade Kg ha <sup>-1</sup> ( $\pm$ DP), nos híbridos 30F53 (não Bt) e 30F53H (Cry1F).....	52
Tabela 18 - Probabilidade de significância (Pr>F), experimento 3, incidência de plantas raspadas (IPR) e incidência de cartuchos danificados (ICD).....	52
Tabela 19 - Probabilidade de significância (Pr>F), experimento 4. ....	67
Tabela 20 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de plantas cortadas (%) ( $\pm$ DP) por <i>S. frugiperda</i> , aos 9 dias após a emergência e 4 dias após a infestação, milho no estádio (V1).....	68
Tabela 21 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de plantas cortadas (%) ( $\pm$ DP) por <i>S. frugiperda</i> , aos 19 dias após a emergência e 14 dias após a infestação, milho no estádio (V3).....	69

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2. OBJETIVO GERAL</b> .....	19
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	20
3.1 CULTURA DO MILHO.....	20
3.2 MANEJO DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA NO INÍCIO DO DESENVOLVIMENTO DO MILHO .....	21
3.3 <i>Bacillus thuringiensis</i> e o milho geneticamente modificado.....	23
3.4 LAGARTA-DO-CARTUCHO ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ).....	27
3.4.1 Biologia e hábitos.....	27
3.4.2 Danos.....	28
3.5 LAGARTA-DO-TRIGO ( <i>Pseudaletia sequax</i> ).....	28
3.5.1 Biologia e hábitos.....	28
3.5.2 Danos.....	29
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	30
4.1 LOCAL DOS EXPERIMENTOS .....	30
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	30
4.2.1 Experimento 1 (safra 2009/2010) – Efeito do intervalo entre a dessecação da aveia-preta e a semeadura do milho, associado à aplicação de inseticidas na dessecação e no tratamento de sementes no controle de <i>P. sequax</i> e <i>S. frugiperda</i> , em condições de infestação natural das pragas.....	30
4.2.1.1 Avaliações .....	33
4.2.1.1.1 Número de lagartas/m <sup>2</sup> na aveia-preta.....	33
4.2.1.1.2 Avaliação de danos ocasionados por lagartas no milho .....	33
4.2.2 Experimento 2 (safra 2009/2010) – Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas cortadas por <i>S. frugiperda</i> , em condições de infestação artificial (gaiolas a campo).....	35
4.2.3 Experimento 3 (safra 2010/2011) – Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados por <i>S. frugiperda</i> , em condições de infestação natural da praga .....	37
4.2.3.1 Avaliações .....	39

4.2.3.1.1 Danos ocasionados por <i>S. frugiperda</i> .....	39
4.2.4 Experimento 4 (safra 2010/2011) - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas cortadas por <i>S. frugiperda</i> , em condições de infestação artificial (gaiolas a campo).....	40
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
5.1. Experimento 1 (safra 2009/2010) – Efeito do intervalo entre a dessecação da aveia-preta e a semeadura do milho, associado à aplicação de inseticidas na dessecação e no tratamento de sementes no controle de <i>P. sequax</i> e <i>S. frugiperda</i> , em condições de infestação natural das pragas.....	42
5.1.1 Número de lagartas/m <sup>2</sup> na cultura da aveia-preta .....	42
5.1.2 Danos ocasionados por <i>P. sequax</i> e <i>S. frugiperda</i> na cultura do milho e produtividade.....	44
5.2 Experimento 2 (safra 2009/2010) – Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas cortadas por <i>S. frugiperda</i> , em condições de infestação artificial (gaiolas a campo).....	49
5.2.1 Incidência de plantas cortadas.....	49
5.2.2 Produtividade .....	51
5.3 Experimento 3 (safra 2010/2011) – Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados por <i>S. frugiperda</i> , em condições de infestação natural da praga .....	52
5.3.1 Incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados .....	53
5.4 Experimento 4 (safra 2010/2011) - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas cortadas por <i>S. frugiperda</i> , em condições de infestação artificial (gaiolas a campo).....	67
5.4.1 Incidência de plantas cortadas.....	67
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae e considerado originário de uma região tropical americana, provavelmente o México. (FORNASIERI FILHO, 1992).

De acordo com Assis (2004), a cultura de milho apresenta alta importância na produção agrícola do Brasil, ganhando destaque devido ao seu uso tanto na alimentação humana quanto na alimentação animal.

No Brasil, na safra agrícola de 2011/12 a área plantada de milho foi de 15,1 milhões de hectares, com produção total de 69,9 milhões de toneladas (primeira safra + segunda safra) e produtividade média de 4.598 kg ha<sup>-1</sup>, representando um aumento de 10,6% quando comparado com a produtividade média da safra 2010/11 (CONAB, 2012). O Estado do Paraná é líder na produção brasileira de milho, participando, em média, com 23% da produção total (SEAB, 2012).

Entre os fatores que vêm contribuindo para o aumento na produtividade da cultura, além das boas condições climáticas nas principais regiões produtoras, está a utilização do milho Bt, milho geneticamente modificado que confere resistência a principal praga da cultura, a lagarta-do-cartucho (CONAB, 2010).

De acordo com Galvão (2012), o Brasil plantou 30,3 milhões de hectares de lavouras transgênicas em 2011, sendo que 30% correspondem ao plantio de milho geneticamente modificado. Neste mesmo ano, de toda a área plantada com milho no Brasil, 64,9% foram cultivados com milho transgênico (MENEZES et al., 2011).

O rendimento do milho pode ser influenciado por vários fatores, dentre eles estão às pragas e as doenças (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

As principais pragas que ocorrem na cultura do milho são: lagarta-do-cartucho [*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)]; percevejo barriga-verde, [*Dichelops* spp. (Hemiptera: Pentatomidae)]; lagarta-rosca [*Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae)]; lagarta-elasma [*Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)], lagarta-da-espiga, [*Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae)]; broca-da-cana-de-açúcar [*Diatraea saccharalis* (Fabricius)



(Lepidoptera: Crambidae)] e a lagarta-do-trigo, [*Pseudaletia sequax* (Franclemont) (Lepidoptera: Noctuidae)]. Esta última ocorre no Sul do Brasil, nas regiões mais úmidas e de temperatura amena, ocasionando danos em milho semeado sobre aveia, azevém e outras gramíneas dessecadas ou roladas (BIANCO, 2005; GALLO et al., 2002; GASSEN, 1994).

A lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) é a principal praga da cultura do milho no Brasil, ocorrendo em todas as regiões produtoras, tanto nos cultivos de verão como nos de segunda safra ("safrinha") (CRUZ et al., 1999).

De acordo com Cruz et al. (1999), o ataque desta lagarta ocorre desde a emergência da planta até a formação da espiga e os prejuízos causados variam de região para região. Esta praga reduz estande da lavoura com o corte de plântulas, reduz a área foliar das plantas e danifica as espigas do milho (DUARTE et al., 2009).

Outra praga importante é a lagarta-do-trigo (*P. sequax*), a qual no sul do Brasil ocasiona danos em milho cultivado sob o sistema de plantio direto em sucessão a culturas de cobertura, principalmente gramíneas. Os danos ocorrem devido à presença de lagartas desenvolvidas logo após a emergência da cultura, alimentando-se das plantas de milho, das bordas das folhas para nervura central. (GASSEN, 1996).

Tanto a lagarta-do-cartucho como a lagarta-do-trigo atacam plântulas (plantas jovens) de milho após a semeadura. Este tipo de ataque reduz o número de plantas na área cultivada e o potencial produtivo da cultura (VIANA et al., 2002).

Para minimizar a ocorrência de plantas cortadas devido ao ataque de lagartas, uma das técnicas que tem sido utilizada é a aplicação de inseticidas junto com a dessecação da cultura anterior (CAMILLO et al., 2005). Já a pulverização de inseticidas logo após a emergência da cultura tem se mostrado pouco efetiva. Nesta situação, a utilização de produtos sistêmicos via tratamento de sementes tem constituindo-se em alternativa viável (CRUZ; BIANCO, 2001).

Entretanto, deve-se considerar que a principal estratégia para o manejo de pragas e redução de perdas de plantas produtivas no milho é a adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP). O MIP leva em consideração o reconhecimento das pragas que realmente causam danos à cultura, a capacidade de recuperação das plantas aos danos ocasionados pelas pragas, o número máximo de indivíduos dessas pragas que podem ser tolerados antes que ocorra o dano econômico e a

utilização de um conjunto de métodos de controle, sejam eles, culturais, biológicos ou químicos (GALLO et al., 2002).

Desde a safra 2008/2009 o agricultor brasileiro já tem a opção de utilizar o milho geneticamente modificado resistente a insetos (milho Bt), tecnologia que pode contribuir muito no controle de pragas ao ser utilizada dentro do preceito do MIP (MENDES et al., 2008).

No Brasil, os híbridos de milho Bt disponíveis atualmente no mercado são resultantes de cinco eventos transgênicos para o controle de lagartas; o evento TC 1507 (Cry1F); MON 810 (Cry1Ab); Bt11 (Cry1Ab); MON 89034 (Cry1A.105 + Cry2Ab2); e o evento MIR 162 (Vip3A) (LEITE et al., 2011).

De acordo com os pareceres técnicos de liberação comercial desses eventos, emitidos pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), esses eventos expressam proteínas derivadas de *Bacillus thuringiensis*, as quais são ativas contra lepidópteros-praga importantes na cultura do milho como: lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*), lagarta-da-espiga (*H. zea*) e a broca-do-colmo, (*D. saccharalis*) (CTNBIO, 2012).

Já existem estudos demonstrando o efeito da utilização de híbridos de milho Bt, expressando as proteínas Cry1Ab e Cry1F, sobre a redução dos danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho e lagarta-do-trigo.

Segundo Schaafsma et al. (2007) o milho Bt apresenta maior resistência ao dano da lagarta *Pseudaletia unipuncta* comparado ao não Bt. No entanto, foram observadas diferenças de eficácia entre os eventos de milho Bt, onde híbridos expressando a proteína Cry1Ab apresentaram menos danos do que os híbridos expressando a proteína Cry1F.

Para lagarta-do-cartucho, Hardke et al. (2010) constataram que híbridos de milho que expressam a toxina Cry1F, apresentaram maior redução dos danos em comparação aos híbridos que expressam a proteína Cry1Ab.

Com base nesses estudos, pode-se notar que existem diferenças de eficácia dos eventos de milho Bt de acordo com a espécie do inseto-praga. Assim, devido à importância dessas duas pragas na cultura do milho, no Sul do Brasil, este trabalho tem como principal linha de estudo, verificar a influência da utilização de híbridos Bt, associado a outras práticas de manejo, no controle da lagarta-do-trigo e da lagarta-do-cartucho na cultura do milho.

## 2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficácia do milho Bt associado a outras práticas de manejo, intervalo de dessecação da cultura anterior, aplicação de inseticidas na dessecação e no tratamento de sementes, no controle dos Lepidopteros, *P. sequax* e *S. frugiperda*, no início do desenvolvimento da cultura do milho.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

✓ Avaliar o efeito de dois intervalos entre a dessecação da cultura da aveia-preta, e a semeadura do milho Bt, que expressa a proteína Cry1F, sobre a infestação das lagartas *P. sequax* e *S. frugiperda*.

✓ Avaliar o efeito do genótipo de milho 30F53H, que expressa a proteína Cry1F, associado ao tratamento de sementes, na redução de plântulas cortadas por *S. frugiperda*.

✓ Avaliar a eficácia dos genótipos de milho Bt, DKB 240YG (MON810, Cry1Ab), DKB 240H (TC1507, Cry1F), DKB 390PRO (MON89034, Cry1A.105+Cry2Ab2) e Garra Viptera (MIR162, Vip3A), associados ao tratamento de sementes, na redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, plantas raspadas e cartuchos danificados.

✓ Avaliar a eficácia dos genótipos de milho Bt, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera, associados ao tratamento de sementes, na redução de plântulas cortadas por *S. frugiperda*.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CULTURA DO MILHO

O milho, *Zea mays* L., é o cereal mais produzido no mundo. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA), nos últimos cinco anos, a produção média foi de 778,8 milhões de toneladas. Em termos de área plantada o milho vem na segunda posição após o trigo, com 161,9 milhões de hectares (SEAB, 2012).

De acordo com Embrapa (2006a), a importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Do total produzido mundialmente 70% é destinado para alimentação animal.

No Brasil, na safra agrícola de 2011/12, a área plantada de milho primeira safra foi fixada em 7,9 milhões de hectares; já para o milho segunda safra a área plantada está estimada em 7,2 milhões de hectares, com um incremento de 22,7% comparado à safra anterior, com produção total de 69,48 milhões de toneladas (primeira safra + segunda safra), e produtividade média de 4.598 kg ha<sup>-1</sup>, representando um aumento de 10,6% quando comparado com a produtividade média da safra 2010/11 (CONAB, 2012).

O Estado do Paraná é líder na produção brasileira de milho, participando, em média, com 23% da produção total. A cultura do milho sempre teve um papel importante para a economia paranaense. E essa importância pode ser verificada através dos dados do Valor Bruto da Produção Agropecuária Paranaense (VBP), o qual representa toda a receita bruta gerada pelo setor agropecuário. Entre 2006 e 2010, o VBP do milho situou-se, em média, em R\$ 3,63 bilhões anuais, o que representou, cerca de 10% da renda bruta agropecuária do Paraná. Em comparação com outros grãos, o milho tem se mantido na segunda colocação, ficando atrás apenas da soja, que lidera o ranking (SEAB, 2012).

### 3.2 MANEJO DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA NO INÍCIO DO DESENVOLVIMENTO DO MILHO

Vários fatores bióticos e abióticos podem influenciar a ocorrência e a dinâmica populacional de pragas (BOSCH et al., 1982).

O aumento na adoção do sistema de plantio direto na palha apresenta grande influência sobre os insetos-praga (BIANCO, 2005). A semeadura sobre plantas dessecadas pode favorecer a ocorrência de populações de insetos com potencial de danos na cultura seguinte, principalmente no período de germinação e na fase de plântula (GASSEN, 2001).

Atualmente, a aveia-preta, é a principal cultura de cobertura antecedendo o cultivo de soja e milho no verão, ocupando extensas áreas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (SANTI; AMADO; ACOSTA, 2003). Segundo dados do Agrobanco da Fundação ABC, na área de abrangência das Cooperativas, Capal, Batavo e Castrolanda (Região dos Campos Gerais no Estado do Paraná e Sudoeste do Estado de São Paulo), 52% das áreas com intenção de cultivo de milho para safra 2012/2013, nas primeiras épocas de semeadura (agosto a outubro), tem como cultura antecessora a aveia-preta (AGROBANCO FUNDAÇÃO ABC, 2012).

Dentre os insetos-praga, que podem ter sido influenciados pela adoção do plantio direto, as lagartas, principalmente quando em ínstares mais adiantados no estabelecimento da cultura, podem ocasionar redução significativa na população de plantas (BIANCO, 2005).

A lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, é a principal praga da cultura do milho, por sua ocorrência generalizada e por atacar todos os estádios de desenvolvimento da planta (CRUZ, 2010). Esta lagarta possui hábito alimentar diversificado, no entanto, exibe preferência por gramíneas (CRUZ, 1995). Assim sendo, com a utilização da aveia-preta como cultura de cobertura antecedendo o milho no sul do Brasil, existe a possibilidade da lagarta estar presente na área antes da semeadura, quando o milho emerge, as lagartas podem causar danos nas plantas ainda jovens (VIANA; CRUZ; WAQUIL, 2002).

A lagarta-do-trigo, *P. sequax*, também pode ocasionar danos na cultura do milho logo após a emergência da cultura, principalmente quando a mesma é semeada sobre aveia, azevém e outras gramíneas dessecadas ou roladas. As

lagartas que se encontravam na cultura anterior, buscam avidamente as plântulas de milho para se alimentar (GASSEN, 1996).

Desta forma, é importante conhecer o potencial da cultura de cobertura como hospedeira de pragas e o potencial desses insetos em causar danos à cultura de interesse econômico cultivada em subsequência (ALVARENGA et al., 2002). Neste caso, o monitoramento de pragas nas culturas que antecedem o milho é imprescindível para evitar danos na fase de emergência de plântulas.

Segundo Gassen (1994), a aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas, ou para dessecação de plantas cultivadas e o intervalo entre a morte dessas e a emergência do milho, são importantes práticas de manejo de algumas pragas. Estudo realizado por Soria e Degrande (2011) demonstrou que a dessecação antecipada da cultura do milheto, 25 dias antes das avaliações realizadas no início do desenvolvimento da cultura da soja, foi suficiente para eliminar a população de lagartas *P. sequax*, possivelmente por inanição.

A aplicação de inseticidas no momento da dessecação da aveia também se mostrou uma prática eficaz na redução da população da lagarta-do-trigo, antes da semeadura do milho (LINK, 2001). Entretanto, as aplicações de inseticidas na dessecação sem critério algum quanto à necessidade de controle, em adição a utilização de inseticidas de amplo espectro, não seletivos aos inimigos naturais, ocasiona o desequilíbrio da população de organismos benéficos desde o início do desenvolvimento da cultura de interesse econômico, o que pode resultar em surtos de pragas secundárias e na ressurgência de pragas primárias (SILVIE; THOMAZONI, 2007).

De acordo com Cruz e Bianco (2001), quando o ataque ocorre na fase inicial de desenvolvimento do milho, a aplicação de inseticidas via pulverização torna-se pouco efetiva em função da reduzida área foliar das plântulas nessa fase, dificultando a retenção do produto nas folhas e diminuindo o seu poder residual. A utilização de produtos sistêmicos via tratamento de sementes, nesse caso, tem constituindo-se em alternativa viável.

