

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**AVALIAÇÃO DO MILHO BT CRY1AB E CRY1F NO CONTROLE DE
Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM
CONDIÇÕES DE CAMPO**

ANDRÉ LUIS FALEIROS LOURENÇÃO
Engenheiro Agrônomo

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL
2011

AVALIAÇÃO DO MILHO BT CRY1AB E CRY1F NO CONTROLE DE
***Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM**
CONDIÇÕES DE CAMPO

ANDRÉ LUIS FALEIROS LOURENÇÃO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. MARCOS GINO FERNANDES

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL

2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

633.15 Lourenção, André Luis Faleiros.
L892a Avaliação do milho Bt Cry1Ab e Cry1F no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE) em condições de campo / André Luis Faleiros Lourenção. – Dourados, MS : UFGD, 2011.
62f.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Tese (Doutorado em Produção Vegetal) –
Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Milho transgênico – Mato Grosso do Sul. 2. Milho – Doenças e Pragas. 3. Produção híbrida. I. Título.

Combati o bom combate, completei minha caminhada, mantive a fé

II Timóteo 4.7

*Aos meus pais e irmãos
pela compreensão e amor irrestritos*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela qualidade do ensino oferecido;

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudos;

Ao professor Dr Marcos Gino Fernandes pelo apoio e orientação;

Ao professor Dr Honório Roberto do Santos, pela orientação profissional e pessoal, por dez anos de estudo;

Aos professores do Curso do Programa em Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, pelo empenho em me ensinar;

À FUNDAÇÃO MS pela colaboração em ceder aérea, funcionários e equipamentos para a execução dos trabalhos;

Aos amigos, que entenderam minha ausência e ainda continuam me convidando para os churrascos;

À minha namorada, por estar comigo sempre, me apoiando nas dificuldades e comemorando as vitórias;

Aos meus pais, por me ensinarem a lutar pelos meus sonhos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A CULTURA DO MILHO.....	3
2.2. IMPORTÂNCIA DE <i>Spodoptera frugiperda</i>.....	5
2.3. DANOS PROVOCADOS PELA LAGARTA DO CARTUCHO DO MILHO.....	6
2.4. Bt – <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner, 1715.....	6
2.5. MILHO RESISTENTE ÀS LAGARTAS.....	8
2.6. TECNOLOGIA YIELDGARD® (YG).....	10
2.7. TECNOLOGIA AGRISURE® (YG).....	10
2.8. TECNOLOGIA HERCULEX® (Hx).....	10
2.9. PLANTAS Bt E SUA UTILIZAÇÃO PRÁTICA.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. ANO AGRÍCOLA 2008/2009.....	12
3.2. SEGUNDAS SAFRAS EM 2009 E 2010.....	15
3.3. CUSTOS DE PRODUÇÃO.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. EFICIÊNCIA DE CONTROLE DE HÍBRIDOS BT.....	23
4.2. PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS BT COMPARATIVAMENTE COM SUAS ISOLÍNEAS CONVENCIONAIS.....	33
4.3. AVALIAÇÃO DE ESTADE DO MILHO BT E CONVENCIONAL.....	43
4.4. CUSTOS DE PRODUÇÃO DE MILHO BT E CONVENCIONAL.....	47
5. CONCLUSÕES.....	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Relação de produtos, forma de utilização, dose / quantidade de insumos aplicados na safra 2008/2009; segunda safra 2009; segunda safra 2010 e preços praticados no município de Maracaju, MS.	22
TABELA 2	Notas de danos de <i>Spodoptera frugiperda</i> em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V4, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Safra 2008/09.	24
TABELA 3	Notas de danos de <i>Spodoptera frugiperda</i> em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V8, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Safra 2008/09.	25
TABELA 4	Notas de dano de <i>Spodoptera frugiperda</i> em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V4, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Segunda safra 2009.	26
TABELA 5	Notas de dano de <i>Spodoptera frugiperda</i> em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V8, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju. Segunda safra 2009.	27

TABELA 6	Notas de dano de <i>Spodoptera frugiperda</i> em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V4, em função da aplicação de inseticidas, no município de Dourados, MS. Segunda safra 2009.	28
TABELA 7	Notas de dano de <i>Spodoptera frugiperda</i> em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V8, em função da aplicação de inseticidas, no município de Dourados, MS. Segunda safra 2009.	29
TABELA 8	Notas de dano de <i>Spodoptera frugiperda</i> em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V4, em função da aplicação de inseticidas, no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2009.	30
TABELA 9	Notas de dano de <i>Spodoptera frugiperda</i> em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V8, em função da aplicação de inseticidas, no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2009.	30
TABELA 10	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Safra 2008/09.	34
TABELA 11	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de Dourados, MS. Segunda safra 2009.	35
TABELA 12	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Segunda safra 2009.	36

TABELA 13	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2009.	37
TABELA 14	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Naviraí, MS. Segunda safra 2010.	38
TABELA 15	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Dourados, MS. Segunda safra 2010.	39
TABELA 16	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Rio Brillhante, MS. Segunda safra 2010.	40
TABELA 17	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Sidrolândia, MS. Segunda safra 2010.	40
TABELA 18	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Maracaju, MS. Segunda safra 2010.	41
TABELA 19	Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010.	42
TABELA 20	Estande (número de plantas por hectare/1.000) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Segunda safra 2009.	44

TABELA 21	Estande (número de plantas por hectare/1.000) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas, no município de Dourados, MS. Segunda safra 2009.	45
TABELA 22	Estande (número de plantas por hectare/1.000) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2009.	46
TABELA 23	Custo variável de produção do milho safra convencional e Bt em sistema de plantio direto, safra 2009/2010.	48
TABELA 24	Custo variável de produção do milho safrinha convencional e Bt em sistema de plantio direto, segunda safra 2009.	49
TABELA 25	Custo variável de produção do milho safrinha convencional e Bt em sistema de plantio direto, segunda safra 2010.	50

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de Maracaju, MS, safra 2009/2010.	12
FIGURA 2	Escala de notas de dano de ataque da lagarta-do-cartucho <i>Spodoptera frugiperda</i> na cultura do milho.	14
FIGURA 3	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de Maracaju, MS, segunda safra 2009.	17
FIGURA 4	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de Dourados, MS, segunda safra 2009.	17
FIGURA 5	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de São Gabriel do Oeste, MS, segunda safra 2009.	18
FIGURA 6	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de Maracaju, MS, segunda safra 2010.	18
FIGURA 7	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de Dourados, MS, segunda safra 2010	18
FIGURA 8	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de Naviraí, MS, segunda safra 2010.	19
FIGURA 9	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de Rio Brillhante, MS, segunda safra 2010.	19
FIGURA 10	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de Sidrolândia, MS, segunda safra 2010.	19
FIGURA 11	Precipitação pluviométrica ocorrida no município de São Gabriel do Oeste, MS, segunda safra 2010.	20

- FIGURA 12 Avaliação visual (estádio de desenvolvimento da cultura V4) de híbridos de milho Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem a aplicação de inseticidas (Conv sem) nos municípios de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brillhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010. 31
- FIGURA 13 Avaliação visual (estádio de desenvolvimento da cultura V8) de híbridos de milho Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem o manejo (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem) nos municípios de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brillhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010. 32
- FIGURA 14 Produtividade de híbridos de milho convencionais e Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem) no município de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brillhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010. 43

FIGURA 15 Estande de híbridos de milho convencionais e Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem) no município de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brilhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010.

AVALIAÇÃO DO MILHO BT CRY1AB E CRY1F NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM CONDIÇÕES DE CAMPO

Autor: André Luis Faleiros Lourenção
Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes

RESUMO

A utilização de híbridos de milho que expressam resistência ao ataque de pragas vem crescendo ano a ano no Brasil, pela necessidade de aumento de produtividade e melhoria da eficiência no controle das mesmas. Devido a ocorrência de sistemas biológicos diversos, torna-se necessário o estudo das tecnologias Bt nas várias regiões produtoras de milho no país. O presente trabalho tem por objetivo testar o controle de híbridos Bt Cry1Ab e Cry1F sobre *S. frugiperda*, comparar a produtividade de híbridos Bt com suas isolíneas convencionais, comparar os custos de produção de híbridos transgênicos e convencionais na safra 2008/09, segunda safra 2009 e segunda safra 2010, em diversos municípios do estado de Mato Grosso do Sul. Realizou-se avaliações visuais de dano, produtividade, estande (número de plantas por hectare) e custo de produção. Houve eficiência no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), em todos os híbridos com tecnologia Bt testados. Houve aumento de produtividade de híbridos Bt quando comparados aos convencionais. O estande foi significativamente maior em híbridos Bt e os custos de produção de híbridos Bt variaram de 1,0 a 1,9% maiores comparativamente aos convencionais. Os benefícios da utilização da tecnologia Bt são advindos do aumento de produtividade e custos de produção semelhantes aos de híbridos convencionais.

PALAVRAS-CHAVE: YieldGard[®], Agrisure[®], Herculex[®], lagarta-do-cartucho, resistência de plantas, transgênico

**EVALUATION OF CRY 1AB AND CRY 1F BT MAIZE TO CONTROL
Spodoptera frugiperda (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN
FIELD CONDITIONS**

Author: André Luis Faleiros Lourenção
Adviser: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes

ABSTRACT

The use of corn hybrids that express resistance to pests is increasing year by year in Brazil, due the need for increasing productivity and improving efficiency to control them. Because the occurrence of various biological systems, it becomes necessary to study the various technologies in Bt corn in producing regions in the country. This study aims to test the control of Cry1Ab and Cry1F Bt maize hybrids on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), to compare the productivity of Bt hybrids with their conventional isolines, besides to compare the production costs of transgenic and conventional hybrids in 2008/09 first crop, second crop in 2009 and 2010 in several districts of Mato Grosso do Sul State. We conducted visual assessments damage, productivity, stand (number of plants per hectare) and production costs. All hybrids with Bt technology showed high efficiency to control *S. frugiperda*. There was an increase in productivity of Bt hybrids when compared to the conventional one. The Bt hybrids stand was significantly higher than the conventional hybrids stand and the Bt production costs ranged from 1,0 to 1,9% higher than the conventional hybrids. The benefits of using transgenic hybrids are resulting from the increased productivity and the production costs that are similar to the production costs of conventional hybrids.

KEYWORDS: YieldGard[®], Agrisure[®], Herculex[®], fall armyworm, plants resistance, transgenic

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010. Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é semeado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, tendo as indústrias de ração para animais como principal destino (MAPA, 2011). As indústrias de ração para animais são o principal destino dos grãos.

A semeadura de milho safra, em Mato Grosso do Sul, é pouco estimulado pelos riscos climáticos (LOURENÇÃO et al., 2008), entretanto, ainda é utilizado, sendo inserido na rotação de culturas em algumas propriedades rurais. Já o milho segunda safra (safrinha), vem contribuindo para diluição dos custos da cultura de verão e aumento de rentabilidade dos agricultores (CECCON et al., 2007).

Dentre os maiores entraves na produção de híbridos de alto investimento está a lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) (PENCOE e MARTIN, 1981). Altas infestações dessa praga vêm causando danos severos (WILLIAMS e DAVIS, 1990; RICHTIE et al., 2003), limitando a produtividade de híbridos de alta produtividade. A adoção do Manejo Integrado de Pragas minimiza estes danos com utilização responsável dos insumos agrícolas. Esta tática de manejo corresponde a uma forma de controlar uma espécie, com o mínimo de prejuízo ao homem e ao meio ambiente (SARMENTO et al., 2002)

Com o advento da biotecnologia, foi desenvolvida uma nova tática de controle de pragas, que consiste na utilização das plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos (CAROZZI et al., 1997). As principais vantagens da sua utilização são: redução das perdas causadas por pragas (BETZ et al., 2000) e redução na aplicação de inseticidas (ROMEIS et al., 2006), principalmente os de largo espectro, favorecendo

a manutenção de inimigos naturais (GOULD, 1998), que auxiliam no controle de pragas e contribuem para retardar a evolução da resistência (MASCARENHAS e LUTTRELL, 1997), além de melhorar a rentabilidade do sistema produtivo, utilizando plantas resistentes a insetos com o máximo de eficiência (LOGUERCIO et al., 2002). Porém, os benefícios econômicos dessa tecnologia somente serão alcançados mediante sua implantação de maneira adequada, seguindo-se as recomendações de órgãos de pesquisa e empresas retentoras dos direitos de comercialização das sementes e respeitando as diretrizes legislativas que tangem sua utilização (LOURENÇÃO et al., 2011).