O tratamento de sementes é definido como a aplicação de substâncias químicas ou biológicas nas sementes para controlar doenças, insetos, ou outras pragas (WEINZIERL; STEFFEY, 2001). De acordo com esses mesmos autores, é comumente usado para garantir o estabelecimento de um estande uniforme pela proteção contra patógenos do solo e insetos.

Atualmente as empresas que produzem sementes de milho já oferecem as sementes tratadas, através de uma modalidade chamada tratamento de sementes industrial, ou seja, o produtor já recebe a semente tratada, pronta para ser semeada (PIONEER SEMENTES, 2012). No entanto, é importante ressaltar que a escolha de um ou de outro produto para uso via tratamento de sementes, seja ele industrial ou não, deve acontecer em função da incidência e do potencial de dano de determinada espécie de praga (EMBRAPA, 2008a).

Estudos comprovam essas diferenças em termos de eficácia dos inseticidas de acordo com a espécie da praga a ser controlada. Segundo Martins et al. (2009) a utilização do inseticida imidacloprido do grupo químico dos neonicotinoides no tratamento de sementes, foi mais eficiente na redução dos danos ocasionados por *Dichelops melacanthus* em milho, comparado com outros inseticidas aplicados na dessecação e pulverização foliar. Já Camillo et al. (2005) verificaram que a utilização do inseticida tiodicarbe do grupo químico dos carbamatos no tratamento de sementes, foi mais eficiente na redução dos danos ocasionados por *S. frugiperda* em milho (plantas cortadas e raspadas), quando comparado aos tratamentos com tiametoxam e fipronil também aplicados via sementes.

Outra ferramenta no controle de lepidópteros-praga na cultura do milho é a utilização de plantas geneticamente modificadas. Desde a sua liberação comercial no Brasil, na safra 2008/2009, a utilização do milho Bt constituiu um grande avanço na produção de milho, sobretudo porque um dos grandes desafios do seu cultivo até então vinha sendo o controle de insetos-praga, especialmente de lagartas (EMBRAPA, 2009a).

### 3.3 *Bacillus thuringiensis* e o milho geneticamente modificado

O *Bacillus thuringiensis* (Bt) é uma bactéria Gram positiva, que pode ser caracterizada pela sua habilidade de formar cristais proteicos durante a fase estacionária e/ou de esporulação. O Bt ocorre naturalmente em diversos habitats incluindo o solo, filoplano, resíduos de grãos, poeira, água, matéria vegetal e insetos (EMBRAPA, 2009b).

Os cristais proteicos são compostos por proteínas denominadas delta-endotoxinas ou proteínas Cry (MONNERAT; BRAVO, 2000).

Além das proteínas Cry e Cyt, algumas estirpes de Bt produzem proteínas inseticidas vegetativas (Vip) durante as fases vegetativas e de esporulação, as quais são secretadas no sobrenadante da cultura (EMBRAPA, 2008b). A proteína Vip3A tem modo de ação semelhante às proteínas Cry (YU et al., 1997).

Para que as proteínas Cry sejam efetivas, é necessário que as larvas dos insetos suscetíveis ingiram os esporos e cristais de *B. thuringiensis*. O mecanismo de ação dessas proteínas envolve uma série de etapas (PRAÇA et al., 2007).

Após a ingestão, os cristais proteicos são digeridos e solubilizados no intestino médio, liberando uma ou mais proteínas Cry ou delta-endotoxinas. O intestino médio da maioria das larvas dos insetos-alvos apresentam um pH muito elevado, em torno de 9,5, promovendo a dissolução da maioria das protoxinas de *B. thuringiensis* (KNOWLES, 1994).

De acordo com Ferré e Van Rie (2002) as protoxinas são processadas por proteases do intestino médio dos insetos, originando um fragmento resistente à ação das proteases que, por sua vez, é considerado a toxina inseticida na sua forma ativada. A toxina atravessa então a membrana peritrófica e liga-se a receptores específicos localizados na membrana ciliada das células do intestino médio. A ligação que é seguida do encaixe parcial das toxinas na membrana levando à formação de poros, lise celular e eventualmente à morte do inseto por inanição ou septicemia.

A utilidade de Bt no manejo de pragas tem aumentado com a descoberta e o desenvolvimento de novas cepas da bactéria e por avanços recentes na engenharia genética, os quais permitiram a transformação de plantas cultivadas com a inserção de genes e alto nível de expressão de proteínas Bt, principalmente em milho, algodão e batata (SCHNEPF et al., 1998).

De acordo com Frizzas (2003), há muito anos as plantas cultivadas vêm sendo manipuladas geneticamente pelo homem, por meio do melhoramento clássico. Atualmente, o melhoramento de plantas pode recorrer às técnicas da engenharia genética. Assim, por meio da transferência de genes de uma espécie para outra, uma planta pode adquirir resistência a uma praga ou tolerância a um herbicida.

As primeiras plantas transgênicas a expressar a toxina Bt foram o fumo e o tomate, e a primeira cultura Bt registrada nos Estados Unidos da América foi o milho, em 1995 (JAMES, 2001).



Segundo levantamento realizado pelo Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA, na sigla em inglês), foram cultivados 160 milhões de hectares de plantas geneticamente modificadas no mundo em 2011, crescimento absoluto de 12 milhões de hectares (+8%) em relação ao ano de 2010 (ISAAA, 2012).

O Brasil plantou 30,3 milhões de hectares com lavouras transgênicas em 2011, consolidando a segunda posição, atrás apenas dos Estados Unidos da América, com aumento de 19,3% em relação a 2010. Desses 30,3 milhões de hectares, 30% correspondem ao plantio de milho transgênico, equivalente a 9,1 milhões de hectares (GALVÃO, 2012). No ano de 2011, de toda área plantada com milho no Brasil, 64,9% foram cultivados com milho transgênico (MENEZES et al., 2011).

Na área de abrangência das Cooperativas, Capal, Batavo e Castrolanda (Região Centro-Sul do estado do Paraná e Sudoeste do estado de São Paulo), dos 79.230 hectares com intenção de cultivo de milho para safra 2012/2013, 88,3% correspondem à utilização do milho transgênico (AGROBANCO FUNDAÇÃO ABC, 2012).

No Brasil, híbridos de milho que expressam a proteína Cry1Ab foram cultivados comercialmente em 2008 e, mais recentemente, foram introduzidos híbridos que expressam outras proteínas de Bt. Segundo Leite et al. (2011), desde a sua introdução no mercado brasileiro, o milho Bt tem sido adotado em larga escala pelos produtores rurais.

Os híbridos de milho Bt disponíveis atualmente no mercado brasileiro resultaram de cinco eventos transgênicos para controle de lagartas; o evento TC 1507, marca registrada Herculex I ®; o evento MON 810, marca registrada YieldGard ®; o Bt11 marca registrada Agrisure TL ®; o evento MON 89034 Yieldgard VT PRO ®; e o evento MIR 162, TL VIP ® (LEITE et al., 2011; CTNBIO, 2012) (Tabela 1).

Tabela 1 - Proteínas expressas e datas da aprovação comercial dos eventos de milho Bt, MON810, BT11, TC1507, MIR162 e MON89034.

Evento	Proteína (s)	Aprovação
MON 810	Cry1Ab	Agosto 2007
BT11	Cry1Ab PAT	Setembro 2007
TC1507	Cry1F PAT	Dezembro 2008
MIR162	Vip3A	Setembro 2009
MON89034	Cry1A.105 Cry2Ab2	Outubro 2009

Segundo os pareceres técnicos de liberação comercial dos eventos, MON810, BT11, TC1507, MIR162 e MON89034, aprovados pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Esses eventos expressam proteínas derivadas de *Bacillus thuringiensis*, as quais são ativas contra lepidópteros-praga importantes na cultura do milho como: lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*), lagarta-da-espiga (*H. zea*) e a broca-do-colmo, (*D. saccharalis*) (CTNBIO, 2012).

Nos Estados Unidos, híbridos de milho Bt foram desenvolvidos inicialmente para reduzir os danos de broca-do-colmo, como, *Ostrinia nubilalis* e *Diatraea grandiosella* (BUNTIN et al., 2004). Embora os alvos primários fossem as brocas-do-colmo, o primeiro evento comercializado, expressando a proteína Cry1Ab também diminuía os danos ocasionados pela lagarta-da-espiga, *H. zea* e da lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*. O sucesso do evento MON810 (Cry1Ab) proporcionou um rápido desenvolvimento de outras tecnologias Bt. Em 2003 já estavam disponíveis comercialmente nos Estados Unidos da América híbridos de milho Bt expressando a proteína Cry1F (HARDKE et al., 2010).

Segundo Buntin (2008), os eventos MON 810, que expressa a proteína Cry1Ab e o evento TC1507, que expressa a proteína Cry1F são muito efetivos contra a broca-européia-do-milho, *O. nubilalis*, e a broca-do-milho-do-sudoeste, *D. grandiosella*. Porém, híbridos contendo o evento MON810 podem sofrer danos significativos nos cartuchos do milho na ocorrência de infestações severas de *S. frugiperda*.

No Brasil, as proteínas Cry1F, Cry1Ab e Cry1Ac, expressas em híbridos de milho Bt foram, em ordem decrescente, mais efetivas no controle de *S. frugiperda* (WAQUIL et al., 2002).

### 3.4 LAGARTA-DO-CARTUCHO (*Spodoptera frugiperda*)

#### 3.4.1 Biologia e hábitos

A lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (J.E. Smith, 1797), também conhecida como lagarta militar e lagarta do milharal, é nativa das zonas tropical e subtropical das Américas, cuja distribuição abrange o sul do Canadá até a Argentina (LEIDERMAN; SAUER, 1953). É encontrada em vários hospedeiros, mas tem preferência por gramíneas, especialmente milho, trigo sorgo e arroz. Algumas plantas daninhas também podem atuar como hospedeiras dessa lagarta (PINTO et al., 2004).

É um inseto com metamorfose completa, isto é, durante seu ciclo de vida passa por quatro fases distintas, ovo, larva, pupa e adulto (CRUZ, 1995).

A mariposa apresenta coloração cinza e 3,5 a 4,0 cm de envergadura (PRAÇA et al., 2006). No milho, este inseto faz a postura em massa na face adaxial das folhas, em grupos de 50 a 300 ovos, podendo alcançar 1500 a 2000 ovos por fêmea (ALVES et al., 1992; CRUZ et al., 1995; GALLO et al., 2002). Os ovos são, geralmente, acinzentados, protegidos contra a ação de inimigos naturais por escamas produzidas pelas mariposas (PINTO et al., 2004).

O período médio de duração das fases de ovo, de lagarta, de pupa e de adulto é em torno de 3, 15-25, 10-12 e 12 dias, respectivamente, dependendo da temperatura (PRAÇA et al., 2006).

Logo após a eclosão, as larvas são esbranquiçadas, mas após se alimentarem são esverdeadas e medem aproximadamente 1,90 mm de comprimento (CRUZ et al., 1999). As lagartas recém-eclodidas, quando encontram hospedeiros adequados, começam a alimentar-se, de preferência, das folhas centrais e novas do cartucho (ALVES et al., 1992; CRUZ et al., 1995; CRUZ et al., 1999; SCHMIDT et al., 2001), geralmente começando pelas áreas mais suculentas, deixando apenas a epiderme membranosa, provocando o sintoma conhecido como “folhas raspadas” (CRUZ et al., 1995; CRUZ et al., 1999).

Devido, principalmente, ao canibalismo que se manifesta a partir do terceiro instar, é raro encontrar mais de duas lagartas na mesma planta (ÁVILA et al., 1997; BIANCO, 1991; CRUZ, 1995).

Durante a fase larval o inseto pode apresentar de quatro a sete instares, variando conforme a fonte de alimento (artificial ou natural), temperatura, sexo e genética (POLANCZYK, 2004).

Após completarem seu desenvolvimento, abandonam a planta e penetram no solo ou sobre restos culturais onde se transformam em pupa (CRUZ et al., 1999).

### 3.4.2 Danos

A intensidade dos danos da lagarta é influenciada pelo vigor da planta e pelo clima. Na região tropical, os danos podem ser severos com até 60% de redução no rendimento de grãos (GASSEN, 1996).

De acordo com Cruz et al. (1999) e Gallo et al. (2002), as larvas jovens consomem parte das folhas e mantêm a epiderme intacta, sugerindo o sintoma de folhas raspadas. Já as lagartas maiores perfuram as folhas e desenvolvem-se no cartucho, onde podem causar severos danos, se não forem controladas. Também podem cortar plântulas, broquear a base da planta, bem como atacar a espiga.

As plantas de milho sofrem maiores injúrias na fase de quatro a seis folhas, porém, sem causar redução proporcional no rendimento de grãos. Os maiores danos ocorrem na fase de oito a dez folhas, podendo reduzir em até 19% o rendimento (GASSEN, 1994; CRUZ, 1995).

## 3.5 LAGARTA-DO-TRIGO (*Pseudaletia sequax*)

### 3.5.1 Biologia e hábitos

A lagarta-do-trigo, *P. sequax* (Lepidoptera: Noctuidae) (Franclemont, 1951) é uma praga de cereais encontrada nos trópicos da América Central e do Sul que se alimenta de folhas de plantas de interesse econômico, tais como trigo, arroz, aveia, milho e sorgo (MARCHIORO; FOERSTER, 2012).

A mariposa apresenta duas manchas amarelo-claras no centro da asa anterior e coloração geral amarelo-palha (GASSEN, 1983).

Segundo Marchioro e Foerster (2012), a longevidade média dos adultos é de 39 dias para os machos e 28 dias para as fêmeas, quando criados em plantas de quicuí, uma fonte natural de alimento da *P. sequax*.

A postura é feita agrupada, algumas vezes mais de 200 ovos, dispostos em fileiras e presos por substância pegajosa. A fecundidade pode atingir mais de 1000 ovos por fêmea (GASSEN, 1996). Ainda de acordo com esse autor, o período larval completa-se em três semanas e as lagartas alcançam em média 4,5 cm de comprimento. A fase de pupa ocorre no solo ou sob restos culturais.

### 3.5.2 Danos

As lagartas do gênero *Pseudaletia* são pragas de cereais, incluindo o milho. A lagarta-do-trigo se alimenta das plantas de milho das bordas da folha para a nervura central, removendo assim, muito do material fotossintético da planta (SCHAAF SMA et al., 2007).

De acordo com Laub e Luna (1992), a espécie *P. unipuncta* não ocasiona danos econômicos no milho, pois as populações geralmente são controladas por parasitóides (dípteros e himenópteros).

No entanto, surtos generalizados podem resultar em danos significativos. Segundo Gassen (1996), em duas noites, uma lagarta-do-trigo desenvolvida consome uma plântula de milho com uma a duas folhas.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DOS EXPERIMENTOS

Ao todo foram realizados quatro experimentos, dois no ano agrícola de 2009/2010 e dois no ano agrícola de 2010/2011.

Os quatro experimentos foram instalados no mesmo local, na área da Estação Experimental da Fundação ABC no município de Itaberá, Estado de São Paulo – Brasil, localizada nas coordenadas de 24° 04' 20" d e latitude Sul e 49° 09' 19" de longitude Leste, com altitude de 730 metros. O solo é classificado como LVd1 (Latosolo Vermelho distrófico típico de textura argilosa, relevo suave ondulado) (EMBRAPA, 2006b).

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

4.2.1 Experimento 1 (safra 2009/2010) – Efeito do intervalo entre a dessecação da aveia-preta e a semeadura do milho, associado à aplicação de inseticidas na dessecação e no tratamento de sementes no controle de *P. sequax* e *S. frugiperda*, em condições de infestação natural das pragas

O experimento foi instalado no ano agrícola 2009/2010, a cultura do milho foi conduzida sob o sistema de plantio direto na palha, sem irrigação, após a cultura da aveia-preta.

A área total do experimento foi de 0,5 ha (50 metros de comprimento x 100 metros de largura). Antes da semeadura do milho, a área foi dividida em duas partes com 0,25 ha (50 metros x 50 metros) cada uma.

Em uma das áreas de 0,25 ha a cultura da aveia-preta foi dessecada 40 dias antes da semeadura (DAS) do milho; a outra área de 0,25 ha foi dessecada 15 DAS do milho (Figura 1).

A dessecação em cada uma das áreas foi realizada com aplicação do herbicida glifosato (Roundup 480 SC), na dose de 960 gramas de ingrediente ativo (g i.a.) ha<sup>-1</sup>, com e sem a adição do inseticida lufenurom (Match 50 CE), na dose de 15 g i.a. ha<sup>-1</sup>.

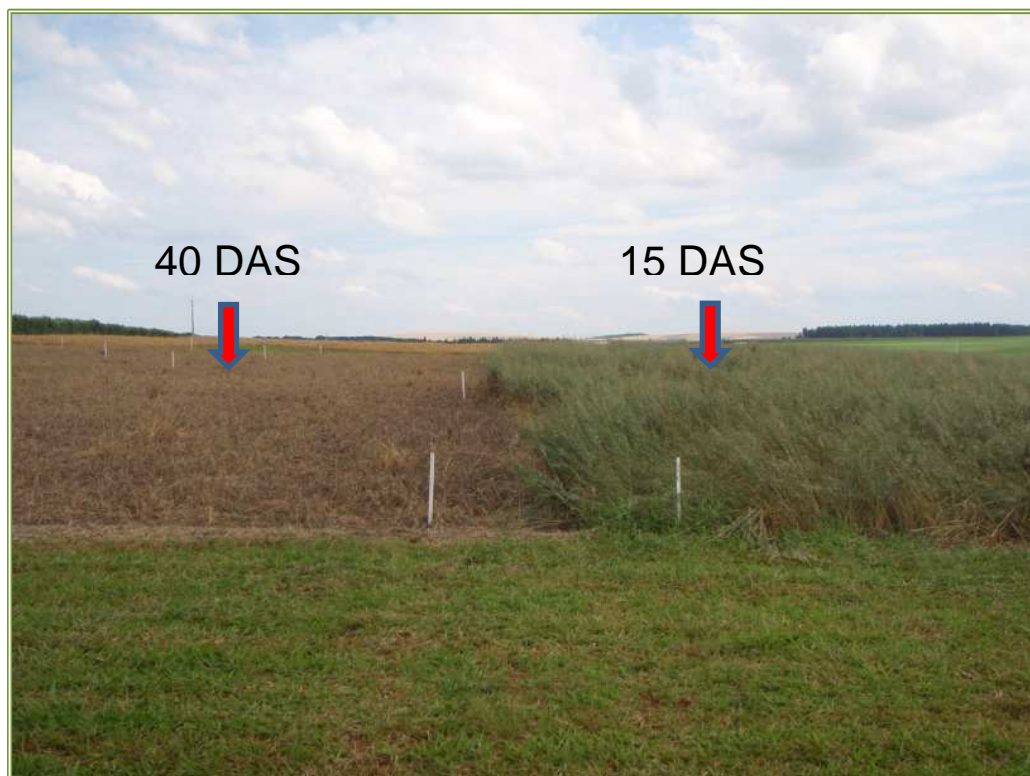


Figura 1 - Vista da área experimental plantada com aveia-preta, dessecada aos 40 e aos 15 dias antes da semeadura do milho.