Considerando-se a importância de *S. frugiperda* em milho, no Brasil, bem como o reduzido número de estudos na literatura nacional sobre o desempenho de híbridos de milho com tecnologia Bt no controle de *S. frugiperda* (FERNANDES et al., 2003), o presente trabalho tem por objetivo testar a eficiência de controle de híbridos Bt Cry 1 Ab e Cry 1 F sobre *S. frugiperda*, comparar a produtividade de híbridos Bt com suas isolíneas convencionais, além de comparar os custos de produção de híbridos transgênicos e convencionas na safra 2008/09 e segundas safras (safrinhas) 2009 e 2010.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MILHO

Há indicações de que a origem da cultura do milho tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, através de escavações arqueológicas e geológicas, de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos. Logo depois do descobrimento da América, foi levado para a Europa, onde era cultivado em jardins, até que seu valor alimentício tornou-se conhecido. Passou, então, a ser plantado em escala comercial e espalhou-se pelo mundo (DUARTE, 2000).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010. O principal destino da safra são as indústrias de rações para animais. Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é plantado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O grão é transformado em óleo, farinha, amido, margarina e xarope de glicose. O estudo das projeções de produção do cereal, realizado pela Assessoria de Gestão Estratégica do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), indica aumento de 19,11 milhões de toneladas entre a safra de 2008/2009 e 2019/2020. Em 2019/2020, a produção deverá ficar em 70,12 milhões de toneladas e o consumo em 56,20 milhões de toneladas.

Esses dados indicam que o Brasil deverá fazer ajustes no seu quadro de suprimentos para garantir o abastecimento do mercado interno e obter excedente para exportação, estimado em 12,6 milhões de toneladas em 2019/2020, número esse que poderá chegar a 19,2 milhões de toneladas. O Brasil está entre os países que terão

aumento significativo das exportações de milho nos próximos anos. Esse crescimento será obtido por meio de ganhos de produtividade. Enquanto a produção de milho está projetada para crescer 2,67%, o aumento de área plantada deverá ser de 0,73% (MAPA, 2011).

A expectativa para a área total (primeira e segunda safra) cultivada com milho em todo o Brasil deve oscilar em torno de 12.683,1 hectares, com variação próxima de 2,2% menor que a área semeada na safra passada. Com relação ao cultivo do milho segunda safra, as projeções são de manutenção das áreas já plantadas, com pouco aumento de área devido a riscos climáticos. Por consequência, a previsão da safra de milho 2010/11 é alcançar uma área em torno de 12.683,1 hectares e uma produção aproximada de 52.559,6 toneladas, reduzida em aproximadamente 8% quando comparada à safra anterior que foi de 56.968,1 toneladas (MAPA, 2011).

A produtividade média prevista para esta primeira safra deve ficar em 4.144 kg ha⁻¹, 4,0% menor que a alcançada na safra 2009/10, que atingiu 4.316 kg ha⁻¹. A previsão de ocorrência do fenômeno La Niña é uma das causas de diminuição da produção de milho na safra 2010/11, além das outras variáveis que independem da vontade do produtor. A produção esperada para a primeira safra de milho 2010/11 está estimada em 31.347,5 toneladas, com uma redução de 8,0%, enquanto a safra total de milho esperada para 2010/11 é de 52.559,6 toneladas, ressaltando-se a dependência das condições climáticas futuras (PORTO et al., 2011).

O cultivo do milho segunda safra em sucessão com a soja contribui para melhoria da rentabilidade dos agricultores, pois maximiza o uso de máquinas e implementos agrícolas, com aproveitamento da mão-de-obra de funcionários (TSUNECHIRO e ARIAS, 1997), proporcionando, assim, maior receita anual, visto

que a cada seis meses tem-se uma cultura para colheita e comercialização. Entretanto, os custos de produção estão muito próximos das médias produtivas. Os baixos investimentos na cultura do milho (BROCH e RANNO, 2006) vêm reduzindo estas médias. Dentro deste contexto, têm-se como grandes causadores de danos, as pragas.

2.2. IMPORTÂNCIA DE *Spodoptera frugiperda*

S. frugiperda é um inseto praga que ataca diversas culturas, especialmente a do milho (CARVALHO, 1970; CRUZ, 1980). Andrews (1988), Ashley et al. (1989), Isenhour e Davis (1999) estudaram danos da lagarta, bem como Wiseman (1999), Liederman e Sauer (1953), e consideraram a praga como a mais destrutiva dentro do complexo de pragas na cultura, tendo inclusive ampla distribuição mundial. No Brasil, a lagarta-do-cartucho ataca amendoim, algodão e diversas espécies de gramíneas como trigo e milho, sendo capaz de causar grandes prejuízos nesta última cultura (VALICENTE e CRUZ, 1991). É encontrada em praticamente todos os Estados brasileiros, sendo favorecida pelas condições climáticas, e pela disponibilidade e diversificação de plantas hospedeiras o ano todo (CRUZ, 1995), tendo sido observado crescimento de sua população em diversas regiões nos últimos anos.

Em 1998, foram gastos no Brasil aproximadamente 60 milhões de dólares com inseticidas na cultura do milho e cerca de 40% deste montante foi utilizado para controle da lagarta-do-cartucho (OMOTO et al., 2000). Horovitz (1960) na Venezuela, Velez e Sifuentes (1967) no México, Chiang (1978) nos Estados Unidos e Huis (1981) na Nicarágua, consideram *S. frugiperda* uma das principais pragas do milho nesses países. Mitchell e McLaughlin (1982) a relataram como uma das duas mais sérias pragas agrícolas das Américas. Por isso, tecnologias direcionadas à supressão ou controle desta

praga são importantes no sentido de melhorar seu controle e reduzir o número de aplicações de inseticidas.

2.3. DANOS PROVOCADOS PELA LAGARTA-DO-CARTUCHO DO MILHO

Ataques de *S. frugiperda* na cultura do milho podem causar redução de produtividade entre 15 e 34%, dependendo da fase de desenvolvimento da planta (CARVALHO, 1970). Williams e Davis (1990) encontraram danos de 37%. Cruz e Turpin (1982), avaliando os danos da praga, observaram que o estágio mais suscetível à lagarta foi o de 8 a 10 folhas, ou seja, em torno de 40 dias após a emergência. A redução por eles observada foi de 18,7%. Por volta de V10, a planta de milho inicia um aumento rápido e constante no acúmulo de nutrientes e de peso seco, que continua avançando até os estádios reprodutivos (RICHTIE et al., 2003). Portanto, ataques severos da lagarta-do-cartucho às plantas de milho neste estágio podem minimizar o acúmulo de nutrientes, causando grandes perdas de produtividade. Entretanto, Cruz e Turpin (1982) concluíram que os danos neste estágio não levam obrigatoriamente a perdas de produção, encontrando um percentual de perda de rendimento de 6,6% em plantas atacadas nos estágios V4 e V6. Lourenção et al. (2005) observaram que nos estágios V8 e V10 o milho foi mais sensível ao ataque da lagarta, com perda de produtividade de 11,1 e 15,4% respectivamente na safra, e na segunda safra as perdas variaram de 2,5 a 9,8%.

2.4. Bt - *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1715

Bacillus thuringiensis é uma bactéria que ocorre naturalmente nos solos, infectando lagartas. O gênero *Bacillus* possui uma fase de esporulação característica no seu desenvolvimento, na qual o esporo bacteriano e cristais protéicos são

simultaneamente formados. Tais cristais em Bt, também chamados de δ -endotoxinas, são codificados pelos genes *cry*. Estes cristais ou pró-toxinas, quando ingeridas, são solubilizadas pelo pH alcalino do trato intestinal do inseto-alvo e clivadas pelas proteases intestinais, tornando-se peptídeos de menor tamanho, colhidos por receptores específicos encontrados no epitélio, os quais iniciam um processo de destruição tecidual, que colabora para a paralisia muscular. Isso leva o inseto à morte, que também pode ocorrer em função de uma segunda causa associada à primeira, ou seja, a multiplicação bacteriana na hemolinfa, determinando um processo septicêmico (GILL, 1995). Uma das principais características do *B. thuringiensis* é sua alta especificidade em relação às espécies-alvo. Para liberar o núcleo inseticida é necessário que a proteína, em forma de cristal, seja primeiramente ingerida para depois, em ambiente alcalino, ser quebrada em pontos específicos que liberam este núcleo ativo.

A especificidade do *B. thuringiensis* deve-se a uma co-evolução de proteínas receptoras de superfície no intestino médio (mesêntero) dos insetos alvo sensíveis. Esses receptores ligam-se de forma específica, modificando sua conformação, causando vazamento de íons e dano osmótico das células, o que conduz à desintegração do mesêntero e a morte do inseto. No sistema digestivo de humanos e animais superiores, o ambiente é ácido e a proteína é completamente degradada em minutos. Desta forma, a proteína não apresenta nenhum efeito em animais superiores ou humanos (BIOPESTICIDES REGISTRATION ACTION DOCUMENT, 2001).

Apesar da existência de formulações comerciais de inseticidas à base de *B. thuringiensis* registradas para uso agrícola, como por exemplo Dipel[®], Baccontrol[®] e Thuricide[®], tais formulações não têm sido muito utilizadas. Isso é devido à difícil fixação das proteínas nas folhas e à sua degradação pela luz solar, o que reduz sua

eficiência a campo, uma vez que as mesmas precisam ser ingeridas para atuar como inseticida.

2.5. MILHO RESISTENTE ÀS LAGARTAS

Para resistência natural do milho a pragas, há um grande esforço na avaliação de germoplasma e na seleção de cultivares. Os milhos amargos, do grupo antiga, foram registrados como resistentes à lagarta-do-cartucho. Entretanto, como a resistência é muito afetada pelas condições ambientais, pequenas diferenças podem não ser significativas quando a cultivar é usada em lavouras comerciais sem chance de escolha pelo inseto. Dentre os híbridos hoje plantados, pode-se observar algumas diferenças quanto a não-preferência da lagarta ou até mesmo antibiose (quando a ingestão das folhas causa anomalias ao metabolismo do inseto). O conhecimento de híbridos mais tolerantes a lagarta-do-cartucho pode ser aplicado no manejo da praga, mas é somente mais uma ferramenta (WAQUIL, 2007).

O milho geneticamente modificado é uma nova tática de controle de pragas que consiste em plantas resistentes a insetos. Por meio de técnicas apuradas como a biobalística, foi introduzido um gene de *Bacillus thuringiensis* (Bt) em plantas de milho. Dessa maneira, o milho Bt adquire resistência a insetos pragas, que ao ingerirem as folhas se intoxicam e morrem. O gene introduzido codifica a expressão de proteínas Bt, com ação inseticida efetiva no controle de determinados lepidópteros (mariposas e borboletas). A expressão da toxina pode variar de acordo com a parte da planta observada e com o híbrido. Os níveis de expressão da proteína Cry1Ab (também chamada Bt, de *B. thuringiensis*) na linhagem MON810 foram avaliados em folhas jovens, grãos, planta toda e pólen. Os resultados observados evidenciaram os maiores níveis de expressão nas folhas (9,35 µg/g de peso seco), seguidos pela planta toda (4,31

µg/g de peso seco), grãos (0,31 µg/g de peso seco) e pólen (0,09 µg/g de peso seco) (MCT, 2007).

As lagartas ao se alimentarem do tecido foliar do milho geneticamente modificado, ingerem esta proteína que atua nas células epiteliais causando desequilíbrio osmótico das células, o que conduz à desintegração do mesêntero, levando o inseto a morte. Para Loguercio et al. (2002), a proteína Bt tem por objetivo evitar perdas de rendimento causadas por pragas específicas. A escolha e utilização de híbridos de milho contendo genes codificadores de entomotoxinas Bt para uso no Manejo Integrado de Pragas (MIP), em uma determinada área, depende de vários aspectos importantes a considerar, como: (I) o sistema de produção utilizado, o nível de produtividade e retorno econômico esperado; (II) a(s) principal(is) praga(s) que pode (m) prejudicar a(s) lavoura(s); (III) o potencial de infestação da(s) mesma(s); (IV) os métodos disponíveis para o controle; e (V) alcançar a maior eficiência econômica.

Sabe-se que o uso amplo e indiscriminado de um mesmo genótipo não é recomendável devido ao problema de uniformização genética. Da mesma forma que para inseticidas químicos usados continuamente em áreas geográficas determinadas, populações de campo são capazes de desenvolver resistência.

Atualmente, em algumas situações, mesmo nas lavouras cultivadas com o milho transgênico, tem sido observada a necessidade da adoção de medidas adicionais para o controle da lagarta-do-cartucho. Isso está baseado em três pontos principais: interações genéticas (alguns híbridos são mais susceptíveis ao ataque da lagarta, sendo preferidos pela praga), pressão da praga (frequência e intensidade) e no nível tecnológico do produtor.

2.6. TECNOLOGIA YIELDGARD® (YG)

O milho Bt denominado YieldGard® (YG), evento MON 810 foi liberado para plantio comercial, consumo humano e animal pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, processo 01200.002995/1999-54, em 16 de agosto de 2007, validando seu cultivo para safra 2007/2008. O evento foi requerido pela empresa Monsanto do Brasil Ltda e expressa a endotoxina ou proteínas cristal Cry 1Ab. O milho YG provoca supressão sobre a lagarta-do-cartucho do milho *S. frugiperda*, lagarta-da-espiga *Heliothis zea* (BODDIE, 1850) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), lagarta elasmó *Elasmopalpus lignosellus* (ZELLER, 1848) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) e controle sobre a broca-da-cana *Diatrea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) (MCT, 2007).

2.7. TECNOLOGIA AGRISURE® (TL)

O milho Bt denominado Agrisure® (TL), evento Bt 11 foi liberado para plantio comercial, consumo humano e animal pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, processo 01200.002109/2000-04, em 20 de setembro de 2007, validando seu cultivo para safra 2007/2008. O evento foi requerido pela empresa Syngenta Seeds Ltda e expressa a δ -endotoxina ou proteína cristal Cry 1Ab. O milho TL provoca supressão sobre a lagarta-do-cartucho do milho *S. frugiperda*, lagarta-da-espiga *H. zea*, lagarta elasmó *Elasmopalpus* sp. e controle sobre a broca-da-cana *Diatrea saccharalis* (MCT, 2007).

2.8. TECNOLOGIA HERCULEX® (Hx)

O milho Bt denominado Herculex® (Hx), evento TC1507 foi liberado para plantio comercial, consumo humano e animal pela Comissão Técnica Nacional de

Biossegurança – CTNBio, processo 01200.007232/2006-07, em 11 de dezembro de 2008, validando seu cultivo para safra 2009/2010. O evento foi requerido pela empresa Dow Agrosiences Industrial Ltda e expressa a δ -endotoxina ou proteína cristal Cry 1F. A tecnologia Hx provoca controle de *S. frugiperda* e *D. saccharalis*; supressão a lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*), lagarta elasmó (*Elasmopalpus* sp.) e *Heliothis zea* (MCT, 2008).

2.9. PLANTAS BT E SUA UTILIZAÇÃO PRÁTICA

Plantas geneticamente modificadas são produtos de uma estratégia de controle de pragas que consiste em plantas resistentes a insetos. Por meio de técnicas apuradas como a biobalística, foi introduzido um gene de *Bacillus thuringiensis* (Bt) em plantas objeto. Dessa maneira, as plantas Bt adquirem resistência a insetos pragas, que ao ingerirem as folhas se intoxicam e morrem. O gene introduzido codifica a expressão de proteínas Bt, com ação inseticida efetiva no controle de determinados insetos-alvo (CAROZZI et al., 1997).

A resistência de plantas a insetos a base de endotoxinas *B. thuringiensis* (Bt) é a segunda característica mais usada (depois de resistência a herbicidas) em cultivos comerciais geneticamente modificados (O'CALAGAN et al., 2005). As principais vantagens da sua utilização são: aumento na produção (BETZ et al., 2000); menores níveis de micotoxinas (DOWD, 2000) e redução na aplicação de inseticidas (ROMEIS et al., 2006), principalmente os, de largo espectro, favorecendo a manutenção de inimigos naturais (GOULD, 1998), que auxiliam no controle de pragas e contribuem para retardar a evolução da resistência (MASCARENHAS e LUTTRELL, 1997).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ANO AGRÍCOLA 2008/2009

No dia 31/10/2008, ano agrícola 2008/09, foi instalado um experimento em Maracaju (Altitude: 378m), Mato Grosso do Sul. As precipitações pluviométricas ocorridas de setembro de 2008 a março de 2009 na área experimental de Maracaju foram registradas e apresentadas por decêndio (Figura 1).

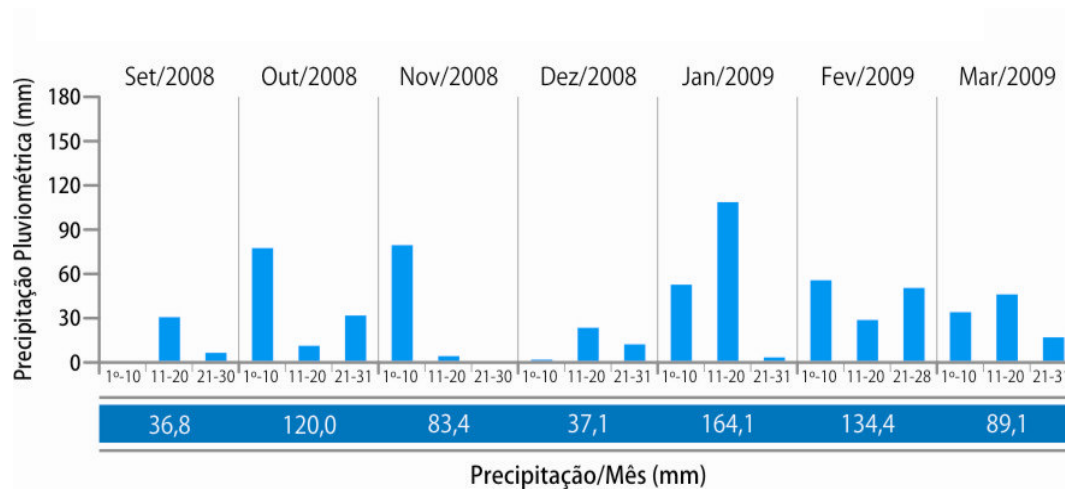


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em Maracaju, MS, safra 2008/2009.

Foram utilizados sete híbridos Bt e suas isolíneas convencionais (híbridos com a mesma carga genética, mas não contendo o gene Bt), perfazendo 14 híbridos, com e sem aplicações de inseticidas. As aplicações de inseticidas em híbridos convencionais foram realizadas objetivando manter em níveis mínimos os danos de desfolha causados por *S. frugiperda*. Portanto, foram feitas três aplicações (Metomil 600 ml.ha⁻¹, Metomil 800 ml.ha⁻¹ + Lufenuron 150 ml.ha⁻¹, Lufenuron 150 ml.ha⁻¹). A aplicação de inseticida em híbridos Bt foi realizada de acordo com as recomendações da pesquisa. Utilizou-se Metomil 800 ml.ha⁻¹, em aplicação foliar no estágio fenológico da cultura do milho que compreende quatro folhas estendidas (V4). Os híbridos

testados foram: AG7000, AG7000YG, DKB350, DKB350YG, DKB390, DKB390YG, AG8088, AG8088YG, AS1551, AS1551YG, P30F80, P30F80YG, IMPACTO e IMPACTOTL.

O espaçamento entre linhas utilizado foi o de 0,8m. As parcelas foram compostas de quatro linhas x 12 metros, perfazendo 48 m². O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições em esquema fatorial 14 x 2 (onde 14 são os híbridos testados e 2 são com e sem aplicação de inseticidas), perfazendo 28 tratamentos.

Realizaram-se avaliações visuais de dano em vinte plantas por parcela, seguindo a escala de danos descrita por Davis et al. (1992) (Figura 2), nos estádios de V4 e V8.

A colheita manual ocorreu em área útil de 8 m² (duas linhas de cinco metros, com cinco repetições) para estimativa das produtividades. Após a colheita, as parcelas foram trilhadas e pesadas. A umidade dos grãos foi registrada no momento da pesagem e corrigida para 14%, padronizando os valores em quilogramas por hectare (kg ha⁻¹). Os valores das avaliações visuais de dano, produtividades e número de plantas por hectare foram submetidos ao teste de Tukey e a análise de variâncias a 5% de probabilidade.

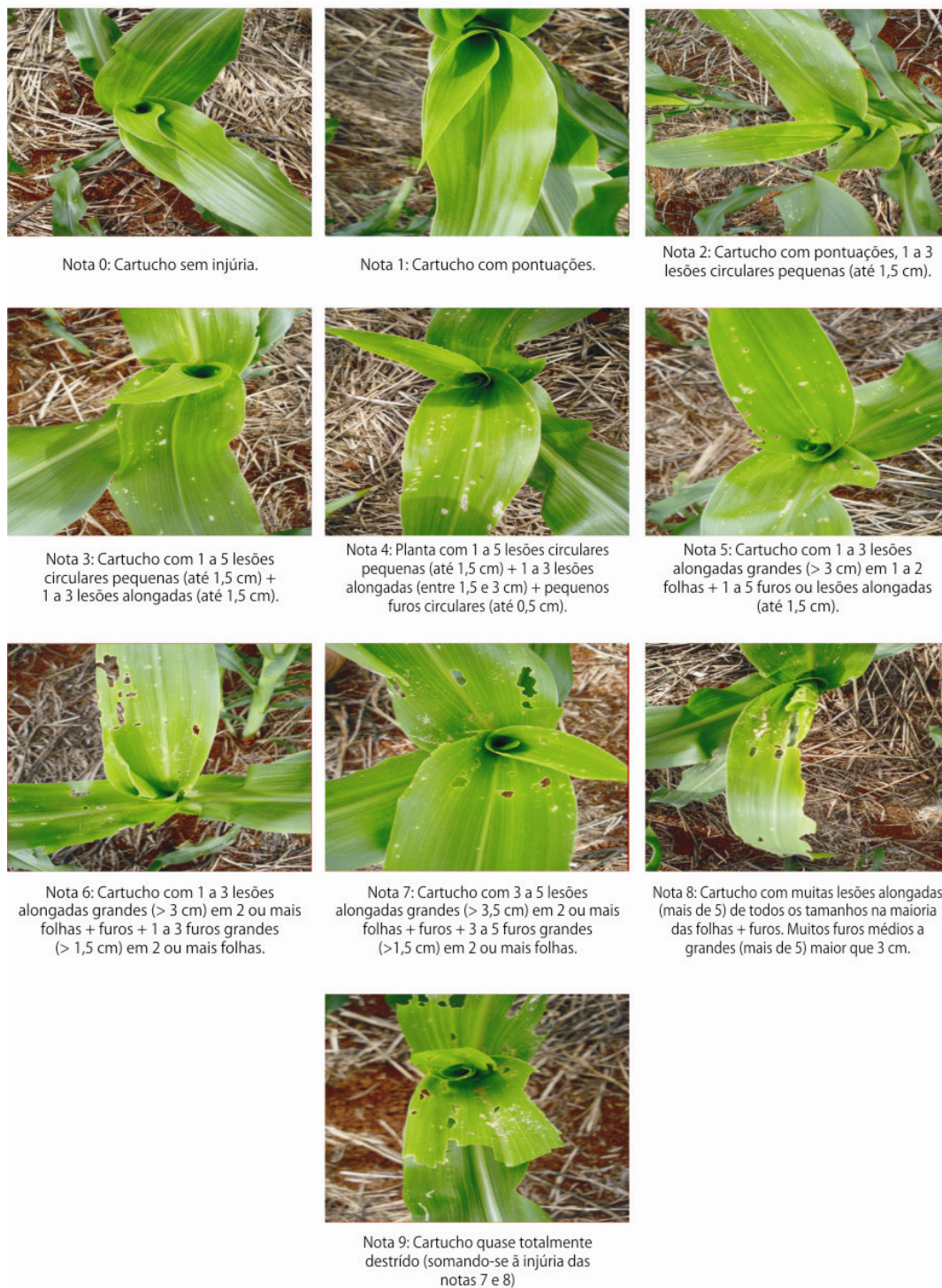


Figura 2. Escala de notas de dano de ataque da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho.
 Fonte: Adaptado de Davis et al., 1992.