A semeadura foi realizada em 14/10/2009 adotando o espaçamento de 0,80 metros entre linhas com população de aproximadamente 60.000 plantas por hectare.

A área experimental foi adubada com semeadora modelo SHM 15/17, utilizando-se facão como condutor de fertilizante, na dose de 24, 90, 60 kg. ha<sup>-1</sup> de nitrogênio CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O), respectivamente. Aos três dias após a emergência (DAE), no estágio V1, foram aplicados em cobertura o equivalente a 135 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>.

O híbrido de milho utilizado foi o 30F53H, milho Bt, com o evento TC1507, que expressa a proteína Cry1F. Foram realizados três tratamentos de sementes com inseticidas, (1) sem tratamento, (2) tiametoxam (Cruiser 350 FS) + fipronil (Standak 250 SC), nas doses de 42 g + 15 g de ingrediente ativo por 60.000 sementes e (3) tiodicarbe + imidacloprido (CropStar 600 FS) nas doses de 135 g + 45 g i.a. por 60.000 sementes.

O manejo de plantas daninhas da área experimental iniciou-se com a aplicação de glifosato na dose de 960 g. i.a. ha<sup>-1</sup>, um dia antes da semeadura do milho.

Após a emergência da cultura, foi realizada a aplicação sequencial dos herbicidas atrazine mais tembotrione nas doses de 800 e 50,4 g. ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo. A primeira aplicação foi realizada aos 8 dias após a emergência do milho, no estágio V2, e a segunda aplicação aos 18 DAE, quando o milho apresentava quatro folhas desenvolvidas (V4).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos aleatorizados dispostos em um esquema fatorial 2x3, sendo dois níveis de inseticidas aplicados na dessecação da aveia-preta, (1) lufenurom 15 g i. a. ha<sup>-1</sup> e (2) sem inseticida; e três níveis de inseticidas aplicados via tratamento de sementes (1) tiametoxam + fipronil 42 g i.a. + 15 g i.a. por 60.000 sementes, (2) tiodicarbe + imidacloprido 135 g i.a. + 45 g i.a. por 60.000 sementes e (3) sem inseticida, obtendo-se seis tratamentos com quatro repetições, totalizando vinte e quatro parcelas (Tabela 2). Este delineamento foi utilizado sobre a área de 0,25 ha, onde a aveia-preta foi dessecada 40 dias antes da semeadura, e sobre a área de 0,25 ha, onde a aveia-preta foi dessecada 15 dias antes da semeadura.

Tabela 2 - Esquema da análise de variância utilizada no experimento 1.

	Causas de variação	Graus de liberdade
Inseticida na dessecação	2	1
Tratamento de sementes	3	2
Interação – I.D. x T.S.	1*2	2
Tratamentos	6	5
Bloco	4	3
Resíduo	(5x3)	15
Total	(6x4)-1	23

As parcelas experimentais foram constituídas de 80,0 m<sup>2</sup> (8 linhas de milho por 12,5 metros de comprimento), com área útil para colheita de 6,4 m<sup>2</sup> (2 linhas de milho por 4,0 metros de comprimento).



#### 4.2.1.1 Avaliações

##### 4.2.1.1.1 Número de lagartas/m<sup>2</sup> na aveia-preta

A contagem do número de lagartas/m<sup>2</sup> na cultura da aveia-preta, foi realizada com um quadro de madeira, medindo 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 m x 0,5 m) (Figura 2). Amostravam-se quatro pontos por parcela, obtendo-se assim o número de lagartas/m<sup>2</sup> em cada parcela, as quais eram separadas de acordo com a espécie. Na área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho, estas avaliações foram realizadas aos 12, 23, 32 e 40 dias após a dessecação da aveia-preta. Já na área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho, as avaliações foram realizadas no dia da dessecação, 9 e 15 dias após a dessecação da aveia-preta.



Figura 2 - Quadro utilizado para contagem de lagartas na aveia-preta.

##### 4.2.1.1.2 Avaliação de danos ocasionados por lagartas no milho

Logo após a emergência da cultura do milho iniciaram-se as avaliações de danos ocasionados pela lagarta-do-trigo, *P. sequax* e pela lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*.

Para determinar a influência dos tratamentos sobre a redução dos danos ocasionados pelas lagartas, foram realizadas contagens do número de plantas com danos, em 2 linhas de milho por 3 metros de comprimento, obtendo-se assim a

incidência de danos em relação ao número total de plantas avaliadas. Essas avaliações foram realizadas aos 8 dias após a emergência, milho no estágio V2 (duas folhas desenvolvidas).

Os danos ocasionados pela lagarta-do-trigo eram bem característicos, alimentando-se das bordas da folha para nervura central (Figura 3), assim sendo, para a lagarta do trigo não foi utilizada nenhuma escala de danos, apenas a contagem de plantas com presença ou ausência de danos. Para a lagarta-do-cartucho, utilizou-se uma escala visual de dano de 0 a 9 (anexo B) (DAVIS et al., 1992) adaptada por (FERNANDES et al., 2003), obtendo-se assim a incidência de plantas com danos no cartucho.

A colheita do ensaio foi realizada nas duas linhas centrais de cada parcela. Para determinação da produtividade de cada parcela, as amostras foram padronizadas para umidade de 13%.



Figura 3 – Detalhe das injúrias ocasionadas pela lagarta *P. sequax*, em plantas de milho.

#### 4.2.2 Experimento 2 (safra 2009/2010) – Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas cortadas por *S. frugiperda*, em condições de infestação artificial (gaiolas a campo)

O experimento foi instalado no ano agrícola 2009/2010, conduzido em sistema de plantio direto na palha após a cultura da aveia-preta, sem irrigação, nas mesmas condições de solo e adubação do Experimento 1.

A semeadura foi realizada em 04/11/2009 adotando o espaçamento de 0,80 metros entre linhas com população de aproximadamente 65.000 plantas por hectare.

Utilizou-se o híbrido 30F53 na versão não Bt e o mesmo híbrido, geneticamente modificado com o evento TC1507, que expressa a proteína Cry1F. Foram realizados três tratamentos de sementes com inseticidas, (1) sem tratamento, (2) tiametoxam (Cruiser 350 FS) + fipronil (Standak 250 SC), nas doses de 42 g + 15 g de ingrediente ativo por 60.000 sementes e (3) tiodicarbe + imidacloprido (CropStar 600 FS) nas doses de 135 g + 45 g i.a. por 60.0000 sementes.

Neste experimento instalaram-se gaiolas (0,5 m de altura, 0,9 m de largura e 2 m de comprimento), (Figuras 4 e 5), onde foi realizada a infestação artificial das plantas com a lagarta-do-cartucho. Cada gaiola continha 9 plantas, e cada uma dessas plantas foi infestada aos 3 dias após a emergência, milho no estádio (VE), com uma lagarta-do-cartucho de terceiro instar.

A colônia de lagarta-do-cartucho utilizada no experimento era proveniente de coletas realizadas no ano de 2009, no mesmo local onde o trabalho foi conduzido. As lagartas foram criadas no Laboratório de Entomologia e Fitopatologia da Fundação ABC.





Figura 4 - Gaiolas utilizadas para realização das infestações artificiais de *S. frugiperda*.



Figura 5 - Vista do ensaio utilizando-se gaiolas.

O manejo de plantas daninhas foi conduzido de forma semelhante ao realizado no Experimento 1.

Como o principal objetivo do experimento era verificar a influência dos tratamentos sobre a redução de plântulas cortadas, a partir do estágio (V5), milho com cinco folhas desenvolvidas, momento em que as avaliações de plantas cortadas

já haviam sido finalizadas, realizou-se a aplicação do inseticida spinosad na dose de 28,8 g. i.a. ha<sup>-1</sup>, para o controle de *S. frugiperda* danificando o cartucho do milho, já que um dos híbridos utilizados não era Bt.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos aleatorizados dispostos em um esquema fatorial, 2x3 sendo dois níveis de híbridos (30F53, 30F53H) e três níveis de inseticidas aplicados via tratamento de sementes (1) tiametoxam + fipronil 42 g i.a. + 15 g i.a. por 60.000 sementes, (2) tiodicarbe + imidacloprido 135 g i.a. + 45 g i.a. por 60.000 sementes e (3) sem inseticida, obtendo-se seis tratamentos com cinco repetições totalizando trinta parcelas.

Para determinar a influência dos tratamentos sobre a redução de plântulas cortadas pela lagarta do cartucho, foram realizadas contagens do número de plantas com danos, dentro de cada gaiola (cada gaiola continha 9 plantas), obtendo-se assim, a incidência de plantas cortadas em relação ao número total de plantas avaliadas. Essas avaliações foram realizadas aos 7 dias após a emergência, e 4 dias após a infestação das plantas com as lagartas, milho no estágio V1 (uma folha desenvolvida). No dia da colheita avaliou-se novamente a incidência de plantas cortadas.

A colheita das plantas remanescentes em cada gaiola foi realizada no dia 18/03/2010. As espigas foram debulhadas manualmente e em seguida retiradas a impureza e determinada a umidade. Para determinação da produtividade de cada parcela, as amostras foram padronizadas para umidade de 13%.

4.2.3 Experimento 3 (safra 2010/2011) – Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados por *S. frugiperda*, em condições de infestação natural da praga

O experimento foi instalado no ano agrícola 2010/2011, a cultura do milho foi conduzida sob o sistema de plantio direto na palha, sem irrigação, após a cultura da aveia-preta.

A semeadura foi realizada em 14/02/2011 adotando o espaçamento de 0,80 metros entre linhas com população de aproximadamente 60.000 plantas por hectare.

A área experimental foi adubada com semeadora modelo SHM 15/17, utilizando-se facão como condutor de fertilizante, na dose de 24, 90, 60 kg. ha<sup>-1</sup> de

nitrogênio  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), respectivamente. Logo após a emergência foram aplicados em cobertura o equivalente a  $135 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

Os híbridos de milho utilizados foram: DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO E Garra Viptera, ou seja, um híbrido de milho convencional (não Bt) e os demais, híbridos Bt, conforme (Tabela 3).

Além dos híbridos foram realizados três tratamentos de sementes com inseticidas, (1) sem tratamento, (2) tiametoxam (Cruiser 350 FS) + fipronil (Standak 250 SC), nas doses de  $42 \text{ g} + 15 \text{ g}$  de ingrediente ativo por 60.000 sementes e (3) tiodicarbe + imidacloprido (CropStar 600 FS) nas doses de  $135 \text{ g} + 45 \text{ g}$  i.a. por 60.000 sementes.

As parcelas experimentais foram constituídas de  $16 \text{ m}^2$  (4 linhas de milho por 5 metros de comprimento). Neste experimento não foi realizada colheita.

Tabela 3 - Descrição dos híbridos de milho utilizados no experimento, eventos e as proteínas expressas em cada um deles, Experimento 3.

Híbridos	Eventos	Proteína(s)
DKB 240	Ausente	Ausente
DKB 240YG	MON810	Cry1Ab
DKB 240H	TC1507 PAT	Cry1F
DKB 390PRO	MON89034	Cry1A.105 + Cry2Ab2
GARRA VIPTERA	MIR162	Vip3A

O manejo de plantas daninhas da área experimental iniciou-se com a aplicação de glifosato na dose de  $960 \text{ g. i.a. ha}^{-1}$  dois dias após a semeadura do milho.

Após a emergência da cultura, foi realizada a aplicação sequencial dos herbicidas atrazine mais tembotrione nas doses de  $800$  e  $50,4 \text{ g. ha}^{-1}$  de ingrediente ativo. A primeira aplicação foi realizada aos 12 dias após a emergência do milho, no estágio V2, e a segunda aplicação aos 26 DAE, quando o milho apresentava quatro folhas desenvolvidas (V4).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos aleatorizados dispostos em um esquema fatorial  $3 \times 5$ , sendo três níveis de inseticidas aplicados via tratamento de sementes: (1) tiametoxam + fipronil  $42 \text{ g i.a.} + 15 \text{ g i.a.}$  por 60.000

sementes, (2) tiodicarbe + imidacloprido 135 g i.a. + 45 g i.a. por 60.000 sementes e (3) sem inseticida e cinco níveis de híbridos (DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera), obtendo-se 15 tratamentos com quatro repetições, totalizando sessenta parcelas (Tabela 4).

Tabela 4 - Esquema da análise de variância utilizada no experimento 3.

	Causas de variação	Graus de liberdade
Tratamento de sementes	3	2
Híbridos	5	4
Interação – T.S.*HIB.	2*4	8
Tratamentos	15	14
Bloco	4	3
Resíduo	(14x3)	42
Total	(15x4)-1	59

#### 4.2.3.1 Avaliações

##### 4.2.3.1.1 Danos ocasionados por *S. frugiperda*

Para determinar a influência dos tratamentos sobre a redução dos danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho, foram realizadas contagens do número de plantas com danos, em 25 plantas por parcela, obtendo-se assim, a incidência de danos em relação ao número total de plantas avaliadas. Essas avaliações foram realizadas aos 19 dias após a emergência, milho no estágio V3 (três folhas desenvolvidas) e aos 33 dias após a emergência, milho com seis folhas desenvolvidas (V6).

Nestas avaliações, utilizou-se uma escala visual de dano de 0 a 9 (anexo B) (DAVIS et al., 1992) adaptada por (FERNANDES et al., 2003) obtendo-se assim a incidência de plantas com danos no cartucho.

#### 4.2.4 Experimento 4 (safra 2010/2011) - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas cortadas por *S. frugiperda*, em condições de infestação artificial (gaiolas a campo)

O experimento foi instalado no ano agrícola 2010/2011, conduzido em sistema de plantio direto na palha após a cultura da aveia-preta, sem irrigação, nas mesmas condições de solo e adubação do Experimento 3.

A semeadura foi realizada em 19/04/2011 adotando o espaçamento de 0,80 metros entre linhas com população de aproximadamente 65.000 plantas por hectare.

Utilizaram-se os híbridos de milho: DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO E Garra Viptera, ou seja, um híbrido de milho convencional (não Bt) e os demais, híbridos Bt, conforme (Tabela 3). Foram realizados três tratamentos de sementes com inseticidas: (1) sem tratamento, (2) tiametoxam (Cruiser 350 FS) + fipronil (Standak 250 SC), nas doses de 42 g + 15 g de ingrediente ativo por 60.000 sementes e (3) tiodicarbe + imidacloprido (CropStar 600 FS) nas doses de 135 g + 45 g i.a. por 60.0000 sementes.

Neste experimento instalaram-se gaiolas (0,5 m de altura, 0,9 m de largura e 2 m de comprimento), onde foi realizada a infestação artificial das plantas com a lagarta-do-cartucho. Cada gaiola continha 9 plantas, cada uma dessas plantas foi infestada aos 5 dias após a emergência, milho no estágio (VE), com uma lagarta-do-cartucho de terceiro instar.

A colônia de *S. frugiperda* utilizada no experimento era proveniente de coletas realizadas no ano de 2009 e 2010, no mesmo local onde o trabalho foi conduzido. As lagartas foram criadas no Laboratório de Entomologia e Fitopatologia da Fundação ABC.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos aleatorizados dispostos em um esquema fatorial 3x5, sendo três níveis de inseticidas aplicados via tratamento de sementes: (1) tiametoxam + fipronil 42 g i.a. + 15 g i.a. por 60.000 sementes, (2) tiodicarbe + imidacloprido 135 g i.a. + 45 g i.a. por 60.000 sementes e (3) sem inseticida e cinco níveis de híbridos (DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera), obtendo-se 15 tratamentos com quatro repetições, totalizando sessenta parcelas.



Para determinar a influência dos tratamentos sobre a redução de plântulas cortadas pela lagarta-do-cartucho, foram realizadas contagens do número de plantas com danos, dentro de cada gaiola (cada gaiola continha 9 plantas), obtendo-se assim, a incidência de plantas cortadas em relação ao número total de plantas avaliadas. Essas avaliações foram realizadas aos 9 dias após a emergência, 4 dias após a infestação das plantas com as lagartas, milho no estádio V1 (uma folha desenvolvida), e aos 19 dias após a emergência, 14 dias após a infestação das plantas com as lagartas, milho no estádio V3 (três folhas desenvolvidas). Não foi realizada a colheita neste experimento.