3.2. SEGUNDAS SAFRAS EM 2009 E 2010

Na segunda safra 2009, foram instalados experimentos no estado do Mato Grosso do Sul, nos municípios de em Maracaju (Altitude: 378m), Dourados (Altitude: 446m) e São Gabriel do Oeste (Altitude: 662m), com datas de semeadura de 15/03/2009; 21/02/2009 e 01/03/2009, respectivamente. Foram utilizados cinco híbridos Bt e suas isolíneas convencionais (híbridos com a mesma carga genética mas não contendo o gene Bt), perfazendo 10 híbridos, com e sem aplicações de inseticidas. As aplicações de inseticidas em híbridos convencionais e Bt foram realizadas de forma a manter baixos os níveis de desfolha causada pela lagarta-do-cartucho do milho. Para os híbridos convencionais, portanto, realizaram-se três aplicações. A aplicação de inseticida em híbridos Bt foi realizada de acordo com as recomendações de pesquisa (uma aplicação até o estágio fenológico V4). Apenas em São Gabriel do Oeste não houve as testemunhas sem aplicação. Portanto, neste experimento, foram considerados híbridos convencionais com três aplicações de inseticidas e híbridos Bt com uma aplicação. Os híbridos testados nas três regiões foram: DKB390, DKB390YG, DKB350, DKB350YG, AG9010, AG9010YG, TORK, TORKTL, 2B710, 2B710Hx.

O número de plantas por hectare (estande) utilizado foi o recomendado pelas empresas retentoras dos direitos de comercialização das sementes. O mesmo estande foi utilizado para o híbrido convencional e sua isolínea Bt. Realizou-se a contagem do número de plantas por hectare, no momento da colheita, buscando-se diferenças entre híbridos Bt e convencionais.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições em esquema fatorial 10 x 2 (onde 10 são os híbridos testados e 2 são parcelas aplicadas e não aplicadas), perfazendo 20 tratamentos.

Na segunda safra 2010, foram instalados experimentos em Maracaju (Altitude: 378m), Dourados (Altitude: 440m), Naviraí (Altitude: 380m), Rio Brillhante (Altitude: 314m), Sidrolândia (Altitude: 484m) e São Gabriel do Oeste (Altitude: 662m). As datas de semeadura foram 28/02/2010; 07/03/2010; 03/03/2010; 11/03/2010; 01/03/2010; 25/02/2010, respectivamente.

Foram registradas as precipitações ocorridas em Maracaju, Dourados e São Gabriel do Oeste (segunda safra 2009); Maracaju, Dourados, Naviraí, Rio Brillhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste durante o período de realização dos experimentos (segunda safra 2010) (Figuras 3 a 11).

Para a instalação dos experimentos seguiu-se os mesmos padrões adotados nos trabalhos implantados na segunda safra 2009. Foram utilizados quatro híbridos Bt e suas isolíneas convencionais, perfazendo oito híbridos, com e sem aplicações de inseticidas. Os híbridos testados foram: Penta, Penta TL, P30F35, P30F35Hx, CD384, CD384Hx, 2B604, 2B604Hx. O espaçamento entre linhas utilizado foi o de 0,8m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições em esquema fatorial 8 x 2 (onde 8 são os híbridos testados e 2 são as parcelas aplicada e não aplicada) perfazendo 16 tratamentos. Realizou-se colheita manual, utilizando-se área útil de 8 m² (duas linhas de cinco metros, com cinco repetições). Para obtenção das produtividades, as parcelas foram colhidas, trilhadas e pesadas. As umidades dos grãos foram anotadas no momento da pesagem e corrigidas para 14% para padronização dos valores em quilogramas por hectare (kg ha⁻¹).

Os resultados de produtividades foram analisados e apresentados em forma de tabelas. Os resultados de análise visual de danos e estande foram tabulados, analisados conjuntamente e apresentados em forma de gráficos, divididos em híbridos

convencionais sem manejo químico de pragas, híbridos convencionais com manejo de pragas, híbridos Bt sem manejo e híbridos Bt com manejo químico de pragas.

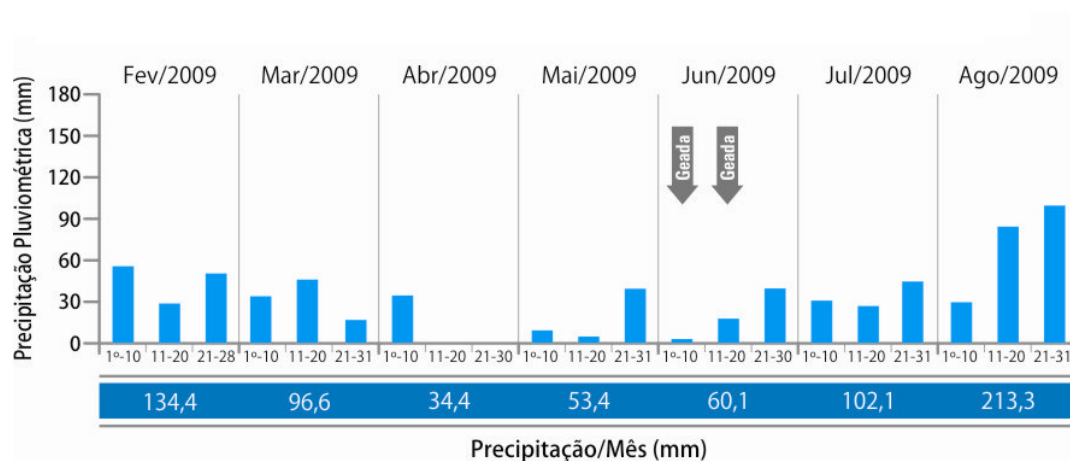


Figura 3. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em Maracaju, MS, segunda safra 2009.

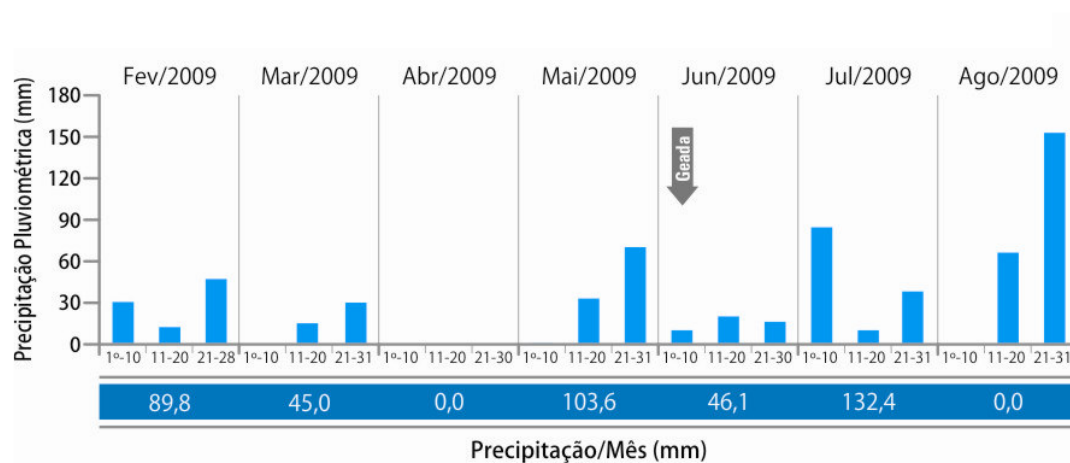


Figura 4. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em Dourados, MS, segunda safra 2009.

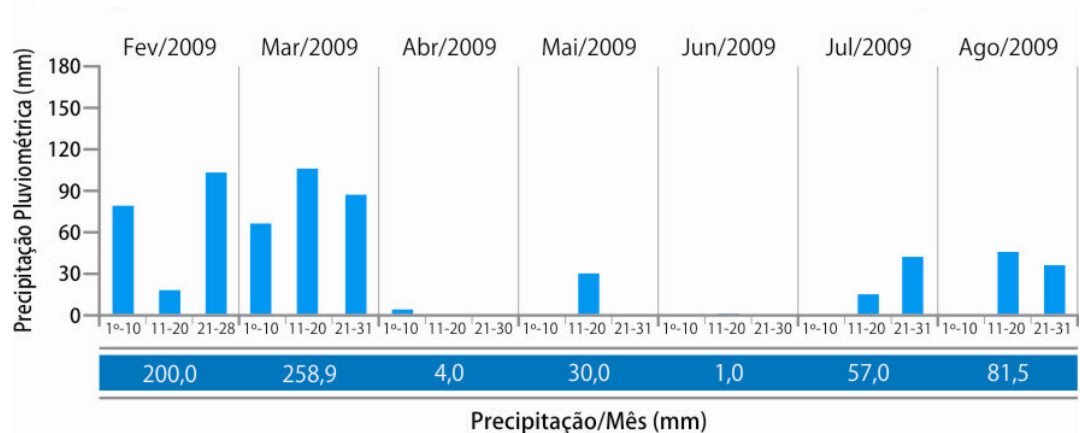


Figura 5. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em São Gabriel do Oeste, MS, segunda safra 2009.

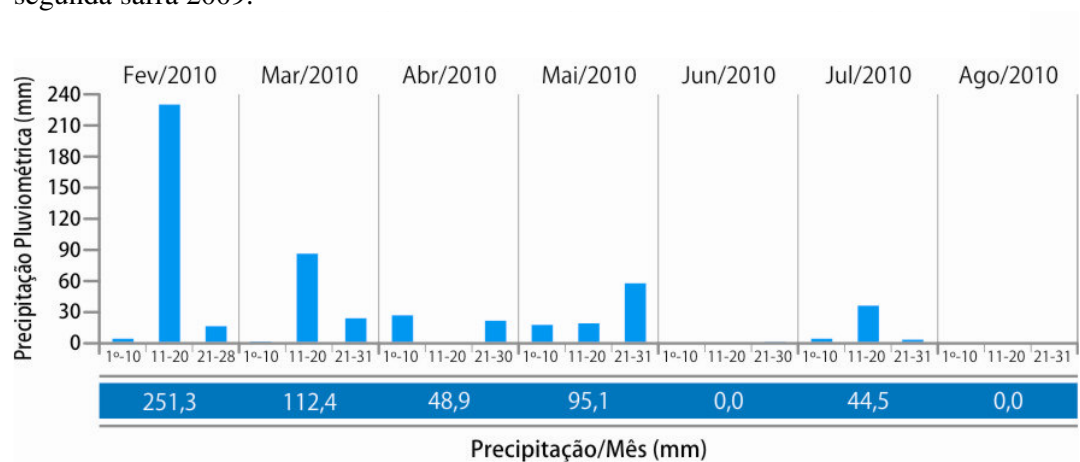


Figura 6. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em Maracaju, MS, segunda safra 2010.

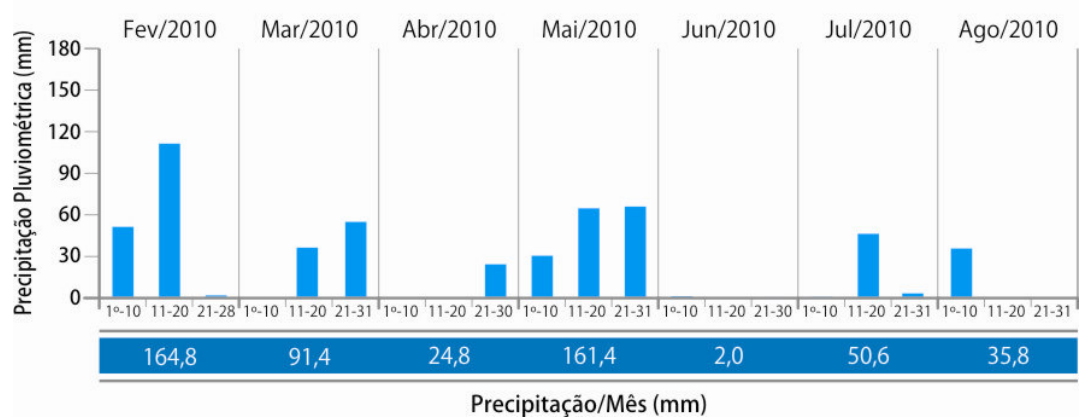


Figura 7. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em Dourados, MS, segunda safra 2010.

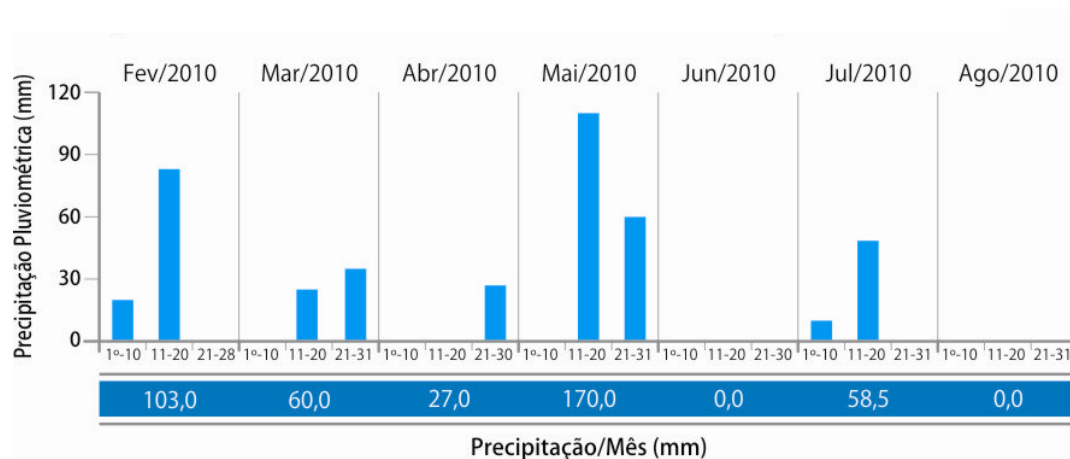


Figura 8. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em Naviraí, MS, segunda safra 2010.

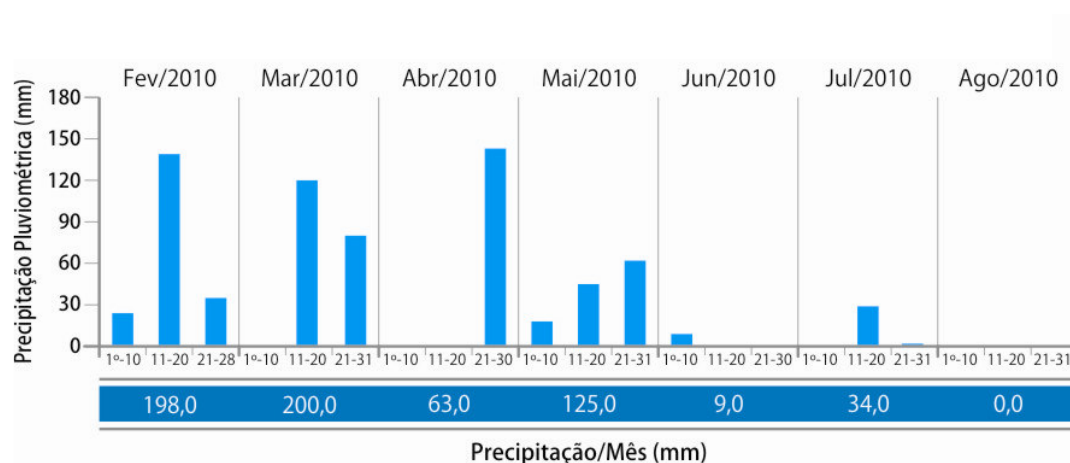


Figura 9. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em Rio Brillante, MS, segunda safra 2010.

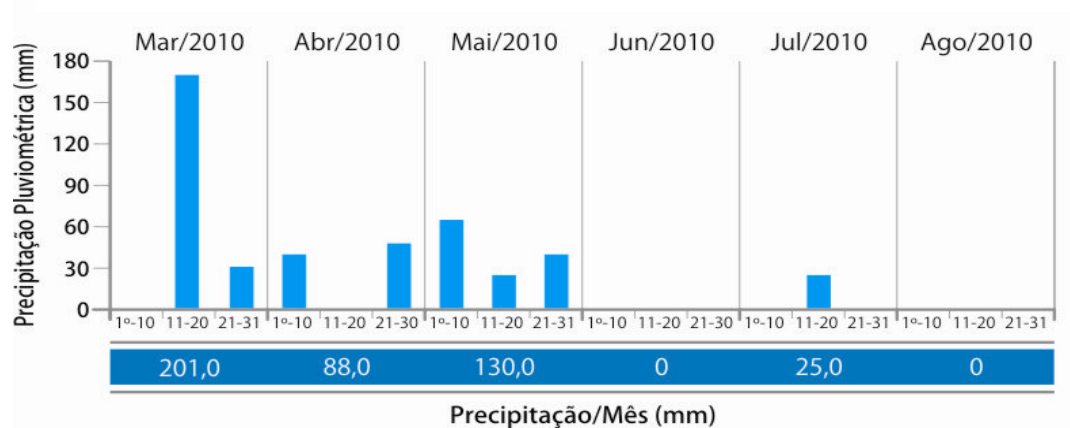


Figura 10. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em Sidrolândia, MS, segunda safra 2010.

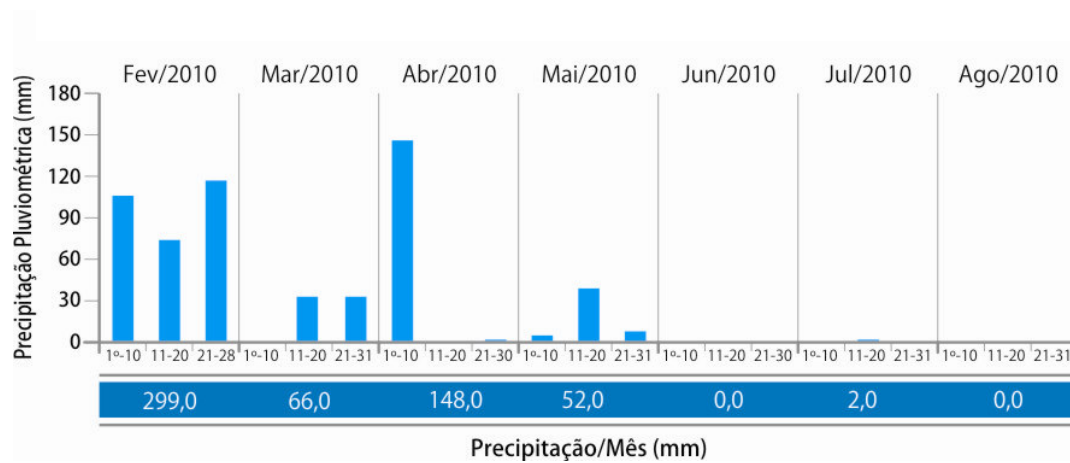


Figura 11. Precipitação pluviométrica (mm) ocorrida em São Gabriel do Oeste, MS, segunda safra 2010.

3.3. CUSTOS DE PRODUÇÃO

Os custos de produção foram calculados seguindo a metodologia de Broch e Pedroso (2008). Para este fim, realizou-se um levantamento dos preços praticados para o produtor rural em Maracaju, MS, de produtos e serviços para composição dos custos de produção da cultura do milho (custo variável). Os produtos utilizados representam a maioria dos produtos vendidos na região, buscando-se, assim, representar a realidade do produtor. Para o milho safra 2008/2009, utilizou-se como padrão de unidade o hectare (ha), sistema de plantio direto, moeda real (R\$), preço estimado de (19,50 R\$) e produção esperada de 7.800 quilogramas por hectare (kg ha^{-1}). Para as segundas safras (safrinhas) 2009 e 2010, utilizaram-se como padrão de unidade o hectare (ha), sistema de plantio direto, moeda real (R\$), preço estimado de (15,00 R\$) e produção esperada de 4.500 kg ha^{-1} .

Tabela 1. Relação de produtos, forma de utilização, dose / quantidade de insumos aplicados na safra 2008/2009; segunda safra 2009; segunda safra 2010 e preços praticados na região de Maracaju, MS.

Safra 08/09			
Especificação / Princípio Ativo	Forma de utilização	Dose do produto comercial / Quantidade	Preço do produto comercial (R\$)
Adubo	Sulco de plantio	380 kg ha ⁻¹	1.049,00/tonelada
Uréia	Cobertura	250 kg ha ⁻¹	810,00/tonelada
Tiametoxam	Trat. de semente	120 ml. ha ⁻¹	590,00/litro
Semente Convencional	Plantio	1 sc.ha ⁻¹	199,70/saco de 60 kg
Semente Bt	Plantio	1 sc.ha ⁻¹	279,70/ saco de 60 kg
Glifosato	Pulverização	3 l. ha ⁻¹	10,60/litro
2,4D	Pulverização	0,5 l. ha ⁻¹	12,90/litro
Atrazina	Pulverização	3 l. ha ⁻¹	9,64/litro
Metomil	Pulverização	600 ml.ha ⁻¹	19,00/litro
Metomil+Lufenuron	Pulverização	800+150 ml.ha ⁻¹	147,00/litro
Lufenuron	Pulverização	150 ml.ha ⁻¹	128,00/litro
Segunda safra 2009			
Adubo	Sulco de plantio	280 kg ha ⁻¹	713,00/tonelada
Tiamexam	Trat. de semente	120 ml. ha ⁻¹	330,00/litro
Semente Convencional	Plantio	1 sc.ha ⁻¹	192,19/saco de 60 kg
Semente Bt	Plantio	1 sc.ha ⁻¹	260,91/ saco de 60 kg
Glifosato	Pulverização	3 l. ha ⁻¹	10,60/litro
2,4D	Pulverização	0,5 l. ha ⁻¹	10,50/litro
Atrazina	Pulverização	3 l. ha ⁻¹	5,50/litro
Metomil	Pulverização	500 ml.ha ⁻¹	15,75/litro
Metomil+Lufenuron	Pulverização	500+150 ml.ha ⁻¹	173,75/litro
Lufenuron	Pulverização	150 ml.ha ⁻¹	158,00/litro
Segunda safra 2010			
Adubo	Sulco de plantio	280 kg.ha ⁻¹	975,00/tonelada
Tiametoxam	Trat. de semente	120 ml. ha ⁻¹	350,00/litro
Semente Convencional	Plantio	1 sc.ha ⁻¹	222,00/saco de 60 kg
Semente Bt	Plantio	1 sc.ha ⁻¹	143,33/ saco de 60 kg
Glifosato	Pulverização	3 l. ha ⁻¹	10,60/litro
Atrazina	Pulverização	3 l. ha ⁻¹	9,64/litro
2,4D	Pulverização	0,5 l. ha ⁻¹	6,64/litro
Metomil	Pulverização	500 ml.ha ⁻¹	16,00/litro
Metomil+Lufenuron	Pulverização	500+150 ml.ha ⁻¹	147,00/litro
Lufenuron	Pulverização	150 ml.ha ⁻¹	87,50/litro

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EFICIÊNCIA DE CONTROLE DE HÍBRIDOS BT

No ano agrícola 2008/2009, quando realizadas avaliações visuais com o milho em estágio fenológico V4, observou-se a presença da lagarta *S. frugiperda*. Nos testes considerando notas de danos, pode-se observar que os híbridos YG e TL sempre obtiveram menores notas de dano da lagarta (Tabela 2), o que indica controle sobre *S. frugiperda*, nas condições de instalação do experimento. Sem aplicação de inseticidas, esta eficiência de controle é estatisticamente diferente e bastante acentuada. Comparando-se os híbridos Bt aos convencionais com aplicação, observou-se que houve uma melhoria do controle da praga. Os híbridos Bt realizaram controle sobre a praga e uma aplicação de inseticida auxiliou no manejo da lagarta, causando menos danos as plantas de milho. Portanto, os híbridos transgênicos testados demonstraram seus efeitos deletérios sobre *S. frugiperda*, mantendo próximos de “zero” os níveis de desfolha descritos como notas de dano (Tabela 2). Trabalhos realizados por Williams et al. (1997 e 1998), pesando larvas alimentadas com folhas extraídas de híbridos convencionais e aquelas que expressavam a proteína Bt Cry1Ab, comprovaram menor acúmulo de biomassa de larvas sobreviventes nos genótipos de milho Bt, demonstrando o efeito nocivo desta endoproteína sobre a praga.