Nos quatro experimentos, antes da análise de variância, todos os dados obtidos foram submetidos ao teste de Box-Cox para verificação da homogeneidade de variância, através do programa SAS System for Windows Version 9.3. Os dados que não apresentaram homogeneidade nas variâncias foram transformados de acordo com o método mais adequado sugerido pelo teste de Box-Cox (BOX; COX, 1964). Após a transformação os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Experimento 1 (safra 2009/2010) – Efeito do intervalo entre a dessecação da aveia-preta e a semeadura do milho, associado à aplicação de inseticidas na dessecação e no tratamento de sementes no controle de *P. sequax* e *S. frugiperda*, em condições de infestação natural das pragas

### 5.1.1 Número de lagartas/m<sup>2</sup> na cultura da aveia-preta

A partir dos 12 dias após a primeira dessecação (área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho), iniciaram-se as contagens do número de lagartas/m<sup>2</sup>. Foi observada a ocorrência de apenas duas espécies, *P. sequax* e *S. frugiperda*, sendo a primeira com maior infestação, chegando a 12,3 lagartas/m<sup>2</sup> na avaliação realizada aos 23 dias após a dessecação (DAD) no tratamento sem aplicação de inseticida, (Tabela 5A).

Considerando ainda a espécie *P. sequax*, pode-se observar na tabela 5A, que a dessecação da aveia-preta, associada à aplicação do inseticida lufenúrom 15 g i.a. por hectare, proporcionou redução significativa no número de lagartas/m<sup>2</sup> em todas as avaliações, quando comparado à dessecação sem inseticida. Já na área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6A).

A infestação de *S. frugiperda* foi menor em relação a *P. sequax*, no entanto, nas avaliações realizadas aos 12 e 23 (DAD), na área dessecada 40 dias antes da semeadura, a aplicação do inseticida lufenúrom (15 g i.a. ha<sup>-1</sup>), reduziu de forma significativa o número de lagartas/m<sup>2</sup> (Tabela 5B). Quando a aveia-preta foi dessecada 15 dias antes da semeadura do milho, a população de *S. frugiperda* foi semelhante nos tratamentos com e sem a aplicação do inseticida lufenúrom (Tabela 6B).

Na área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho, observou-se a redução do número de lagartas/m<sup>2</sup> a partir dos 32 dias após a dessecação da aveia-preta, mesmo nos tratamentos sem aplicação de inseticidas, independentemente da espécie de lagarta (Tabelas 5A e 5B). Isto demonstra que a dessecação antecipada

reduziu a população de lagartas na área, pois com a morte das plantas de aveia-preta diminuiu-se a oferta de alimento para as mesmas. Segundo Gassen (1996), a dessecação da aveia-preta 20 dias antes da semeadura já reduz a possibilidade de danos ocasionados por *P. sequax* em plântulas de milho.

Tabela 5 - Número de *P. sequax* (A) e de *S. frugiperda* (B) por m<sup>2</sup>, na área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho, com e sem adição do inseticida lufenurom (15 g i.a.\* ha<sup>-1</sup>), aos 12, 23, 32 e 40 dias após a dessecação.

A

Tratamentos	Dias após a dessecação							
	12		23		32		40	
Número de lagartas/m <sup>2</sup> - <i>P. sequax</i>								
Testemunha	7,3	a	12,3	b	5	b	3,3	b
Lufenurom 15 g i.a.* ha <sup>-1</sup>	1,3	b	1,3	a	0,3	a	1,0	a
CV (%)	11,2		29,4		48,7		26,6	
Pr>F	0,0162		<0,0001		0,0078		0,0211	

B

Tratamentos	Dias após a dessecação							
	12		23		32		40	
Número de lagartas/m <sup>2</sup> - <i>S. frugiperda</i>								
Testemunha	3,3	b	3,7	b	0,3	a	0,3	a
Lufenurom 15 g i.a.* ha <sup>-1</sup>	0,3	a	0,7	a	0,0	a	0,0	a
CV (%)	43,0		42,8		21,1		22,1	
Pr>F	0,002		0,0031		0,3332		0,313	

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD (P<0,05).

\*Ingrediente ativo.

Tabela 6 - Número de *P. sequax* (A) e de *S. frugiperda* (B) por m<sup>2</sup>, na área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho, com e sem adição do inseticida lufenurom (15 g i.a.\* ha<sup>-1</sup>), aos 0, 9 e 15 dias após a dessecação.

A

Tratamentos	Dias após a dessecação					
	0		9		15	
Número de lagartas/m <sup>2</sup> - <i>P. sequax</i>						
Testemunha	6,7	a	3,0	a	8,3	a
Lufenurom 15 g i.a.* ha <sup>-1</sup>	7,0	a	2,7	a	2,3	a
CV (%)	62,6		63,1		54,4	
Pr>F	0,7917		0,9787		0,1854	

B

Tratamentos	Dias após a dessecação					
	0		9		15	
	Número de lagartas/m <sup>2</sup> - <i>S. frugiperda</i>					
Testemunha	1,3	a	1,0	a	1,7	a
Lufenurom 15 g i.a.* ha <sup>-1</sup>	1,7	a	0,3	a	1,3	a
CV (%)	55,3		45,2		59,2	
Pr>F	0,3707		0,2997		0,6674	

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD (P<0,05).

\* Ingrediente ativo.

### 5.1.2 Danos ocasionados por *P. sequax* e *S. frugiperda* na cultura do milho e produtividade

Considerando-se as avaliações realizadas no milho, na área dessecada aos 40 dias antes da semeadura, não houve influência da aplicação de inseticida na dessecação e do tratamento de sementes, sobre a redução dos danos ocasionados por *P. sequax* e *S. frugiperda*. Também não foi observada influência dos tratamentos sobre a produtividade (Tabela 07).

Tabela 7 - Probabilidade de significância (Pr>F) experimento 1, área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho.

Causas de variação	Incidência de danos (%) <i>P. sequax</i>	Incidência de plantas raspadas (%) <i>S. frugiperda</i>	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Inseticida na dessecação (ID)	0,221	0,817	0,599
Tratamento de sementes (TS)	0,321	0,172	0,136
Interação - IDxTS	0,731	0,496	0,273
Bloco	0,659	0,822	0,672

A incidência de danos ocasionados por *P. sequax* e *S. frugiperda* foi baixa (Tabelas 8 e 9). Neste caso, a dessecação da aveia-preta 40 dias antes da semeadura do milho foi suficiente para redução da população de lagartas, possivelmente pela menor oferta de alimento para as mesmas, reduzindo também a possibilidade da ocorrência de danos logo após a emergência do milho.

Tabela 8 - Efeito da aplicação de inseticida na dessecação da aveia-preta sobre a incidência de danos ( $\pm$ DP) ocasionados por *P. sequax* e *S. frugiperda*, aos oito dias após a emergência, milho no estágio V2, e sobre a produtividade ( $\pm$ DP). Área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho.

Inseticidas na dessecação	Dose (g i.a.* ha <sup>-1</sup> )	Incidência de danos (%) <i>P. sequax</i>	Incidência de plantas raspadas (%) <i>S. frugiperda</i>	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	---	6,2 $\pm$ 6,3 a	4,0 $\pm$ 3,5 a	11074,3 $\pm$ 297,1 a
Lufenurom	15	3,4 $\pm$ 4,6 a	4,2 $\pm$ 3,3 a	11148,9 $\pm$ 404,6 a
	CV(%)	40,7	9,0	3,1
	Pr>F	0,2206	0,8173	0,5990

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD (P<0,05).

\*Ingrediente ativo.

Tabela 9 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de danos ( $\pm$ DP) ocasionados por *P. sequax* e *S. frugiperda*, aos oito dias após a emergência, milho no estágio V2, e sobre a produtividade ( $\pm$ DP). Área dessecada 40 dias antes da semeadura do milho.

Tratamento de sementes	Dose (ml i.a.*/60.000 sementes)	Incidência de danos (%) <i>P. sequax</i>	Incidência de plantas raspadas (%) <i>S. frugiperda</i>	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	---	5,5 $\pm$ 5,8 a	4,7 $\pm$ 3,6 a	11321,3 $\pm$ 191,8 a
Tiametoxam + Fipronil	120 + 60	6,8 $\pm$ 7,1 a	5,4 $\pm$ 3,5 a	11000,8 $\pm$ 336,7 a
Tiodicarbe + Imidacloprido	300	2,3 $\pm$ 2,5 a	2,2 $\pm$ 2,2 a	11013,0 $\pm$ 418,6 a
	CV(%)	40,7	9,0	3,1
	Pr>F	0,3213	0,1719	0,1363

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD (P<0,05).

\*Ingrediente ativo.

Na área onde a aveia-preta foi dessecada 15 dias antes da semeadura do milho, houve interação entre os fatores testados para os danos ocasionados por *P. sequax*, no entanto, não houve influência da aplicação de inseticida na dessecação e do tratamento de sementes sobre os danos ocasionados por *S. frugiperda* e sobre a produtividade (Tabela 10).

Tabela 10 - Probabilidade de significância ( $Pr > F$ ) experimento 1, dados obtidos na área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho.

Causas de variação	Incidência de danos (%) <i>P. sequax</i>	Incidência de plantas raspadas (%) <i>S. frugiperda</i>	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Inseticida na dessecação (ID)	<,0001	0,8701	0,1711
Tratamento de sementes (TS)	<,0001	0,5528	0,1076
Interação – ID x TS	0,0039	0,6761	0,1281
Bloco	0,3826	0,7695	0,0058

Considerando-se a espécie *P. sequax*, apenas o intervalo de 15 dias entre a dessecação da aveia-preta e a semeadura do milho, não foi suficiente para que houvesse a redução na população de lagartas a ponto de evitar a ocorrência de danos na cultura subsequente. Nestas condições, a aplicação de inseticidas na dessecação e no tratamento de sementes contribuiu de forma significativa na redução desses danos na cultura do milho.

Quando sem a aplicação de inseticida na dessecação, o tratamento de sementes com tiodicarbe+imidacloprido, na dose de 135 + 45 g i.a./ 60.000 sementes, apresentou incidência de danos ocasionados por *P. sequax*, significativamente menor que os tratamentos, tiametoxam+fipronil 42+15 g i.a./ 60.000 sementes e a testemunha. O mesmo comportamento foi observado com a aplicação de inseticida na dessecação, o tratamento de sementes com tiodicarbe+imidacloprido apresentou incidência de danos significativamente menor em relação aos demais tratamentos de sementes (Tabela 11).

Quando na ausência do tratamento de sementes e no tratamento com tiametoxam + fipronil (42+15 g i.a./ 60.000 sementes), a aplicação do inseticida lufenurom (15 g i.a. ha<sup>-1</sup>) na dessecação da aveia-preta reduziu de forma significativa a incidência de danos em relação à testemunha (Tabela 11).

Tabela 11 - Efeito da aplicação de inseticida na dessecação e do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de danos (%) ( $\pm$ DP) ocasionados por *P. sequax*, avaliação realizada aos 8 dias após a emergência, estágio do milho (V2).

Tratamento de sementes dose (g i.a. / 60.000 sementes)	Inseticida aplicado na dessecação					
	Testemunha		Lufenurom 15 g i.a. ha <sup>-1</sup>	CV (%)	Pr>F	
Testemunha	83,1 $\pm$ 9,2	A a	14,9 $\pm$ 6,6	A b	6,9	0,0019
Tiametoxam (42) + Fipronil (15)	57,4 $\pm$ 11,0	A a	17,3 $\pm$ 4,8	A b	2,9	0,0004
Tiodicarbe (135) + Imidacloprido (45)	5,3 $\pm$ 4,4	B a	2,5 $\pm$ 3,1	B a	25,0	0,3624
CV (%)	11,7		15,7			
Pr>F	0,0003		0,0066			

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

Embora a aplicação de inseticida na dessecação e no tratamento de sementes tenham proporcionado redução dos danos ocasionados por *P. sequax*, não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à produtividade (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12 - Efeito da aplicação de inseticida na dessecação da aveia-preta sobre a incidência de plantas raspadas (%) ( $\pm$ DP) ocasionadas por *S. frugiperda*, aos oito dias após a emergência, milho no estágio V2, e sobre a produtividade ( $\pm$ DP). Área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho.

Inseticidas na dessecação	Dose (g i.a.* ha <sup>-1</sup> )	Incidência de plantas raspadas (%)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	---	4,1 $\pm$ 3,4 a	10403,6 $\pm$ 881,8 a
Lufenurom	15	4,8 $\pm$ 4,4 a	10684,9 $\pm$ 366,5 a
	CV(%)	11,8	4,5
	Pr>F	0,8701	0,1711

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

\*Ingrediente ativo.

Tabela 13 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de plantas raspadas (%) ( $\pm$ DP) ocasionadas por *S. frugiperda*, aos oito dias após a emergência, milho no estágio V2, e sobre a produtividade ( $\pm$ DP). Área dessecada 15 dias antes da semeadura do milho.

Tratamento de sementes	Dose (g i.a.*/60.000 sementes)	Incidência de plantas raspadas (%)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	---	4,2 $\pm$ 3,6 a	10404,4 $\pm$ 790,3 a
Tiametoxam+Fipronil	42 + 15	6,2 $\pm$ 4,8 a	10369,5 $\pm$ 783,7 a
Tiodicarbe+Imidacloprido	135+45	3,0 $\pm$ 2,9 a	10858,9 $\pm$ 302,6 a
CV(%)		11,8	4,5
Pr>F		0,5528	0,1076

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD (P<0,05).

\*Ingrediente ativo.

A partir desse experimento, também se observou que a espécie *P. sequax*, pode ocasionar danos, mesmo com a utilização do milho Bt, ou seja, os insetos-pragas respondem de forma diferente às proteínas Bt, expressas nas plantas de milho transgênico. Como já citado anteriormente, neste experimento utilizou-se o híbrido 30F53H, que expressa a proteína Cry1F, o qual foi eficiente na redução dos danos ocasionados por *S. frugiperda*; porém, o mesmo não foi observado para os danos de *P. sequax*, pois nos tratamentos sem a utilização de inseticidas a incidência de danos chegou a 83,1% (Tabela 11).

Segundo estudo realizado por Schaafsma et al. (2007), testando a eficácia de três eventos de milho Bt na redução de danos ocasionados por *Pseudaletia unipuncta*, o milho Bt apresentou maior resistência ao dano da lagarta comparado ao não Bt. No entanto, foram observadas diferenças de eficácia entre os eventos de milho Bt, híbridos expressando a proteína Cry1Ab apresentaram menos danos do que os híbridos expressando a proteína Cry1F.

Quanto aos danos causados por *S. frugiperda*, a incidência de plantas raspadas (Tabelas 8, 9, 12 e 13), refere-se à incidência de notas do tipo 1 (plantas com pontuações), da escala de notas de 0-9 (Anexo B), ou seja, a intensidade de danos foi muito baixa, evidenciando, assim, a eficácia da toxina Cry1F no controle desta praga.



## 5.2 Experimento 2 (safra 2009/2010) – Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas cortadas por *S. frugiperda*, em condições de infestação artificial (gaiolas a campo)

Com o intuito de complementar as informações geradas no Experimento 1, o segundo experimento foi realizado com a utilização de gaiolas a campo, onde realizou-se a infestação artificial das plântulas de milho com lagartas de terceiro instar (*S. frugiperda*), simulando, assim, a ocorrência de lagartas desenvolvidas cortando plântulas logo após a emergência do milho.

Houve interação entre os fatores testados para a incidência de plantas cortadas e para produtividade (Tabela 14).

Tabela 14 - Probabilidade de significância (Pr>F), experimento 2.

Causas de variação	Incidência de plantas cortadas (%) 7 DAE <sup>a</sup> / 4DAI <sup>b</sup>	Incidência de plantas cortadas (%) pré-colheita	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Híbridos (HIB)	<,0001	<,0001	<,0001
Tratamento de sementes (TS)	0,0047	<,0001	<,0001
Interação – HIB x TS	0,0013	<,0001	<,0001
Bloco	0,2233	0,1664	0,6628

a – Dias após emergência; b - Dias após infestação

### 5.2.1 Incidência de plantas cortadas

Na avaliação realizada aos 7 dias após a emergência (DAE), 4 dias após a infestação das plantas com as lagartas, o híbrido 30F53 (não Bt) tratado com o inseticida tiodicarbe + imidacloprido (135 + 45 g i.a./60.000 sementes) apresentou incidência de plantas cortadas significativamente menor aos tratamentos, tiametoxam + fipronil (42+15 g i.a./60.000 sementes) e sem tratamento de sementes. O tratamento tiametoxam + fipronil (42 + 15 g i.a./60.000 sementes) apresentou comportamento semelhante à testemunha, com 51% e 58% de incidência de plantas cortadas, respectivamente (Tabela 15).

Já o híbrido 30F53H que expressa a proteína Bt Cry1F foi eficaz na redução da incidência de plantas cortadas, independente do tratamento de sementes utilizado (Tabela 15).

Tabela 15 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de plantas cortadas (%) ( $\pm$ DP) por *S. frugiperda*, aos 7 dias após a emergência e 4 dias após a infestação, milho no estágio V1, nos híbridos 30F53 (não Bt) e 30F53H (Cry1F).

Tratamento de sementes dose (g i.a. / 60.000 sementes)	Híbridos			
	30F53	30F53H (Cry1F)	CV (%)	Pr>F
Testemunha	58 $\pm$ 24,9 B b	0 $\pm$ 0 A a	3,2	<,0001
Tiametoxam (42) + Fipronil (15)	51 $\pm$ 19,6 B b	4 $\pm$ 8,9 A a	10,7	0,0080
Tiodicarbe (135) + Imidacloprido (45)	4 $\pm$ 5,8 A a	2 $\pm$ 4,5 A a	13,6	0,6137
CV (%)	8,1	9,6		
Pr>F	0,0004	0,6499		

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

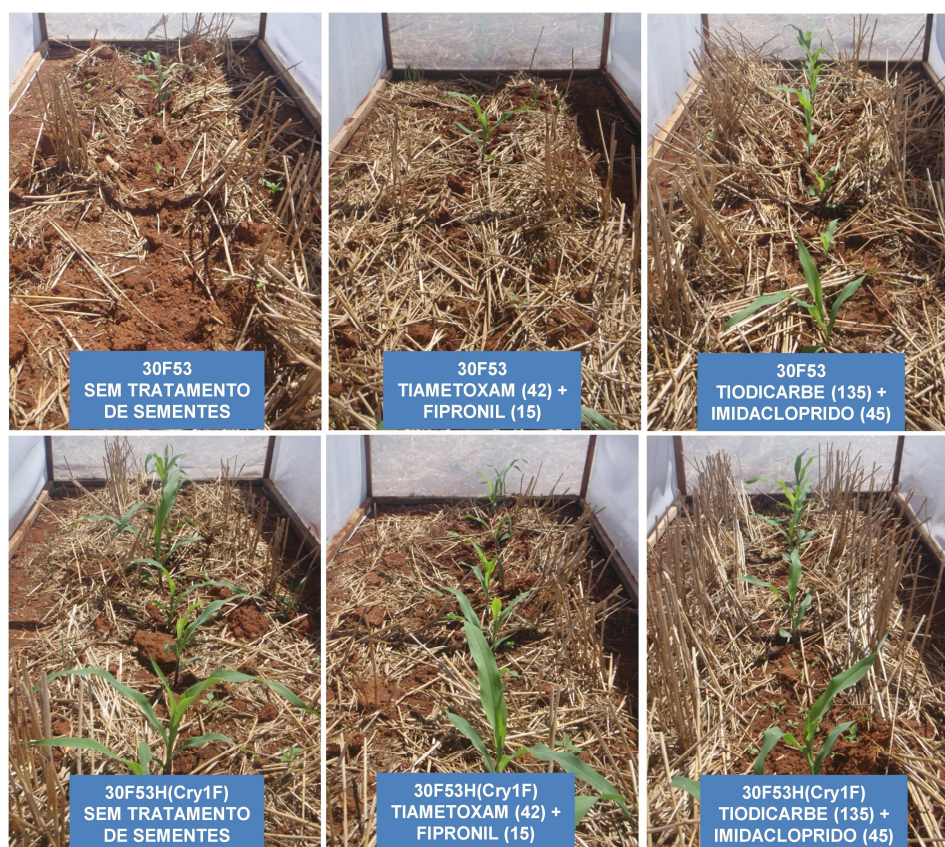


Figura 6 – Fotos demonstrando o efeito do tratamento de sementes nos híbridos, 30F53 e 30F53H, na redução de plantas cortadas por *S. frugiperda*, 14 dias após a emergência, milho no estágio V2.

O mesmo comportamento foi observado na avaliação realizada na pré-colheita do milho, porém, a incidência de plantas cortadas foi maior no híbrido 30F53 (não Bt) comparado com os dados da primeira avaliação, 15%, 90% e 94% de incidência nos tratamentos, tiodicarbe + imidacloprido (135 + 45 g i.a./60.000 sementes), tiametoxam + fipronil (42 + 15 g i.a./60.000 sementes) e sem tratamento de sementes, respectivamente (Tabela 16).

Tabela 16 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a incidência de plantas cortadas (%) ( $\pm$ DP) por *S. frugiperda*, na pré-colheita, nos híbridos 30F53 (não Bt) e 30F53H (Cry1F).

Tratamento de sementes dose (g i.a. / 60.000 sementes)	Híbridos					
	30F53		30F53H (Cry1F)	CV (%)	Pr>F	
Testemunha	94 $\pm$ 8,9	A a	0 $\pm$ 0	A b	1,8	<,0001
Tiametoxam (42) + Fipronil (15)	90 $\pm$ 7,1	A a	2 $\pm$ 4,5	A b	4,7	<,0001
Tiodicarbe (135) + Imidacloprido (45)	15 $\pm$ 18,5	B a	2 $\pm$ 4,5	A a	19,1	0,1912
CV (%)	9,4		10,1			
Pr>F	0,0003		0,6561			

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

### 5.2.2 Produtividade

De acordo com Sangoi et al. (2007), a população de plantas é o primeiro e o mais importante componente do rendimento de grãos da cultura do milho. O tratamento de sementes com tiodicarbe + imidacloprido (135 + 45 g i.a./60.000 sementes) resultou em produtividade significativamente superior aos demais tratamentos no híbrido 30F53 (não Bt). Já para o híbrido 30F53H (Cry1F), os valores de produtividade foram semelhantes entre si, independente do tratamento de sementes utilizado. Isso demonstra que o híbrido de milho Bt 30F53H (Cry1F) foi eficiente na redução de plantas cortadas por *S. frugiperda* (Tabela 17).

Tabela 17 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a produtividade Kg ha<sup>-1</sup> ( $\pm$ DP), nos híbridos 30F53 (não Bt) e 30F53H (Cry1F).

Tratamento de sementes dose (g i.a. / 60.000 sementes)	Híbridos					
	30F53		30F53H (Cry1F)	CV (%)	Pr>F	
Testemunha	729 $\pm$ 702,9	B b	10945 $\pm$ 1182,5	A a	21,7	0,0004
Tiametoxam (42) + Fipronil (15)	872 $\pm$ 965,5	B b	10602 $\pm$ 1359,8	A a	19,5	0,0003
Tiodicarbe (135) + Imidacloprido (45)	7434 $\pm$ 1892,1	A b	11171 $\pm$ 642,3	A a	14,2	0,0324
CV (%)	38,3		8,6			
Pr>F	<,0001		0,7888			

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD (P<0,05).

### 5.3 Experimento 3 (safra 2010/2011) – Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados por *S. frugiperda*, em condições de infestação natural da praga

Neste experimento, foram avaliados os danos ocasionados por *S. frugiperda* a campo, em condições de infestação natural da praga. Essas avaliações foram efetuadas contando-se o número de plantas com dano no cartucho (qualquer tipo de lesão e intensidade da mesma), através de uma escala visual de dano de 0 a 9 (Anexo B).

Para facilitar a compreensão dos dados obtidos pela escala visual de danos, somou-se a incidência (%) das notas 1, 2, 3 e 4, obtendo-se, assim, a incidência de plantas raspadas (%), o mesmo foi realizado para a incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9, obtendo-se, assim, a incidência de cartuchos danificados (%).

A análise estatística demonstrou a interação entre os fatores testados, tanto para a incidência de plantas raspadas como para cartuchos danificados.

Tabela 18 - Probabilidade de significância (Pr>F), experimento 3, incidência de plantas raspadas (IPR) e incidência cartuchos danificados (ICD).

Causas de variação	IPR (%)	ICD (%)	IPR (%)	ICD (%)
	19 DAE <sup>a</sup> (V3)	19 DAE <sup>a</sup> (V3)	33 DAE <sup>a</sup> (V6)	33 DAE <sup>a</sup> (V6)
Tratamento de sementes (TS)	0,0300	<,0001	0,0663	<,0001
Híbridos (HIB)	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
Interação – TS x HIB	0,0034	0,0032	<,0001	0,0001
Bloco	0,2031	0,2561	0,0493	0,1728

<sup>a</sup>Dias após a emergência

### 5.3.1 Incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados

Considerando os dados obtidos na avaliação realizada aos 19 dias após a emergência, milho com 3 folhas desenvolvidas, figuras 7, 8, 9 e 10, pode-se observar que houve redução na incidência de danos de acordo com o híbrido de milho (itens A, B e C) e o tratamento de sementes utilizado (item D).

#### A) Efeito de híbridos Bt sem o tratamento de sementes (testemunha) sobre incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados

Para a incidência de plantas raspadas (Figura 7), a maior redução desses danos foi observada no híbrido Garra Viptera, seguido por DKB 390PRO, com 29% e 55% de incidência respectivamente. No híbrido DKB 240H, 94% das plantas apresentaram folhas raspadas, no entanto não foram observados cartuchos danificados (Figura 9). Diferente do observado nos híbridos DKB 240YG e DKB 240 (não Bt), que apesar de terem demonstrado menor incidência de plantas raspadas em relação ao híbrido DKB 240H, já apresentavam 17% e 76% de cartuchos danificados (nota 5) (Figura 9), o que caracteriza a progressão de danos da praga nesses híbridos, ou seja, a presença de lagartas de instares mais adiantados, não só raspando, mas perfurando as folhas do cartucho.

Isto se deve à infestação de lagartas (neonatas provenientes de oviposições) logo no início do desenvolvimento do milho, em todos os híbridos testados. No entanto, é esperado algum tipo de dano, “raspagem” das folhas nos híbridos de milho Bt, uma vez que para ser controlado, o inseto deve ingerir as toxinas expressas por cada evento, por ocasião da herbivoria (BUNTIN et al., 2001; WAQUIL et al., 2002).

Assim, apesar dos híbridos Garra Viptera, DKB 390PRO e DKB 240H apresentarem incidência de danos entre 29% e 94%, a intensidade desses danos conforme escala de notas proposta por Fernandes et al. (2003) referem-se a plantas com raspagem de folhas, notas de 1 a 4 (pontuações a lesões alongadas). Danos esses que segundo Davis et al. (1992) são ocasionados por lagartas (*S. frugiperda*) nos primeiros instares de desenvolvimento, ou seja, ao contrário do observado no híbrido DKB 240 (não Bt), não houve progressão de danos nesses híbridos, devido à ação das toxinas Vip3A, Cry1A.105+Cry2Ab2 e Cry1F expressas nos mesmos.

O híbrido DKB 240YG (Cry1Ab) não diferiu estatisticamente do híbrido não Bt (DKB 240), em relação à incidência de cartuchos danificados (Figura 9). Estes dados diferem dos obtidos por Fernandes et al. (2003), os quais verificaram redução significativa de danos ocasionados por *S. frugiperda*, em híbridos expressando a toxina Cry1Ab em relação aos mesmos híbridos na versão não Bt.

Já Hardek et al. (2010) avaliaram o efeito de milho Bt expressando a toxina Cry1Ab e seu respectivo isogênico não Bt sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, através da infestação artificial das plantas a campo com lagartas de segundo instar. Os autores não constataram diferenças significativas em relação aos danos foliares entre o híbrido de milho Bt (Cry1Ab) e o híbrido não Bt, corroborando os dados obtidos neste experimento.

No entanto, Mendes et al. (2011) estudando respostas da lagarta do cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry1Ab, verificaram que existe interação entre a toxina do Bt Cry1Ab e a base genética dos híbridos transgênicos, quanto à sobrevivência de *S. frugiperda*. Dessa forma, a eficácia e a expressão da resistência na planta são complexas e podem ser influenciadas por fatores bióticos e abióticos.

B) Efeito de híbridos Bt com o tratamento de sementes tiametoxam (42) + fipronil (15) sobre incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados

Os híbridos Bt apresentaram comportamento semelhante ao observado quando sem a utilização do tratamento de sementes para a incidência de plantas raspadas, porém, ao considerarmos a incidência de cartuchos danificados o híbrido DKB 240YG apresentou incidência significativamente menor em relação ao híbrido não Bt (DKB 240), 6% e 50% de cartuchos danificados respectivamente (Figura 9).

C) Efeito de híbridos Bt com o tratamento de sementes tiodicarbe (135) + imidacloprido (45) sobre incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados

Este tratamento proporcionou as maiores reduções de danos ocasionados por *S. frugiperda*, principalmente nos híbridos DKB 240 e DKB 240YG. Esses híbridos, sem tratamento de sementes, apresentaram 76% e 17% de cartuchos danificados, com o tratamento (tiodicarbe + imidacloprido), cuja incidência caiu para 6% e 0% respectivamente (Figura 9). Nos demais híbridos, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra

Viptera, não foi observado incidência de cartuchos danificados (Figura 9). Em relação à incidência de plantas raspadas nos híbridos de milho Bt, o comportamento foi semelhante quando sem o tratamento de sementes; porém, ao considerarmos a intensidade desses danos conforme a escala de notas de 1 a 9, observou-se maior proporção de nota 1 (planta com pontuações), demonstrando que a associação desse tratamento aos híbridos de milho Bt também impediu a progressão dos danos ocasionados pela praga (Figura 7).

Esta maior redução nos danos verificada no tratamento com tiodicarbe (135) + imidacloprido (45) deve-se à ação do inseticida do grupo químico dos carbamatos, tiodicarbe, um dos ingredientes ativos que compõe o inseticida CropStar testado neste experimento. Este efeito pode ser mais bem observado no estudo realizado por Camillo et al. (2005) onde o inseticida tiodicarbe testado em milho não Bt, na dose de 600 gramas de ingrediente ativo por 100 kg de sementes, reduziu significativamente a incidência de plantas raspadas ocasionadas por lagartas neonatas de *S. frugiperda*, quando comparado com os inseticidas, fipronil (50 g i.a. por 100 kg de sementes) e tiametoxam (70 g i.a. por 100 kg de sementes).

#### D) Efeito do tratamento de sementes de acordo com o híbrido de milho sobre a incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados

Para a incidência de plantas raspadas, os tratamentos de sementes foram semelhantes entre si em todos os híbridos testados, com exceção do híbrido DKB 240H, no qual o tratamento de sementes com o inseticida tiodicarbe (135) + imidacloprido (45) proporcionou redução significativa na incidência desses danos em relação à testemunha e ao tratamento com tiametoxam (42) + fipronil (15) (Figura 8).

Já para a incidência de cartuchos danificados, tanto o tratamento de sementes com tiametoxam (42) + fipronil (15) como tiodicarbe (135) + imidacloprido (45) foram eficientes na redução de cartuchos danificados em relação à testemunha, nos híbridos DKB 240 (não Bt) e DKB 240YG (Figura 10). Considerando-se o efeito do tratamento de sementes no híbrido não Bt (DKB 240), o inseticida tiodicarbe (135) + imidacloprido (45) reduziu significativamente a incidência de cartuchos danificados em relação aos demais tratamentos (Figura 10).

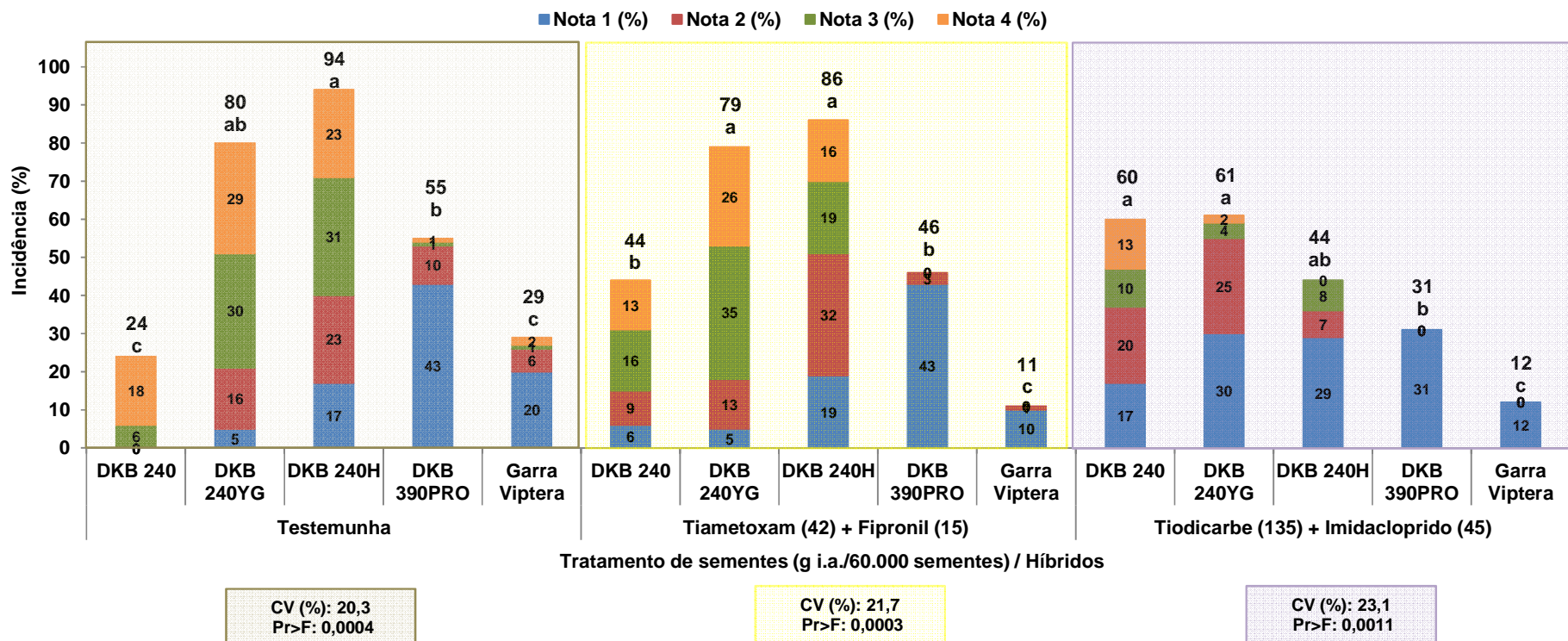


Figura 7 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de plantas raspadas (%), aos 19 dias após a emergência, milho no estágio (V3). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 1, 2, 3 e 4 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de plantas raspadas (soma da incidência das notas 1, 2, 3 e 4). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos híbridos em cada tratamento de sementes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).