Tabela 2. Notas de danos de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estádio V4, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Safra 2008/09.

N.	HÍBRIDOS	SEM			COM			MÉDIA	
		APLICAÇÃO*			APLICAÇÃO**				
1	AG7000	4,7	a ¹	A	1,6	a	B	3,2	a
2	AG7000YG	0,4	e	A	0,7	b	A	0,6	cde
3	DKB350	4,2	a	A	1,7	a	B	3,0	ab
4	DKB350YG	1,7	c	A	0,3	bcd	B	1,0	c
5	DKB390	4,8	a	A	2,0	a	B	3,4	a
6	DKB390YG	1,0	cd	A	0,6	bcd	B	0,8	cd
7	AG8088	2,8	ab	A	1,7	a	B	2,3	b
8	AG8088YG	0,6	de	A	0,2	cd	B	0,4	e
9	AS1551	3,8	ab	A	1,8	a	B	2,8	ab
10	AS1551YG	0,6	de	A	0,3	bcd	B	0,5	de
11	P30F80	4,0	a	A	1,8	a	B	2,9	ab
12	P30F80YG	0,8	de	A	0,2	bcd	B	0,5	de
13	IMPACTO	3,8	a	A	1,6	a	B	2,7	ab
14	IMPACTOTL	0,6	de	A	0,1	d	B	0,4	e
MÉDIA		2,4		A	1,0		B	1,7	
HÍBRIDO (F)								121,8**	
INSETICIDA (F)								423,8**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)								12,7**	
C.V. (%)								7,55	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Avaliando-se os danos da lagarta-do-cartucho do milho no estádio fenológico V8, observaram-se as mesmas condições das avaliações realizadas em V4. Os híbridos Bt foram eficientes contra o ataque da lagarta, e a aplicação de inseticidas melhorou o controle da praga (Tabela 3). O que concorda com Buntin et al. (2004), observando que uma aplicação de inseticida melhorou o controle de *S. frugiperda* nos híbridos Bt. As aplicações de inseticidas realizadas em híbridos convencionais mantiveram baixas as notas de danos causados pela lagarta-do-cartucho do milho.

Tabela 3. Notas de danos de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V8, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Safra 2008/09.

N.	HÍBRIDOS	SEM		COM APLICAÇÃO**				MÉDIA		
		APLICAÇÃO*								
1	AG7000	4,4	a ¹	A	0,8	ab	B	2,6	ab	
2	AG7000YG	0,4	ef	A	0,0	d	B	0,2	ef	
3	DKB350	2,5	c	A	0,3	cd	B	1,4	d	
4	DKB350YG	0,2	f	A	0,0	d	B	0,1	f	
5	DKB390	3,3	b	A	0,5	bc	B	1,9	c	
6	DKB390YG	0,5	def	A	0,0	d	B	0,3	ef	
7	AG8088	2,9	bc	A	0,6	bc	B	1,8	cd	
8	AG8088YG	0,7	de	A	0,0	d	B	0,4	ef	
9	AS1551	4,8	a	A	1,2	a	B	3,0	a	
10	AS1551YG	0,7	de	A	0,0	d	B	0,4	ef	
11	P30F80	3,2	bc	A	0,8	ab	B	2,0	c	
12	P30F80YG	0,8	d	A	0,0	d	B	0,4	e	
13	IMPACTO	3,5	b	A	0,8	ab	B	2,2	bc	
14	IMPACTOTL	0,3	f	A	0,0	d	B	0,2	f	
MÉDIA		2,0		A	0,4		B	1,2		
HÍBRIDO (F)									162,8**	
INSETICIDA (F)									146,8**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)									32,0**	
C.V. (%)									6,92	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

As avaliações realizadas por Carneiro et al. (2009), em Minas Gerais, indicaram proteção em milho Bt contra a lagarta-do-cartucho do milho equivalente a três aplicações de inseticidas. Com relação aos resultados de análise visual em trabalho realizado no município de Maracaju (Tabela 4), pode-se observar que houve diferença significativa e interação entre híbridos e inseticidas. As tecnologias YG e TL, testadas na safra 2008/2009, tiveram bom desempenho e mantiveram baixos os danos de desfolha de *S. frugiperda* na cultura do milho

Tabela 4. Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V4, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Segunda safra 2009.

N.	HÍBRIDOS	SEM			COM			MÉDIA	
		APLICAÇÃO*			APLICAÇÃO**				
1	DKB390	3,2	a ¹	A	0,8	a	B	2,0	a
2	DKB390YG	0,8	b	A	0,0	b	B	0,4	b
3	DKB350	3,5	a	A	0,8	a	B	2,2	a
4	DKB350YG	0,3	b	A	0,0	b	B	0,2	b
5	AG9010	3,2	a	A	0,7	a	B	2,0	a
6	AG9010YG	0,6	b	A	0,0	b	B	0,3	b
7	TORK	2,7	a	A	0,7	a	B	1,7	a
8	TORKTL	0,7	b	A	0,0	b	B	0,4	b
9	2B710	2,5	a	A	1,5	a	B	2,0	a
10	2B710Hx	0,7	b	A	0,0	b	B	0,4	b
MÉDIA		1,8		A	0,5		B	1,1	
HÍBRIDO (F)								175,8**	
INSETICIDA (F)								151,4**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)								31,0**	
C.V. (%)								5,81	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Os híbridos com tecnologia Hx, que não foram testados na safra, tiveram bom desempenho na segunda safra, mantendo as plantas com baixos índices de dano de *S. frugiperda*. Ao observar a ação de híbridos Bt sobre a lagarta-do-cartucho do milho no estágio de desenvolvimento da cultura V8 (Tabela 5), nota-se que a ação das toxinas Cry1Ab e Cry1F manteve os danos de desfolha causados pela praga abaixo de níveis toleráveis. Os resultados corroboram com os encontrados por Frizzas (2003), que confirmou a eficiência de MON810 no controle de *Spodoptera frugiperda* nas plantas de milho, apontando um menor nível de dano para este tratamento.

Tabela 5. Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estádio V8, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Segunda safra 2009.

N.	HÍBRIDOS	SEM			COM APLICAÇÃO**			MÉDIA	
		APLICAÇÃO*							
1	DKB390	4,1	a ¹	A	0,8	a	B	2,5	ab
2	DKB390YG	0,5	e	A	0,0	b	B	0,3	d
3	DKB350	2,6	c	A	0,3	a	B	1,5	b
4	DKB350YG	0,3	e	A	0,0	a	B	0,2	d
5	AG9010	2,9	c	A	0,5	a	B	1,7	c
6	AG9010YG	0,6	e	A	0,0	b	B	0,3	d
7	TORK	3,1	b	A	0,6	a	B	1,9	bc
8	TORKTL	0,5	e	A	0,0	b	B	0,3	d
9	2B710	4,7	a	A	1,2	a	B	3,0	a
10	2B710Hx	0,6	e	A	0,0	b	B	0,3	d
MÉDIA		2,0		A	0,3		B	1,2	
HÍBRIDO (F)								131,3**	
INSETICIDA (F)								162,7**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)								42,0**	
C.V. (%)								9,12	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

No trabalho realizado em Dourados, MS (Tabela 6), houve significância para híbrido, inseticida e interação entre híbrido e inseticida. Nos tratamentos sem aplicação de inseticidas, a maior nota de dano foi observada no híbrido DKB 390 convencional e a menor nota de dano no híbrido DKB390YG, o que demonstra ação da tecnologia Bt Cry1Ab sobre *S. frugiperda*, no estádio de desenvolvimento da cultura V4. Em tratamentos que receberam a aplicação de inseticidas, as diferenças entre as isolíneas convencionais e transgênicas diminuíram, mas ainda foram estatisticamente significativas. Sob ataques normais da praga, as tecnologias Bt foram deletérias a *S. frugiperda*, mantendo-a em baixos níveis, causando menores desfolhas para estes tratamentos. As aplicações de inseticidas mantiveram os índices de dano de desfolha abaixo dos toleráveis em híbridos convencionais e Bt.

Tabela 6. Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estádio V4, em função da aplicação de inseticidas, no município de Dourados, MS. Segunda safra 2009.

N.	HÍBRIDOS	SEM			COM			MÉDIA	
		APLICAÇÃO*			APLICAÇÃO**				
1	DKB390	5,4	a ¹	A	1,7	a	B	3,6	a
2	DKB390YG	0,5	e	A	0,2	c	B	0,4	b
3	DKB350	4,3	b	A	1,8	a	B	3,1	a
4	DKB350YG	0,8	c	A	0,3	c	B	0,6	b
5	AG9010	4,2	b	A	1,8	a	B	3,0	a
6	AG9010YG	0,6	cd	A	0,2	c	B	0,4	b
7	TORK	5,0	a	A	1,6	b	B	3,3	a
8	TORKTL	0,8	d	A	0,1	d	B	0,5	b
9	2B710	3,5	bc	A	1,8	a	B	2,7	a
10	2B710Hx	0,6	e	A	0,3	c	B	0,5	b
MÉDIA		2,6		A	1,0		B	1,8	
HÍBRIDO (F)								175,8**	
INSETICIDA (F)								151,4**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)								31,0**	
C.V. (%)								5,81	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Considerando a manutenção do controle realizado por híbridos Bt (Tabela 7), nota-se que houve aumento nas notas de dano em híbridos convencionais que não receberam tratamentos com inseticidas. Entretanto, as notas médias de dano em híbridos Bt não aplicados continuaram baixas, em torno de 0,7. Este baixo índice foi complementado pela aplicação dos inseticidas, que fez com que a praga consumisse menor área foliar e causasse menores danos às plantas de milho.

Tabela 7. Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V8, em função da aplicação de inseticidas, no município de Dourados, MS. Segunda safra 2009.

N. TRAT.	HÍBRIDOS	SEM APLICAÇÃO*			COM APLICAÇÃO**			MÉDIA	
1	DKB390	6,5	a ¹	A	1,7	a	B	4,1	a
2	DKB390YG	0,5	b	A	0,5	c	B	0,5	c
3	DKB350	6,3	a	A	1,5	b	B	3,9	a
4	DKB350YG	0,6	b	A	0,5	c	B	0,6	c
5	AG9010	5,2	a	A	1,8	a	B	3,5	b
6	AG9010YG	1,0	b	A	0,6	c	B	0,8	c
7	TORK	5,7	a	A	1,8	a	B	3,8	a
8	TORKTL	0,5	b	A	0,5	c	B	0,5	c
9	2B710	5,1	a	A	1,6	a	B	3,4	b
10	2B710Hx	0,7	b	A	0,3	c	B	0,5	c
	MÉDIA	3,2		A	1,1		B	2,1	
	HÍBRIDO (F)							161,2**	
	INSETICIDA (F)							132,1**	
	HÍBRIDO*INSETICIDA (F)							57,0**	
	C.V. (%)							9,01	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Em São Gabriel do Oeste, MS, onde ocorreram condições ideais de estabelecimento da cultura, com chuvas regulares (Figura 5), houve significância para as características avaliadas e interação entre elas. Da mesma forma, as tecnologias Bt foram eficientes no controle de *S. frugiperda* e a realização de manejo com inseticidas químicos melhorou o efeito de controle, tanto no estágio fenológico V4 quanto em V8 (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8. Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estádio V4, em função da aplicação de inseticidas, no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2009.

N.	HÍBRIDOS	SEM APLICAÇÃO*			COM APLICAÇÃO**			MÉDIA	
1	DKB390	3,1	a ¹	A	0,8	a	B	2,0	c
2	DKB390YG	0,7	d	A	0,0	b	B	0,4	e
3	DKB350	3,5	a	A	0,8	a	B	2,2	bc
4	DKB350YG	0,3	e	A	0,0	b	B	0,2	f
5	AG9010	3,2	a	A	0,7	a	B	1,9	c
6	AG9010YG	0,6	d	A	0,0	b	B	0,3	ef
7	TORK	2,7	b	A	0,7	a	B	1,5	cd
8	TORKTL	0,7	d	A	0,0	b	B	0,5	ef
9	2B710	2,5	b	A	1,5	a	B	3,2	a
10	2B710Hx	0,7	d	A	0,0	b	B	0,4	ef
MÉDIA		1,8		A	0,5		B	1,3	
HÍBRIDO (F)								175,8**	
INSETICIDA (F)								151,4**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)								31,0**	
C.V. (%)								5,81	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Tabela 9. Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estádio V8, em função da aplicação de inseticidas, no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2009.

N. TRAT.	HÍBRIDOS	SEM APLICAÇÃO*			COM APLICAÇÃO**			MÉDIA	
1	DKB390	5,0	a ¹	A	1,7	a	B	3,4	a
2	DKB390YG	0,5	c	A	0,1	b	B	0,3	d
3	DKB350	3,5	b	A	1,5	a	B	2,5	c
4	DKB350YG	0,4	c	A	0,2	b	B	0,3	d
5	AG9010	4,0	b	A	1,7	a	B	2,9	b
6	AG9010YG	1,0	c	A	0,2	b	B	0,6	d
7	TORK	4,5	b	A	1,5	a	B	3,0	ab
8	TORKTL	0,5	c	A	0,3	b	B	0,4	d
9	2B710	5,2	a	A	1,6	a	B	3,4	a
10	2B710Hx	0,6	c	A	0,4	b	B	0,5	d
MÉDIA		2,5		A	0,9		B	1,7	
HÍBRIDO (F)								141,8**	
INSETICIDA (F)								138,5**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)								42,0**	
C.V. (%)								9,72	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Na segunda safra 2010, onde foram instalados seis trabalhos nos mesmos moldes dos trabalhos instalados em 2009, ocorreram as mesmas respostas anteriormente observadas (Figura 12). Nos híbridos Bt que receberam o inseticida (Bt com), observaram-se as menores notas de dano. Este índice foi estatisticamente igual aos híbridos Bt sem o inseticida (Bt sem). Entretanto, os híbridos convencionais sob o sistema com inseticidas (Conv com) tiveram notas de dano estatisticamente maiores se comparados aos híbridos “Bt com” e “Bt sem” inseticida. Híbridos convencionais que não receberam as aplicações (Conv sem) tiveram as maiores notas de dano, e foram estatisticamente diferentes dos outros tratamentos.

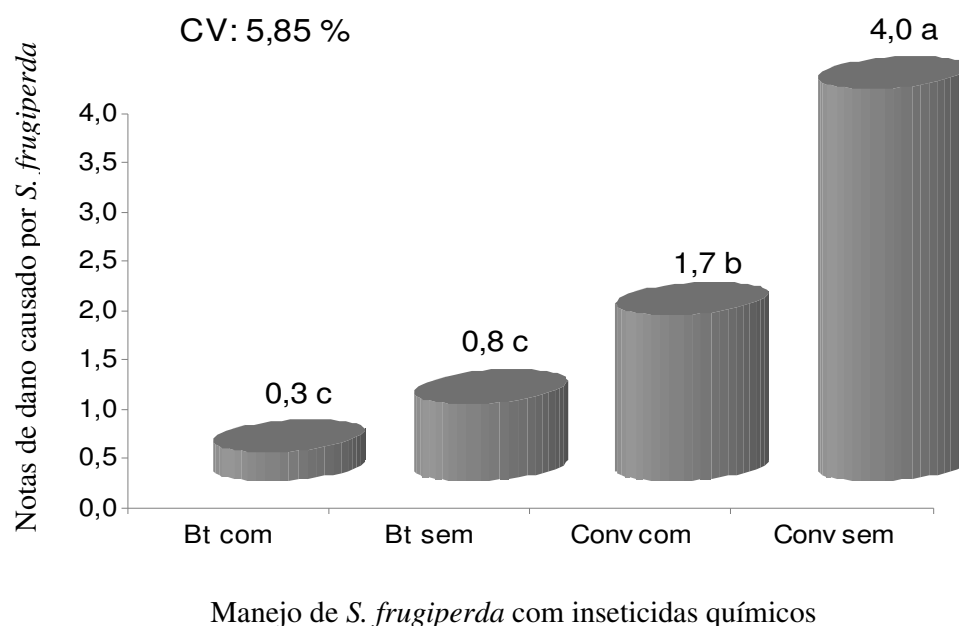


Figura 12. Avaliação visual (estádio de desenvolvimento da cultura V4) de híbridos de milho Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem) nos municípios de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brillante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010.

Em experimentos realizados em campo com milho Bt houve um controle efetivo de 99% da primeira geração de *Ostrinia nubilalis* (DE MAAGD et al., 1999), demonstrando a eficiência desta tecnologia contra este lepidóptero. Fernandes et al.

(2003), testando o milho MON810, concluíram que este evento foi eficiente no controle de *S. frugiperda*, nas regiões de Barretos e Rolândia. No presente trabalho, em avaliações realizadas com milho em V8, atingiu-se a nota visual “zero” em híbridos Bt com manejo de inseticidas (Figura 13). Portanto, considerando seis trabalhos instalados em regiões diferentes, foi possível reduzir ou eliminar os danos causados pela praga em híbridos Bt que receberam uma aplicação de inseticida. Este índice foi estatisticamente semelhante ao tratamento Bt sem inseticidas. Comparando-se híbridos Bt sem o manejo e híbridos convencionais com o manejo, não houve diferença estatística entre as médias. Portanto, o controle realizado pela tecnologia Bt pode ser igualado ao bom manejo realizado em híbridos convencionais. Entretanto, híbridos convencionais que não receberam aplicação de inseticidas foram estatisticamente diferentes de híbridos Bt não aplicados. A campo, é normal observar falhas de controle, erros no momento de aplicação, abrindo espaço para que as pragas causem danos. Neste sentido, a tecnologia Bt traz uma maior garantia de manutenção dos potenciais produtivos nos híbridos testados.

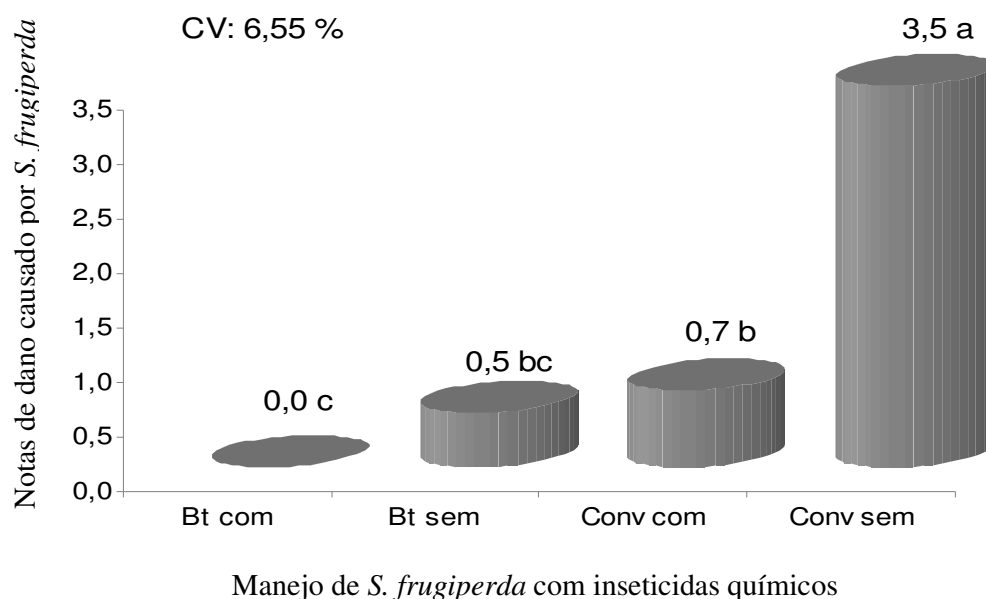


Figura 13. Avaliação visual (estádio de desenvolvimento da cultura V8) de híbridos de milho Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem) nos municípios de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brilhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010.

4.2. PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS BT COMPARATIVAMENTE COM SUAS ISOLÍNEAS CONVENCIONAIS

Desde a liberação comercial das plantas Bt nos EUA, os agricultores têm adotado esta tecnologia visando um efetivo aumento de produção à agricultura sustentável (DUNWELL, 1999). Por isso, os incrementos de produtividade de híbridos Bt sobre híbridos convencionais vêm sendo estudados. A produção de grãos é característica de herança quantitativa, portanto muitos fatores afetam essa variável e sua correlação com uma característica fenotípica única, que geralmente, é baixa (WAQUIL, 2007). Analisando-se a produtividade entre híbridos convencionais e suas isolíneas Bt, na safra 2008/2009, observou-se que houve diferença significativa para híbridos e inseticidas. Não houve interação entre híbrido e inseticida, indicando que a aplicação de inseticidas não influenciou no desempenho dos híbridos. Nas médias entre híbridos com e sem aplicação de inseticidas, observa-se maiores produtividades dos híbrido Bt se comparados a suas isolíneas convencionais. A aplicação de inseticidas permitiu manter o potencial produtivo tanto de híbridos Bt, quanto de híbridos convencionais, havendo diferença estatística, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Tabela 10).

Tabela 10. Produtividade (kg ha⁻¹) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Safra 2008/09.

N.	HÍBRIDOS	SEM APLICAÇÃO*	COM APLICAÇÃO**	MÉDIA	
1	AG7000	3.102,0	4.650,0	3.876,0	bcd ¹
2	AG7000YG	4.938,0	6.042,0	5.490,0	ab
3	DKB350	3.234,0	4.518,0	3.876,0	bcd
4	DKB350YG	3.624,0	3.054,0	3.342,0	cd
5	DKB390	4.806,0	6.132,0	5.472,0	ab
6	DKB390YG	5.550,0	7.176,0	6.360,0	a
7	AG8088	5.244,0	5.850,0	5.544,0	ab
8	AG8088YG	4.890,0	4.554,0	4.722,0	abc
9	AS1551	4.614,0	4.830,0	4.722,0	abc
10	AS1551YG	5.136,0	5.730,0	5.430,0	ab
11	P30F80	3.732,0	3.732,0	3.732,0	d
12	P30F80YG	4.716,0	4.698,0	4.704,0	abc
13	IMPACTO	3.864,0	5.076,0	4.470,0	abcd
14	IMPACTOTL	4.842,0	5.406,0	5.124,0	abc
MÉDIA		4.449,4 B	5.103,4 A	4.776,0	
HÍBRIDO (F)				6,08**	
INSETICIDA (F)				4,17**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)				1,79 ^{ns}	
C.V. (%)				10,91	

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

No ano agrícola 2009, segunda safra, avaliou-se a produtividade de híbridos convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas, na região de Dourados, MS. (Tabela 11). Apesar do estresse hídrico observado (Figura 4), ainda pôde-se observar maiores produtividades em híbridos Bt, quando comparados aos convencionais, havendo diferença estatística apenas entre AG9010 e AG9010YG. Neste caso, onde a produtividade foi bastante comprometida, não observou-se efeito da aplicação de inseticidas para os híbridos testados.

Tabela 11. Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de Dourados, MS. Segunda safra 2009.