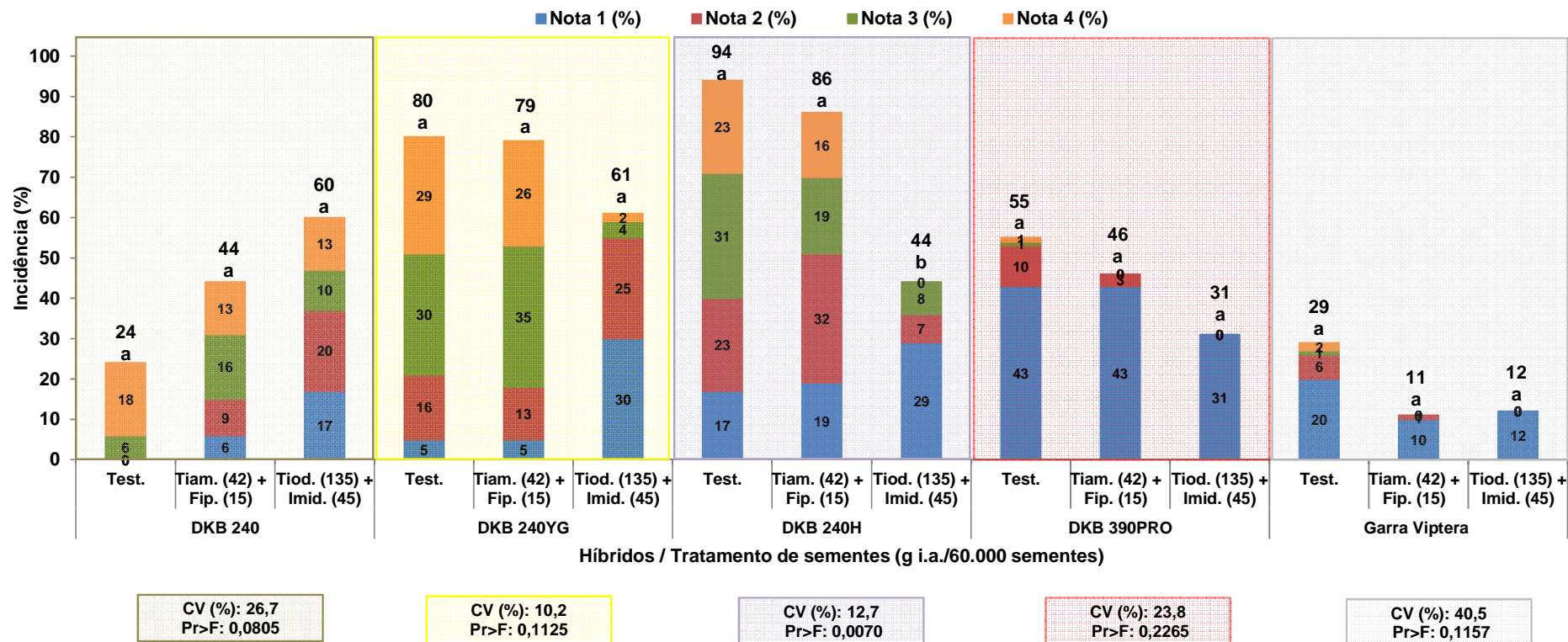


Figura 8- Efeito do tratamento de sementes com inseticidas em híbridos Bt sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de plantas raspadas (%), aos 19 dias após a emergência, milho no estádio (V3). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 1, 2, 3 e 4 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de plantas raspadas (soma da incidência das notas 1, 2, 3 e 4). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos tratamentos de sementes em cada híbrido não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

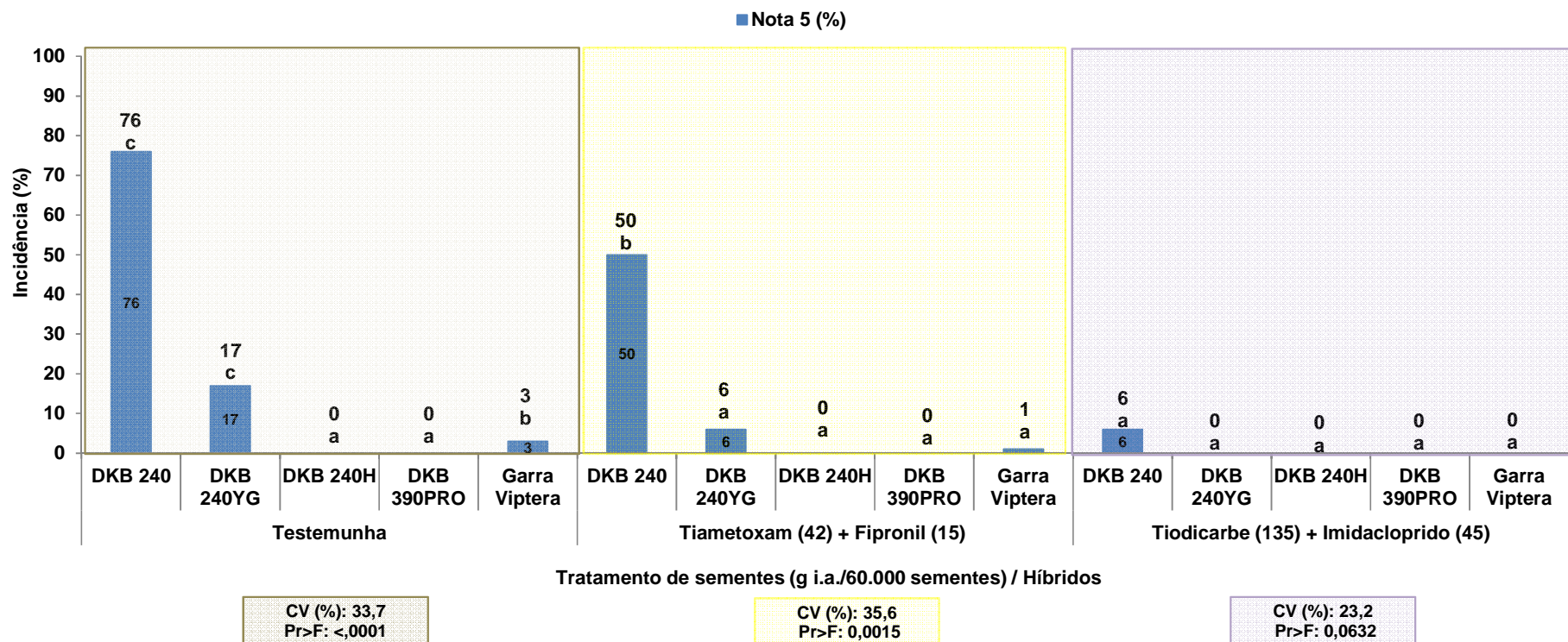


Figura 9 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de cartuchos danificados (%), aos 19 dias após a emergência, milho no estágio (V3). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de cartuchos danificados (soma da incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos híbridos em cada tratamento de sementes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

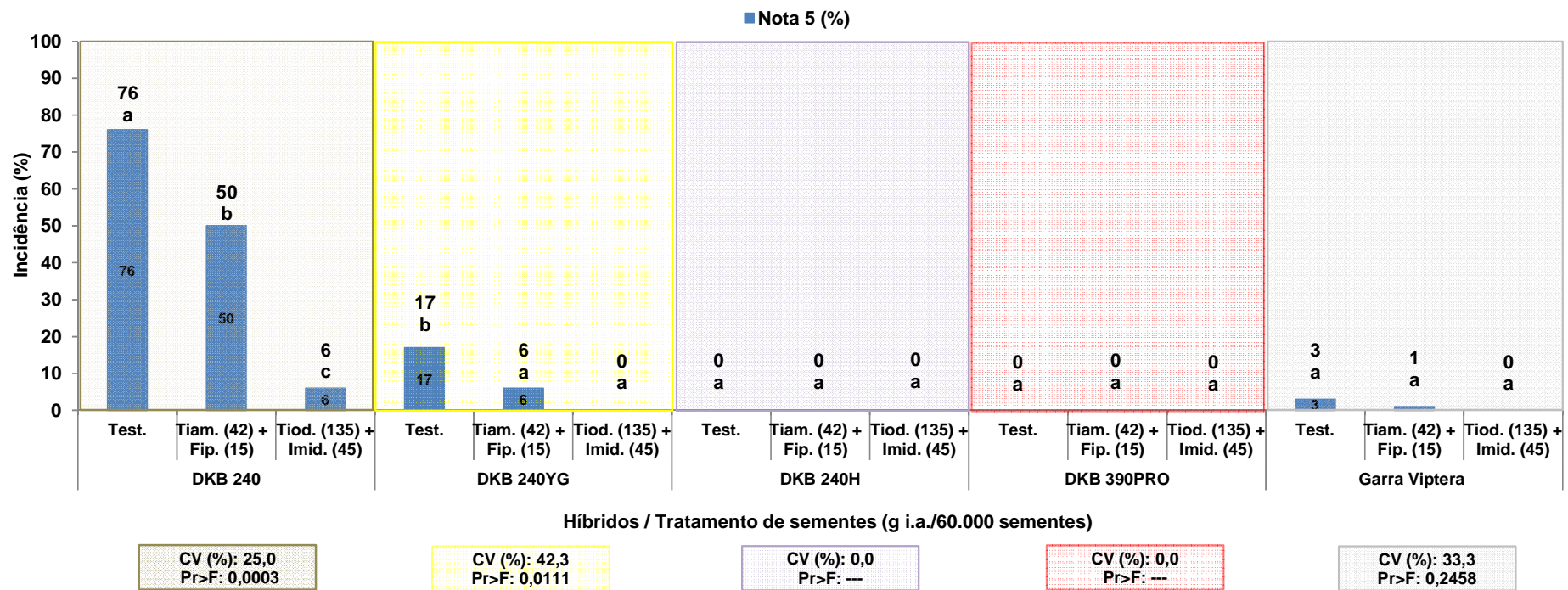


Figura 10 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas em híbridos Bt sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de cartuchos danificados (%), aos 19 dias após a emergência, milho no estádio (V3). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de cartuchos danificados (soma da incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos tratamentos de sementes em cada híbrido não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

Na avaliação realizada aos 33 dias após a emergência, milho com 6 folhas desenvolvidas, também foi verificada a interação entre os fatores testados, (Figuras 11, 12, 13 e 14).

Os híbridos, Garra Viptera e DKB 390PRO foram eficientes na redução da incidência de plantas raspadas e cartuchos danificados, independentemente do tratamento de sementes utilizado (Figura 11).

Considerando-se o efeito do tratamento de sementes de acordo com o híbrido de milho sobre a incidência de plantas raspadas, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 12).

Ao compararmos os híbridos DKB 240YG e DKB 240H, sem tratamento de sementes e tratados com tiametoxam (42) + fipronil (15), o híbrido DKB 240H resultou em incidência de cartuchos danificados significativamente menor em relação ao híbrido DKB 240YG (Figura 13). O mesmo foi observado por Hardke et al. (2010) onde híbridos de milho expressando a toxina Cry1F, apresentaram maior redução dos danos ocasionados pela lagarta do cartucho, em comparação aos híbridos expressando a proteína Cry1Ab. Ainda segundo esse autor, na presença de altas infestações de *S. frugiperda*, os híbridos que expressam a proteína Cry1Ab não têm proporcionado proteção suficiente para esta praga. Waquil et al. (2004), ao determinarem a atividade biológica das toxinas Cry1ab e Cry1F em *S. frugiperda*, verificaram que a CL<sub>50</sub> de Cry1F foi cerca de 19 vezes menor, mostrando a maior atividade desta toxina contra a lagarta-do-cartucho.

Considerando ainda a incidência de cartuchos danificados, os híbridos de milho Bt apresentaram redução significativa desses danos em relação ao híbrido DKB 240 (não Bt) (Figura 13).

A contribuição do inseticida tiodicarbe na redução desses danos fica evidente ao considerarmos os dados obtidos com o híbrido DKB 240YG (Cry1Ab). Sem tratamento de sementes, o milho que expressa a toxina Cry1Ab não diferiu estatisticamente do milho não Bt (DKB 240). Porém, quando tratado com o inseticida tiodicarbe, a incidência de cartuchos danificados foi significativamente menor em relação ao seu isogênico não Bt (Figura 13). O mesmo também pode ser constatado comparando-se o efeito do tratamento de sementes nos híbridos DKB 240 (não Bt) e DKB 240YG, onde a utilização do inseticida tiodicarbe (135) + imidacloprido (45) reduziu significativamente a incidência de cartuchos danificados em relação à testemunha e ao tratamento tiametoxam (42) + fipronil (15) (Figura 14). Daí a

importância do conhecimento do efeito de cada proteína expressa no milho Bt sobre o inseto-praga que se deseja controlar, pois dependendo da espécie e da infestação desse inseto, torna-se necessário a adoção de outras práticas de manejo, além da transgenia, para alcançar um controle satisfatório.

Hardke et al. (2010) ao discutirem a utilização de híbridos de milho Bt expressando as proteínas Cry1Ab e Cry1F no Sul dos Estados Unidos da América, no manejo da lagarta-do-cartucho, consideraram que as aplicações de inseticidas complementares ainda podem ser necessárias em condições de alta infestação da praga, para se obter um controle adequado ou para reduzir o impacto dessa infestação elevada.

No entanto, se a infestação ocorrer na fase inicial de desenvolvimento do milho, como ocorreu neste experimento, o controle com aplicação complementar de inseticidas via pulverização torna-se pouco efetivo em função da reduzida área foliar das plântulas nessa fase, daí a importância do tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos como o tiodicarbe.

Segundo Valdes (1994), a utilização de tiodicarbe no tratamento de sementes pode proporcionar um efeito residual de até 30 dias ou mais. Neste experimento, o efeito protetor (residual) de tiodicarbe via sementes, em relação aos danos de *S. frugiperda*, ficou em torno de 19 dias após a emergência, pois ao considerarmos os dados da primeira avaliação, o híbrido não Bt DKB 240 apresentou apenas 6% de incidência de cartuchos danificados, enquanto que o mesmo híbrido sem o tratamento de sementes já apresentava 76% de incidência desses danos (Figuras 9 e 10).

Já para o milho Bt, especificamente o híbrido DKB 240YG, a proteção proporcionada pela utilização do inseticida tiodicarbe contribuiu significativamente para redução dos danos ocasionados por *S. frugiperda*, ou seja, em condições de alta infestação da praga, esta prática possibilita que as aplicações complementares de inseticidas sejam realizadas em estádios mais avançados da cultura (maior área foliar), ou até mesmo, não sejam realizadas.

Em geral, estes resultados demonstram que os híbridos expressando as proteínas de milho Bt (Vip3A, Cry1A.105+Cry2Ab2 e Cry1F) apresentaram boa eficácia no controle de *S. frugiperda*; já o híbrido expressando a proteína Cry1Ab mostrou-se eficaz quando associado ao tratamento de sementes com tiodicarbe (135) + imidacloprido (45). Assim, o cuidado deve ser tomado em relação à

utilização do milho Bt de forma isolada, pois esta tecnologia deve ser tratada como mais uma ferramenta, dentro do manejo integrado de pragas na cultura do milho.

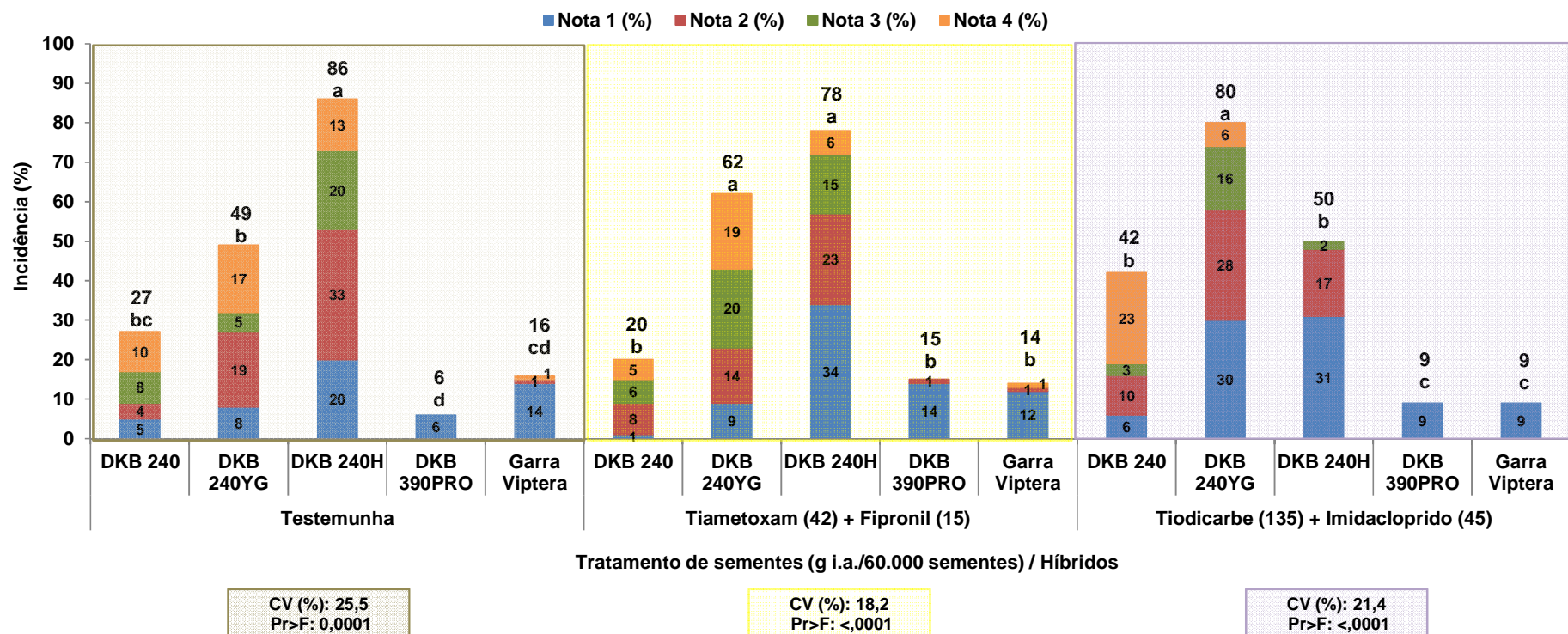


Figura 11 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de plantas raspadas (%), aos 33 dias após a emergência, milho no estágio (V6). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 1, 2, 3 e 4 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de plantas raspadas (soma da incidência das notas 1, 2, 3 e 4). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos híbridos em cada tratamento de sementes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

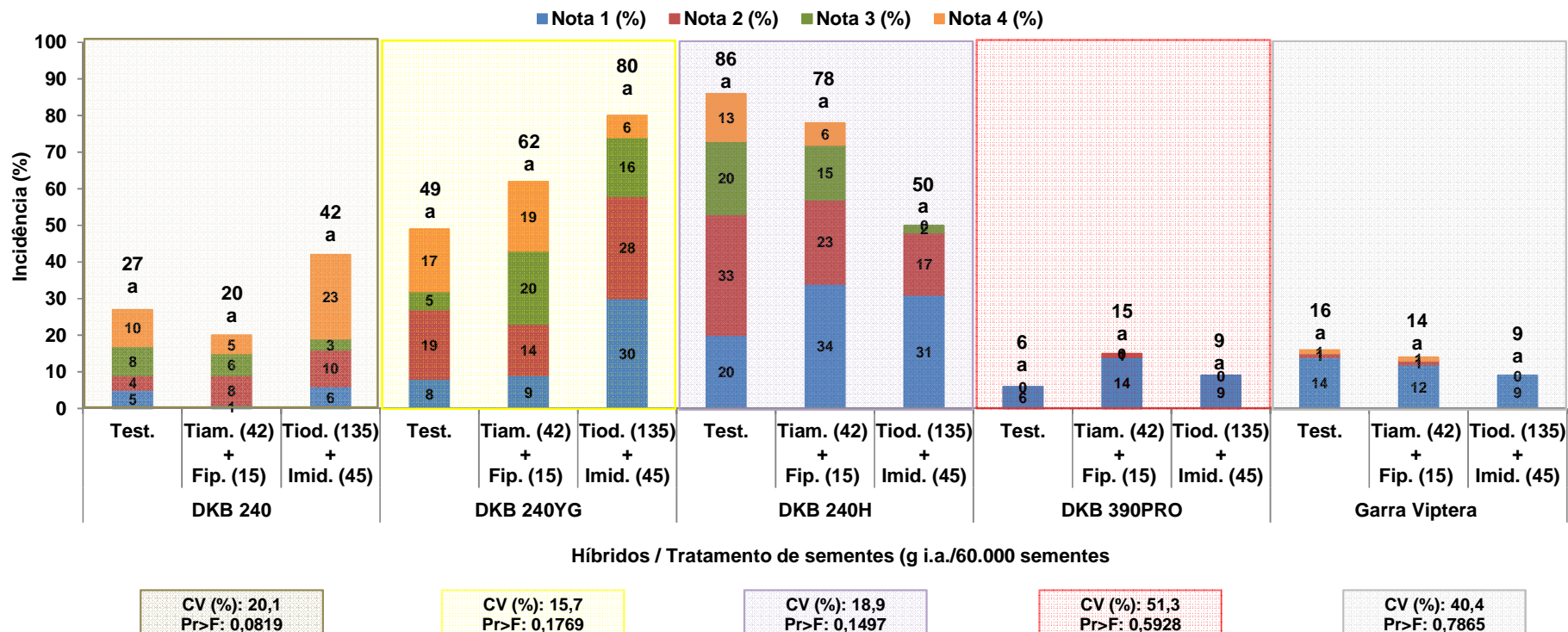


Figura 12 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas em híbridos Bt sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de plantas raspadas (%), aos 33 dias após a emergência, milho no estágio (V6). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 1, 2, 3 e 4 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de plantas raspadas (soma da incidência das notas 1, 2, 3 e 4). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos tratamentos de sementes em cada híbrido não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).



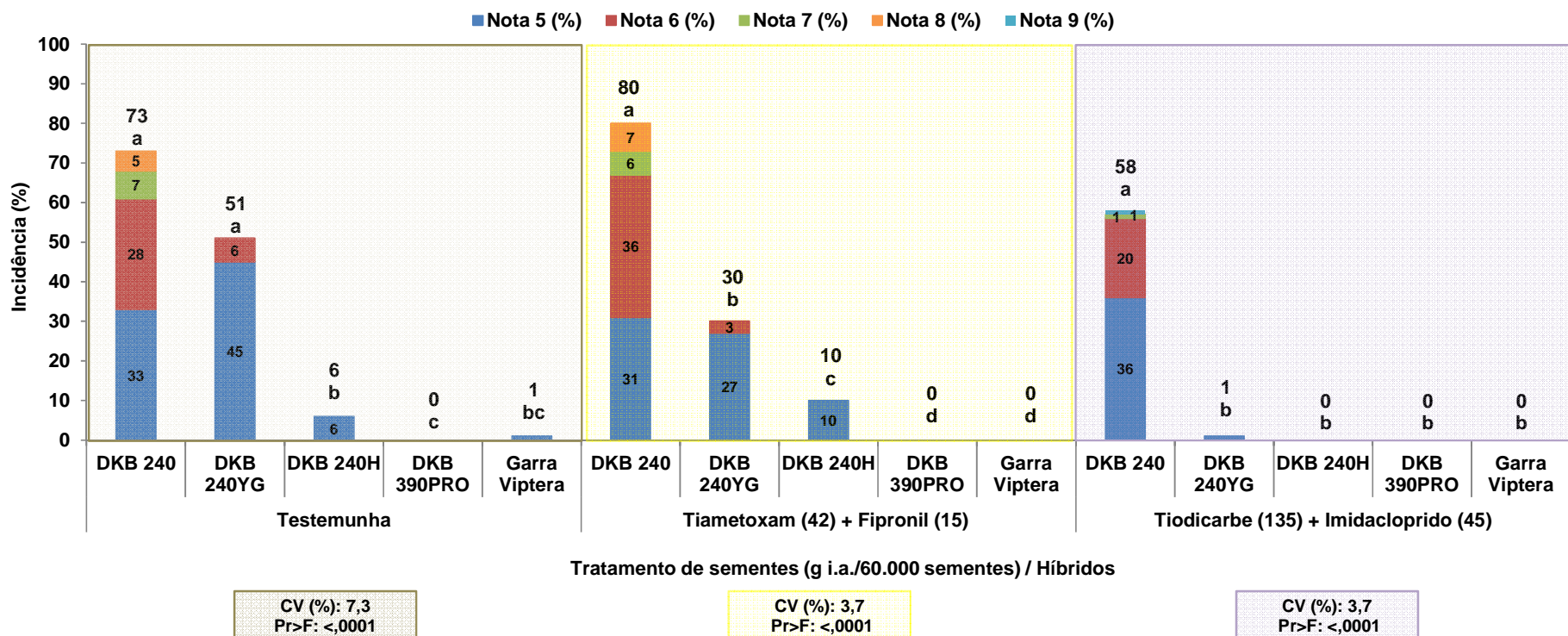


Figura 13 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de cartuchos danificados (%), aos 33 dias após a emergência, milho no estágio (V6). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de cartuchos danificados (soma da incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos híbridos em cada tratamento de sementes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD ( $P < 0,05$ ).

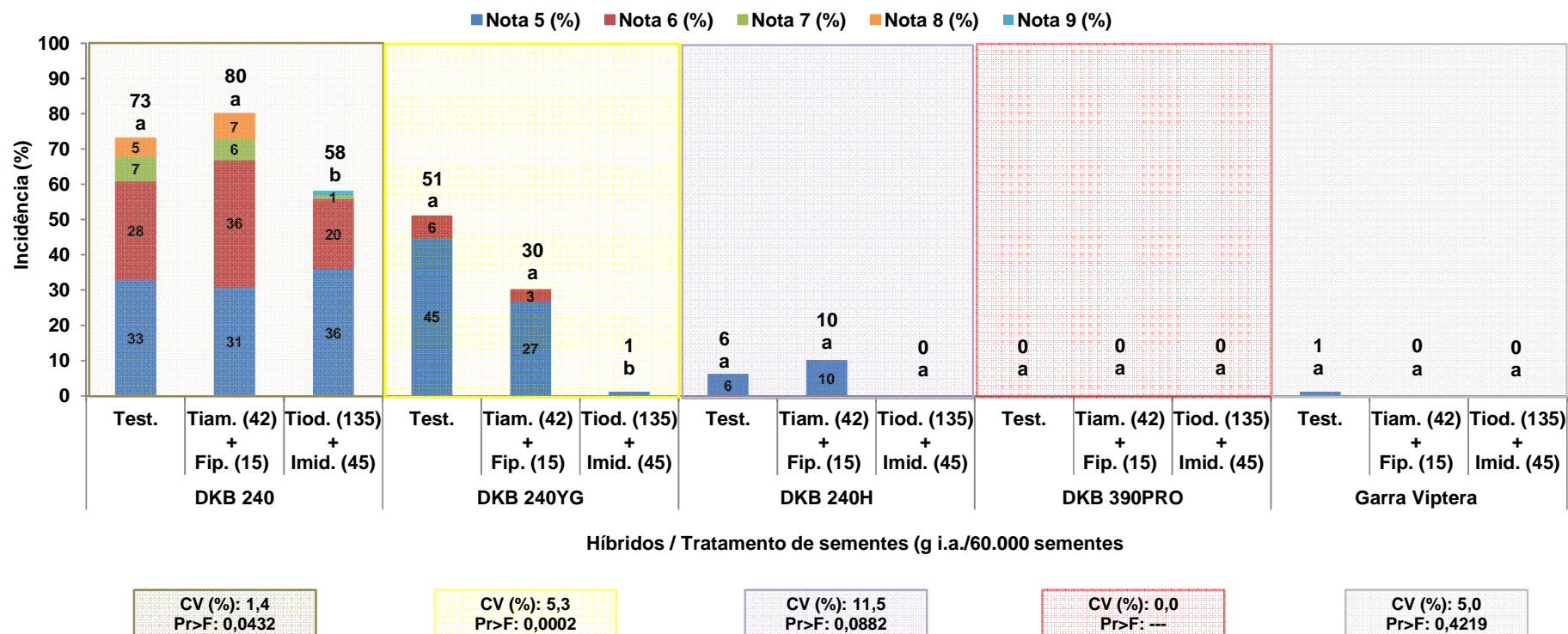


Figura 14 - Efeito do tratamento de sementes com inseticidas em híbridos Bt sobre a redução de danos ocasionados por *S. frugiperda*, incidência de cartuchos danificados (%), aos 33 dias após a emergência, milho no estágio (V6). Valores dentro das barras representam a incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9 (%). Os valores fora das barras representam a incidência de cartuchos danificados (soma da incidência das notas 5, 6, 7, 8 e 9). Médias seguidas por letras iguais nas barras dos tratamentos de sementes em cada híbrido não diferem estatisticamente entre si pelo teste de LSD (P<0,05).

#### 5.4 Experimento 4 (safra 2010/2011) - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a incidência de plantas cortadas por *S. frugiperda*, em condições de infestação artificial (gaiolas a campo)

O quarto experimento foi conduzido com a utilização de gaiolas a campo, onde se realizou a infestação artificial das plântulas de milho com lagartas de terceiro instar (*S. frugiperda*), simulando, assim, a ocorrência de lagartas desenvolvidas cortando plantas logo após a emergência do milho.

Houve interação entre os fatores testados para a incidência de plantas cortadas (Tabela 19).

Tabela 19 - Probabilidade de significância ( $Pr > F$ ), experimento 4.

Causas de variação	Incidência de plantas cortadas (%) 9DAE <sup>a</sup> / 4DAI <sup>b</sup>	Incidência de plantas cortadas (%) 19DAE / 14DAI <sup>b</sup>
Tratamento de sementes (TS)	0,0005	0,0003
Híbridos (HIB)	<,0001	<,0001
Interação – TS x HIB	0,0400	0,0022
Bloco	0,5852	0,5841

a – Dias após emergência; b - Dias após infestação

##### 5.4.1 Incidência de plantas cortadas

Na avaliação realizada aos 9 dias após a emergência (DAE), 4 dias após a infestação das plantas com as lagartas, todos os híbridos de milho Bt, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera, sem tratamento de sementes e tratados com tiametoxam (42) + fipronil (15), reduziram significativamente a incidência de plantas cortadas em relação ao híbrido não Bt DKB 240. Todos os híbridos testados, quando tratados com o inseticida tiodicarbe (135) + imidacloprido (45), não apresentaram incidência de plantas cortadas (Tabela 20).

Tabela 20 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de plantas cortadas (%) ( $\pm$ DP) por *S. frugiperda*, aos 9 dias após a emergência e 4 dias após a infestação, milho no estádio (V1).

Híbridos	Tratamento de sementes dose (g i.a. / 60.000 sementes)							CV (%)	Pr>F
	Testemunha		Tiametoxam (42) + Fipronil (15)		Tiodicarbe (135) + Imidacloprido (45)				
DKB 240	75,0 $\pm$ 19,0	B b	63,9 $\pm$ 14,0	B b	0 $\pm$ 0	A a	25,7	0,0003	
DKB 240YG	2,8 $\pm$ 5,6	A a	0 $\pm$ 0	A a	0 $\pm$ 0	A a	28,7	0,4219	
DKB 240H	2,8 $\pm$ 5,6	A a	2,8 $\pm$ 5,6	A a	0 $\pm$ 0	A a	31,3	0,4219	
DKB 390PRO	2,8 $\pm$ 5,6	A a	2,8 $\pm$ 5,6	A a	0 $\pm$ 0	A a	47,8	0,6699	
Garra Viptera	2,8 $\pm$ 5,6	A a	0 $\pm$ 0	A a	0 $\pm$ 0	A a	28,7	0,4219	
CV (%)	53,3		42,5		0				
Pr>F	<,0001		0,0034		---				

O mesmo comportamento foi observado na avaliação realizada aos 19 dias após a emergência, 14 dias após a infestação das plantas com as lagartas. No entanto, o híbrido de milho não Bt DKB 240 apresentou 100% das plantas cortadas, quando sem o tratamento de sementes e quando tratado com tiametoxam (42) + fipronil (15) (Tabela 21). Nesta situação, novamente a utilização do inseticida tiodicarbe (135) + imidacloprido (45) mostrou-se eficiente na redução desses danos na cultura do milho. O mesmo já havia sido observado no experimento 2 (safra 2009/2010), onde o híbrido 30F53 (não Bt) tratado com o inseticida tiodicarbe (135) + imidacloprido (45) apresentou incidência de plantas cortadas significativamente menor aos tratamentos tiametoxam (42) + fipronil (15) e sem tratamento de sementes. Estes resultados estão de acordo com dados obtidos por Camillo et al. (2005) onde o inseticida tiodicarbe testado em milho não Bt, na dose de 600 gramas de ingrediente ativo por 100 kg de sementes, reduziu significativamente a incidência de plantas cortadas por lagartas de terceiro/quarto instar de *S. frugiperda*, quando comparado com os inseticidas fipronil (50 g i.a. por 100 kg de sementes) e tiametoxam (70 g i.a. por 100 kg de sementes).

Portanto, quando constatada a presença da lagarta-do-cartucho em ínstares mais adiantados na pré-semeadura do milho, o tratamento de sementes com inseticidas que possuam tiodicarbe em sua composição poderá ser mais uma opção de manejo a ser adotada.

Ao considerarmos apenas o efeito dos híbridos de milho expressando diferentes toxinas Bt (sem tratamento de sementes), todos os híbridos testados foram eficientes na redução de plantas cortadas por *S. frugiperda*, em relação ao milho não Bt. Isto também já havia sido constatado no experimento 2, onde testou-se apenas um híbrido de milho Bt 30F53H, expressando a toxina Cry1F, o qual também foi eficiente na redução de plantas cortadas pela lagarta-do-cartucho em relação ao seu isogênico não Bt. McLeod e Davis (2002) constataram que o evento TC1507 (Cry1F) além de apresentar boa eficácia contra a lagarta-do-cartucho, também apresenta boa proteção ao corte de plântulas pela lagarta rosca *A. ipsilon*.

Desta forma, a utilização de híbridos de milho Bt mostrou-se eficiente na redução de plantas cortadas pela lagarta-do-cartucho; porém, como já citado anteriormente, o cuidado deve ser tomado já que se deve ter o conhecimento das condições específicas de cada local onde o milho será cultivado, tais como; cultura anterior, quais espécies de pragas presentes e a infestação das mesmas, para que se possa tomar a decisão correta de quais práticas de manejo a se adotar, além do milho Bt, para que se alcance um manejo de pragas adequado.

Tabela 21 - Efeito de híbridos Bt associado ao tratamento de sementes com inseticidas, sobre a redução de plantas cortadas (%) ( $\pm$ DP) por *S. frugiperda*, aos 19 dias após a emergência e 14 dias após a infestação, milho no estágio (V3).

Híbridos	Tratamento de sementes dose (g i.a. / 60.000 sementes)									
	Testemunha		Tiametoxam (42) + Fipronil (15)			Tiodicarbe (135) + Imidacloprido (45)			CV (%)	Pr>F
DKB 240	100 $\pm$ 0	B b	100 $\pm$ 0	B b	0 $\pm$ 0	A a	0	<,0001		
DKB 240YG	2,8 $\pm$ 5,6	A a	0 $\pm$ 0	A a	0 $\pm$ 0	A a	29,3	0,4219		
DKB 240H	2,8 $\pm$ 5,6	A a	2,8 $\pm$ 5,6	A a	0 $\pm$ 0	A a	32,0	0,4219		
DKB 390PRO	2,8 $\pm$ 5,6	A a	0 $\pm$ 0	A a	0 $\pm$ 0	A a	29,3	0,4219		
Garra Viptera	0 $\pm$ 0	A a	0 $\pm$ 0	A a	0 $\pm$ 0	A a	0	---		
CV (%)	59,2		27,2			0				
Pr>F	0,0330		<,0001			---				

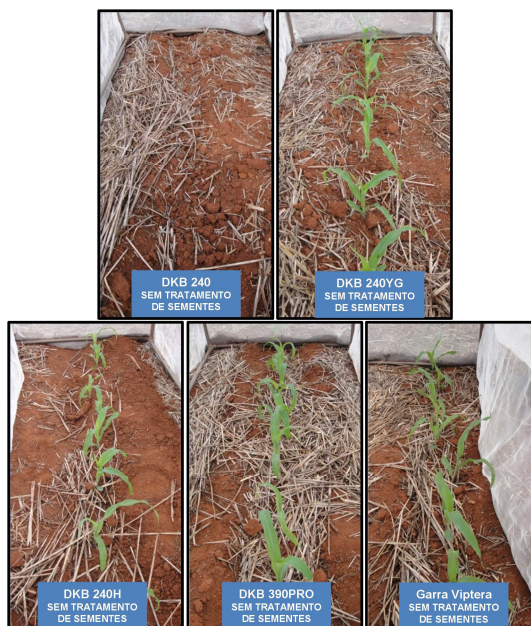


Figura 15 – Fotos demonstrando o efeito dos híbridos de milho DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera sem tratamento de sementes, na redução de plantas cortadas, 12 dias após a emergência e 7 dias após a infestação com lagartas, estágio V2.



Figura 16 – Fotos demonstrando o efeito dos híbridos de milho DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera tratados com tiametoxam (42) + fipronil (15), na redução de plantas cortadas, 12 dias após a emergência e 7 dias após a infestação com lagartas, estágio V2.

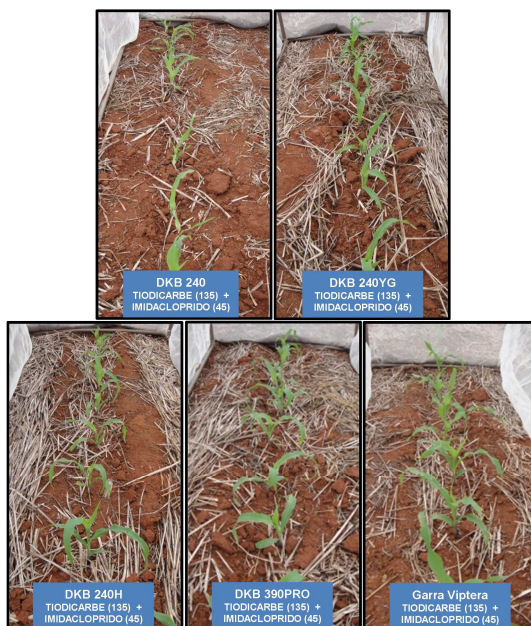


Figura 17 - Fotos demonstrando o efeito dos híbridos de milho DKB 240, DKB 240YG, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera tratados com tiodicarbe (135) + imidacloprido (45), na redução de plantas cortadas, 12 dias após a emergência e 7 dias após a infestação com lagartas, estágio V2.

## 6. CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos conclui-se que:

A dessecação da aveia-preta 40 dias antes da semeadura do milho mostrou-se uma prática eficaz na redução dos danos ocasionados por *P. sequax* no híbrido de milho Bt 30F53H, independentemente da aplicação de inseticidas na dessecação ou via tratamento de sementes.

Quando a dessecação da aveia-preta foi realizada 15 dias antes da semeadura do milho, houve maior ocorrência de danos ocasionados por *P. sequax* no híbrido Bt 30F53H, neste caso a utilização do tratamento de sementes com tiodicarbe + imidacloprido mostrou-se mais eficiente na redução desses danos.

O híbrido 30F53H foi eficaz na redução dos danos ocasionados por *S. frugiperda*, independentemente do intervalo entre a dessecação da aveia-preta e a semeadura do milho, e na utilização de inseticidas na dessecação ou via tratamento de sementes.

Os híbridos de milho Bt, DKB 240YG, DKB 240H, 30F53H, DKB 390PRO e Garra Viptera foram eficazes na redução de plantas cortadas por lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda* em relação ao híbrido não Bt, independentemente do tratamento de sementes utilizado.

Os híbridos de milho Bt, DKB 240H, DKB 390PRO e Garra Viptera foram eficazes na redução dos danos ocasionados por *S. frugiperda*, plantas raspadas e cartuchos danificados, em relação ao híbrido não Bt, independentemente do tratamento de sementes utilizado. O híbrido DKB 240YG apresentou redução significativa de cartuchos danificados somente quando associado ao tratamento de sementes com o inseticida tiodicarbe + imidacloprido (135 + 45 g. i.a. por 60.000 sementes).

Desta forma, pode-se afirmar que a utilização desses híbridos de milho Bt associado a outras práticas de manejo, contribuiu de forma significativa na redução dos danos ocasionados por *P. sequax* e *S. frugiperda* no início do desenvolvimento da cultura. Assim, a utilização do milho Bt deve ser considerada como mais uma prática no manejo integrado de pragas na cultura do milho.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROBANCO FUNDAÇÃO ABC – Banco de dados - Fundação ABC – Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário. Intranet área restrita. Acesso em: 27 de Jul. 2012.

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; NOVOTNY, E. H. **Cultivo do milho: plantas de cobertura de solo**. Sete Lagoas - Embrapa Milho e Sorgo, 7 p. (Comunicado Técnico 41 / Embrapa Milho e Sorgo), 2002.

ALVES, S. B.; ZUCCHI, R. A.; VENDRAMIM, J. D. Pragas do milho, arroz, trigo e sorgo. In: CURSO de entomologia aplicada à agricultura. Piracicaba: FEALQ. p. 273-310, 1992.

ASSIS, J. P. **Modelo estocástico para estimação da produtividade potencial de milho em Piracicaba, SP**. 2004, 168p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2004.

ÁVILA, C. J.; DEGRANDE, P. E.; GOMES, S. A. **Insetos-pragas: reconhecimento, comportamento, danos e controle**. EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 5 p.157-181, 1997.

BIANCO, R. Pragas e seu controle. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, 1991. p.185-221. (IAPAR. Circular, 29).

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.

BOSCH, R.; MESSENGER, P. S.; GUTIERES, A. P. An introduction to biological control. New York: Plenum Press. 1982. 247p.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An Analysis of Transformations. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, v.26, n.2, p.211-252, 1964.

BUNTIN, G. D.; LEE, D.; WILSON, D. M.; McPHERSON, R. M. Evaluation of YieldGard transgenic resistance for control of fall armyworm and corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) on corn. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 84, n. 1, p. 37-42, 2001.

BUNTIN, G. D.; FLANDERS, K. L.; LYNCH, R. E. Assessment of experimental Bt events against fall armyworm and corn earworm in Field corn. **J. Econ. Entomol.** 97 (2), p. 259-264, 2004.

BUNTIN, G. D. Corn expressing Cry1Ab or Cry1F endotoxin for fall armyworm and corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) management in field corn for grain production. **Fla. Entomol.** 91, p. 523-530, 2008.

CAMILLO, M.F., OLIVEIRA, J.R.G.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F. Tratamento de sementes na cultura do milho para o controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Ecossistema.** 30, p. 59-63, 2005.

**CTNBIO.** Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Aprovações comerciais: Milho. Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14784.html>. Acesso 22 Mai. 2012.

**CONAB.** Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010: décimo primeiro levantamento – Agosto/2010. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/8218897d1eb5849906fc53856bdbc894..pdf>. Acesso em: 27 Ago. 2010.

**CONAB.** Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, Safra 2011/2012, quinto Levantamento Fevereiro/2012. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_06\\_12\\_16\\_15\\_32\\_boletim\\_portugues\\_junho\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_12_16_15_32_boletim_portugues_junho_2012.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2012.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. de L. C.; MATOSO, M. J. **Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos Trichogramma.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1999. 40 p.

CRUZ, I. **Lepidoptera como pragas de milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 25p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 111).

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

CRUZ, I.; BIANCO, R. Manejo de Pragas na Cultura do Milho Safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001. p.79-112.

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

DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; CRUZ, J. C. **Aspectos econômicos da produção de milho transgênico.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 15p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 127).

EMBRAPA. **Aspectos econômicos da produção e utilização do milho.** Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo, p. 12, 2006a. (Circular técnica, 74).

\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Rio de Janeiro, 306p. 2006b.

EMBRAPA. **Tratamento de sementes no controle das pragas iniciais do milho**. Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo, p. 6, 2008a. (Publicações).

\_\_\_\_\_. **Identificação de proteínas VIP3 em estirpes de *Bacillus thuringiensis* tóxicas para lepidópteros-praga**. Brasília - DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 20, 2008b. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 222).

EMBRAPA. **Levantamento dos danos causados pela infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) em lavouras comerciais de milho Bt na região central de Minas Gerais**. Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo, p. 9, 2009a. (Circular técnica, 134).

\_\_\_\_\_. **Milho Bt: teoria e prática da produção de plantas transgênicas resistentes a insetos-praga**. Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo, p. 26, 2009b. (Circular técnica, 135).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERNANDES, O. D.; PARRA, J. R. P.; NETO, A. F.; PÍCOLI, R.; BORGATTO, A. F.; DEMÉTRIO, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n.2, p. 25-35, 2003.

FERRÉ, J.; VAN RIE, J. Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, 47: p. 501-543, 2002.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1992. 273 p.

FRIZZAS, M. R. **Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a comunidade de insetos**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, 2003, 192 p. Dissertação de Doutorado.

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

GALVÃO, A. Relatório ISAAA 2011: A situação global das lavouras transgênicas. Conferência Nacional. Disponível em: <http://cib.org.br/category/em-dia-com-a-ciencia/apresentacoes/>. Acesso em: 18 Jul. 2012.

GASSEN, D. N. **Caracterização das espécies do gênero *Pseudaletia* Franc., 1951 (LEP., Noctuidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul**. Porto alegre: PUC, 1983. 18 p. Tese Especialização.

GASSEN, D. N. **Pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1994. 92 p.

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

GASSEN, D. N. As pragas sob plantio direto. In: Siembra Directa en el Cono Sur / coordinador Roberto Díaz Rossello. — Montevideo : PROCISUR, 2001. p. 103 – 120.

HARDKE, J. T.; LEONARD, B. R.; HUANG, F.; JACKSON, R. E. Damage and survivorship of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on transgenic Field expressing *Bacillus thuringiensis* Cry proteins. **Crop Protection**, Louisiana, v. 30, p. 168-172, 2010.

**ISAAA**. Situação global da comercialização de lavouras / GM crops: 2011. Disponível em: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp>. Acesso em: 16 Jul. 2012.

JAMES, C. **Global review of commercialized transgenic crops**: 2001. ISAAA (Briefs, 24: Preview). Ithaca: ISAAA, 2001. 20p.

KNOWLES, B. H. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal - endotoxins. **Adv. Insect Physiol.** 24:275-308, 1994.

LAUB, C. A.; LUNA, J. M. Winter cover crop suppression practices and natural enemies of armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in no-till corn. **Environ. Entomol.** v. 21: 41–49, 1992.

LEIDERMAN, L. M.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais. **O Biológico**, [s.l.], v. 19, n. 6, p. 105-113, 1953.

LEITE, N. A.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; PEREIRA, E. J. G. **O Milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 46p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 133).

LINK, D. Avaliação do controle da lagarta, *Pseudaletia sequax*, na dessecação da aveia, sobre a cultura do milho, semeada diretamente sobre a palha. In: XLVI REUNIAO TECNICA ANUAL DO MILHO e XXIX REUNIAO TECNICA ANUAL DO SORGO, 2001, Porto Alegre - RS. **Anais da**. Porto Alegre - RS : FEPAGRO/EMATER, 2001. 4p. CD-ROM.

MARCHIORO, C. A.; FOERSTER, L. A. Performance of the wheat armyworm, *Pseudaletia sequax* Franclemont, on natural and artificial diets. **Neotropical Entomology**. v. 41, p. 288-295, 2012.

MARTINS, G. L. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Controle químico do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do milho. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.76, n.3, p.475-478, jul./set., 2009.

MCLEOD, M.; DAVIS, P. Herculex I: protection against black cutworm, fall armyworm and corn borer. **Crop insights**. v. 12, n. 14, p. 4, 2002.

MENDES, S. M.; MARUCCI, R. C.; MOREIRA, S. G.; WAQUIL, J. M. **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. 8p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 157).

MENDES, S. M.; BOREGAS, K. G. B.; LOPES, M. E.; WAQUIL, M. S.; WAQUIL, J. M. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1 A(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 239-244, 2011.

MENEZES, L.; CUNHA, J.; BISINOTTO, F.; ATTIE, J. Relatório biotecnologia. **Céleres**, p. 1-7, 2011.

MONNERAT, R. G, BRAVO, A. Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência. In: Controle Biológico, eds. Melo, I.S. e Azevedo, J.L, Jaguariúna, SP, **Embrapa Meio Ambiente**, Vol. 3, p.163-200, 2000.

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

**PIONEER SEMENTES**. Tratamento de sementes industrial: benefícios. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br>. Acesso em: 15 Mai. 2012.

POLANCZYK, R. A. **Estudos de *bacillus thuringiensis* Berliner visando ao controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, 2004, 145 p. Dissertação de Doutorado.

PRAÇA, L. B.; SILVA NETO, S. P.; MONNERAT, R. G. ***Spodoptera frugiperda* J. Smith 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) Biologia, amostragem e métodos de controle**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 22 p. (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 0102 - 0110; 199).

PRAÇA, L. B.; SOARES, E. M.; MELATTI, V. M.; MONNERAT, R. G. ***Bacillus thuringiensis* Berliner (Eubacteriales: Bacillaceae): Aspectos gerais, modo de ação e utilização**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 40 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia / Documentos, 239).

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

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. **Adubação nitrogenada na aveia preta: influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto**. Revista Brasileira. Ciência do Solo, v. 27, p. 1075-1083, 2003.

SCHAAFSMA, A. W.; HOLMES, M. L.; WHISTLECRAFT, J.; DUDLEY, S. A. Effectiveness of three Bt corn events against feeding damage by the true armyworm (*Pseudaletia unipuncta* Harworth). **Canadian Journal of plant science**, Ontario, v. 87, n. 3, p. 599-603, 2007.

SCHMIDT, F. G. V.; MONNERAT, R.; BORGES, M.; CARVALHO, R. **Criação de insetos para avaliação de agentes entomopatogênicos e semioquímicos**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular técnica, 11).

SCHNEPF, E.; CRICKMORE, N.; VAN RIE, J.; LERECLUS, D.; BAUM, J.; FEITELSON, J.; ZEIGLER, D. R.; DEAN, D. H. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, Washington, v. 62, p. 775-806, 1998.

**SEAB**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Estimativa de safra. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>> Acesso em: 10 jun. 2012.

SILVIE, P.; THOMAZONI, D. **Manual de identificação das pragas e danos nos sistemas de cultivo do algodão**. Cascavel: COODETEC, 2007. 118 p. (COODETEC. Boletim Técnico, 38).

SORIA, M. F.; DEGRANDE, P. E. Antropodofauna associada a palhada em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n.2, p. 96-107, 2011.

VALDES, L. C. Thiodicarb: insecticide for seed treatment. Integrated pest management: learning from experience, Pest Management Council of the Philippines, Philippines, p. 32, 1994.

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

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

WAQUIL, J. M.; VILLELA, F. M. F.; 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, p. 1-11, 2002.

WEINZIERL, R.; STEFFEY, K. 2001. **Seed treatment: Oregon Pesticide Applicator.** Disponível em: [Training Manual oregon.gov/ODA/PEST/docs/pdf/seedstudy.pdf](http://oregon.gov/ODA/PEST/docs/pdf/seedstudy.pdf)  
Acesso em: 25 Mai. 2012.

YU, C. G.; MULLINS, M. A.; WARREIN, G. W.; KOZIEL, M. G.; ESTRUCH, J. J. The *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein VIP3A lyses midgut epithelium cells of susceptible insects. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, US, v. 63, n. 2, p. 532-536, 1997.

## ANEXOS

Estádios fonológicos do milho.

### Anexo A - Descrição detalhada dos estádios de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do milho.

<b>I. Fase Vegetativa</b>	
VE	Emergência
V1	Primeira folha
V2	Segunda folha
V3	Terceira folha
V6	Sexta folha
V8	Oitava folha
V9	Nona folha
V12	Décima segunda folha
V15	Décima quinta folha
V18	Décima oitava folha
VT	Emissão da inflorescência masculina
<b>II. Fase Reprodutiva</b>	
R1	Florescimento
R2	Grão Leitoso
R3	Grão Pastoso
R4	Grão Farináceo
R5	Grão Farináceo-duro
R6	Maturidade Fisiológica

Fonte: RITCHIE; HANWAY e BENSON, 2003.



**Anexo B – Escala de notas (0 a 9) para avaliação de danos de *S. frugiperda* no cartucho do milho, (DAVIS et al., 1992) adaptada por (FERNANDES, et al., 2003).**

---

Nota	Descrição
0	Planta sem dano
1	Planta com pontuações (mais que uma pontuação por planta)
2	Planta com pontuações; 1 a 3 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm)
3	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm); mais 1 a 3 lesões alongadas (até 1,5 cm)
4	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm); mais 1 a 3 lesões alongadas (maiores que 1,5 cm e menores que 3,0 cm)
5	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (maior que 3,0 cm) em 1 a 2 folhas; mais 1 a 5 furos ou lesões alongadas até 1,5 cm
6	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (maior que 3,0 cm) em 2 ou mais folhas; mais 1 a 3 furos grandes (maiores que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas
7	Planta com 3 a 5 lesões alongadas grandes (maiores que 3,5 cm) em 2 ou mais folhas; mais 3 a 5 furos grandes (maiores que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas
8	Planta com muitas lesões alongadas (mais que 5) de todos os tamanhos na maioria das folhas. Muitos furos médios a grandes (mais que 5) maiores que 3,0 cm em muitas folhas
9	Planta com muitas folhas, na quase totalidade, destruídas

---