N.	HÍBRIDOS	SEM		MÉDIA	
		APLICAÇÃO*	COM APLICAÇÃO**		
1	DKB390	522,0	558,0	540,0	bc ¹
2	DKB390YG	636,0	648,0	636,0	bc
3	DKB350	1.590,0	1.668,0	1.626,0	a
4	DKB350YG	1.686,0	1.890,0	1.788,0	a
5	AG9010	1.722,0	1.908,0	1.818,0	a
6	AG9010YG	1.260,0	1.200,0	1.230,0	b
7	TORK	258,0	348,0	306,0	c
8	TORKTL	486,0	378,0	432,0	bc
9	2B710	1.620,0	1.512,0	1.566,0	a
10	2B710Hx	1.788,0	1.596,0	1.692,0	a
MÉDIA		1.156,8A	1.170,6A	1.163,4	
HÍBRIDO (F)				25,5**	
INSETICIDA (F)				0,5 ^{ns}	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)				0,69 ^{ns}	
C.V. (%)				9,72	

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Em testes com nove híbridos Bt disponíveis no mercado americano para resistência a lagarta-do-cartucho do milho e um híbrido com resistência natural, com infestação artificial 33 dias após semeadura, todos os híbridos diferiram estatisticamente das respectivas testemunhas não-Bt, obtendo maiores produtividades (WAQUIL et al., 2002). As infestações artificiais utilizadas neste trabalho contribuíram para que as diferenças produtivas entre materiais resistentes e suscetíveis se expressassem.

No trabalho realizado em Maracaju, MS, em campo, sem infestação artificial, segunda safra 2009 (Tabela 12), houve diferença significativa apenas para o fator híbrido. Comparando-se as médias entre híbridos com e sem aplicação, observam-se maiores produtividades em híbridos com tecnologia Bt, com diferença estatística entre DKB390 e DKB390YG, AG9010 e AG9010YG.

Tabela 12. Produtividade (kg ha⁻¹) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Segunda safra 2009.

N.	HÍBRIDOS	SEM		MÉDIA	
		APLICAÇÃO*	COM APLICAÇÃO**		
1	DKB390	2.778,0	2.844,0	2.811,0	bc ¹
2	DKB390YG	4.122,0	4.872,0	4.497,0	a
3	DKB350	1.896,0	1.932,0	1.914,0	c
4	DKB350YG	2.328,0	2.340,0	2.334,0	bc
5	AG9010	1.602,0	2.202,0	1.902,0	c
6	AG9010YG	3.096,0	3.186,0	3.141,0	b
7	TORK	2.142,0	2.208,0	2.175,0	bc
8	TORKTL	2.352,0	2.292,0	2.322,0	bc
9	2B710	2.160,0	2.220,0	2.190,0	bc
10	2B710Hx	2.328,0	2.298,0	2.313,0	bc
MÉDIA		2.480,4 A	2.639,4 A	2.559,9	
HÍBRIDO (F)				15,3**	
INSETICIDA (F)				1,6 ^{ns}	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)				0,5 ^{ns}	
C.V. (%)				15,61	

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Entretanto, avaliando-se os dados provenientes de trabalho realizado em São Gabriel do Oeste, onde as precipitações não limitaram o potencial produtivo dos híbridos e havia uma menor pressão de *S. frugiperda*, incrementos produtivos não foram observados (Tabela 13). Quando houve condições extremas de seca e ataque severo da lagarta-do-cartucho do milho, houve também maiores produtividades dos híbridos Bt, se comparados a sua isolínea convencional. Isto também ocorre quando há índices normais de precipitação, mas a pressão da praga continua alta, o que dificulta o controle. Em São Gabriel do Oeste, ocorreram chuvas regulares no estabelecimento da cultura (Figura 5), o que facilitou o controle, mantendo os híbridos convencionais também livres da praga. Neste caso, portanto, as produtividades entre as isolíneas foram estatisticamente semelhantes.

Tabela 13. Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2009.

N. TRAT.	HÍBRIDOS	MÉDIA	
1	DKB390	5.058,0	a ¹
2	DKB390YG	5.388,0	a
3	DKB350	4.836,0	b
4	DKB350YG	4.632,0	b
5	AG9010	4.782,0	b
6	AG9010YG	4.626,0	b
7	TORK	4.164,0	c
8	TORKTL	4.188,0	c
9	2B710	4.974,0	a
10	2B710Hx	5.172,0	a
	MÉDIA	4.728,0	
	C.V. (%)	7,42	

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Nos Estados Unidos, quando se compararam as produções de cultivares semelhantes ou isolíneas e convencionais, controlando outros fatores, em condições onde não havia pressão de pragas e/ou pestes do meio ambiente no desenvolvimento das lavouras, a produtividade do cultivo convencional foi igual ou ligeiramente superior à produtividade do cultivo com organismos geneticamente modificados (NILL, 2003; SHOEMAKER, 2001).

Estes resultados estão de acordo com Gurian-Sherman (2009), relatando que os ganhos de plantas Bt podem não ser tão expressivos quando comparados a plantas convencionais. Ele publicou uma discussão nomeada “Falha de Rendimento” avaliando o desempenho de Culturas Geneticamente Modificadas. Segundo os autores, apesar de seus resultados estarem limitados aos Estados Unidos, o volume de dados encontrados permite uma avaliação generalizada. Ele estimou, por exemplo, que o milho transgênico resistente à broca européia do milho (*O. nubilalis*) oferece um rendimento de 7,0 a 12,0% em comparação com linhagens convencionais durante períodos de alta infestação, mas oferece pouca ou nenhuma vantagem quando a infestação é baixa ou

moderada. O milho transgênico resistente às espécies de vaquinha (pertencentes ao gênero *Diabrotica*) tem um rendimento vantajoso de 1,4 a 4,5%. Nota-se, portanto, que os ganhos de produtividade advindos da utilização de híbridos Bt dependem também da intensidade de ataque da praga-alvo e fatores inerentes a região geográfica de cultivo.

Na tabela 14, pode-se observar as produtividades entre híbridos Bt e não-Bt na região de Naviraí, MS. Apesar de haver maior potencial produtivo na segunda safra 2010, em comparação a segunda safra 2009, devido a seca ocorrida na última (Figuras 3 a 11), as respostas foram semelhantes naquela região. Houve significância para híbridos e inseticidas, mas não houve interação entre os fatores. Para apenas um dos três materiais, houve diferença estatística entre híbrido convencional e Bt. Entretanto, em todos os materiais testados, observa-se aumento de rendimento para híbridos que contêm genes Bt.

Tabela 14. Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Naviraí, MS. Segunda safra 2010.

N.	HÍBRIDOS	SEM		MÉDIA	
		APLICAÇÃO*	COM APLICAÇÃO**		
1	PENTA	5.382,0	5.946,0	5.664,0	bc ¹
2	PENTA TL	6.102,0	7.050,0	6.576,0	ab
3	P30F35	5.952,0	6.378,0	6.165,0	ab
4	P30F35Hx	6.978,0	7.368,0	7.173,0	a
5	CD384	4.320,0	5.316,0	4.818,0	c
6	CD384Hx	6.282,0	6.612,0	6.447,0	ab
	MÉDIA	5.836,0 B	6.445,0 A	6.140,5	
	HÍBRIDO (F)			11,03**	
	INSETICIDA (F)			9,21**	
	HÍBRIDO*INSET. (F)			0,35 ^{ns}	
	C.V. (%)			11,33	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas.

** Com aplicação de inseticidas.

No trabalho realizado no município de Dourados, MS (Tabela 15), não houve efeito dos inseticidas, onde híbridos convencionais recuperaram seu desenvolvimento, talvez devido a uma menor pressão de pragas. Pode-se notar que só

houve diferença estatística entre híbridos, quando não se realizou a aplicação de inseticidas. Resultados de incrementos produtivos comparando-se híbridos convencionais e Bt sem o manejo com inseticidas na cultura do milho também foram encontrados por Betz et al.(2000).

Tabela 15. Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Dourados, MS. Segunda safra 2010.

N.	HÍBRIDOS	SEM APLICAÇÃO*			COM APLICAÇÃO**			MÉDIA	
1	PENTA	6.588,0	a ¹	A	6.222,0	a	A	6.405,0	a
2	PENTA TL	6.852,0	a	A	6.516,0	a	A	6.684,0	a
3	P30F35	5.058,0	b	A	5.688,0	a	A	5.373,0	b
4	P30F35Hx	6.786,0	a	A	5.892,0	a	B	6.339,0	a
	MÉDIA	6.324,0		A	6.078,0		A	6.201,0	
	HÍBRIDO (F)								10,22**
	INSETICIDA (F)								1,83 ^{ms}
	HÍBRIDO*INSET. (F)								3,16*
	C.V. (%)								8,16

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Analisando os resultados obtidos na região de Rio Brillhante, MS (Tabela 16), ficam ainda mais claras as tendências observadas em Naviraí e Dourados (Tabelas 14 e 15). Onde se realizou o manejo de pragas com inseticidas, não se observaram diferenças produtivas entre os materiais testados. Estas diferenças foram encontradas nos tratamentos onde não houve a aplicação de inseticidas. Portanto, grandes diferenças podem ser observadas, quando o manejo é realizado de maneira imprópria ou não é realizado. Os resultados corroboram com aqueles observados por Carneiro et al. (2009), com um ganho produtivo em torno de 20% na região de Minas Gerais, em condições de alta infestação da praga.

Tabela 16. Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Rio Brillhante, MS. Segunda safra 2010.

N.	HÍBRIDOS	SEM APLICAÇÃO*		COM APLICAÇÃO**		MÉDIA			
1	PENTA	6.354,0	b ¹	A	5.868,0	a	A	6.111,0	b
2	PENTA TL	7.830,0	a	A	6.246,0	a	B	7.038,0	a
3	P30F35	6.690,0	b	A	6.234,0	a	A	6.462,0	ab
4	P30F35Hx	8.190,0	a	A	6.000,0	a	B	7.095,0	a
	MÉDIA	7.266,0		B	6.090,0		A	6.678,0	
	HÍBRIDO (F)							7,93**	
	INSETICIDA (F)							49,15**	
	HIBRIDO*INSET. (F)							6,40*	
	C.V. (%)							7,16	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

No ensaio realizado em Sidrolândia, MS, observa-se que houve diferença estatisticamente significativa entre híbridos e inseticidas, não havendo interação entre eles (Tabela 17). Os híbridos com tecnologia Bt (TL e Hx) foram estatisticamente mais produtivos do que os convencionais. É importante observar que houve dificuldade de estabelecimento da cultura, devido a seca ocorrido no período de março na região de Sidrolândia (Figura 10). A tecnologia se mostrou sustentável, mesmo em condições não ideais de cultivo. A proteção inerente das plantas Bt foi traduzida em aumento de produtividade agrícola (BOBROWSKI et al., 2003).

Tabela 17. Produtividade de ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Sidrolândia, MS. Segunda safra 2010.

N.	HÍBRIDOS	SEM APLICAÇÃO*		COM APLICAÇÃO**		MÉDIA	
1	PENTA	5.844,0		5.658,0		5.751,0	bc ¹
2	PENTA TL	6.426,0		6.870,0		6.648,0	a
3	P30F35	4.908,0		5.832,0		5.370,0	c
4	P30F35Hx	5.976,0		7.140,0		6.558,0	ab
	MÉDIA	5.790,0	B	6.378,0	A	6.084,0	
	HÍBRIDO (F)					7,77**	
	INSETICIDA (F)					6,88*	
	HIBRIDO*INSET. (F)					1,77 ^{ns}	
	C.V. (%)					10,41	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas.

** Com aplicação de inseticidas.

No experimento realizado no município de Maracaju, MS, não se observou diferenças significativas entre híbridos Bt e convencionais (Tabela 18). Nesta região, ocorreu uma seca no mês de junho, o que impediu que os híbridos de alto rendimento testados alcançassem todo seu potencial produtivo. Provavelmente esse impacto foi determinante na similaridade entre as médias. Resultados de semelhança estatística entre híbridos convencionais e Bt já foram observados por Gianessi e Carpenter (1999).

Tabela 18. Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de Maracaju, MS. Segunda safra 2010.

N.	HÍBRIDOS	SEM APLICAÇÃO*	COM APLICAÇÃO**	MÉDIA	
1	PENTA	6.096,0	6.606,0	6.351,0	a ¹
2	PENTA TL	6.366,0	6.342,0	6.354,0	a
3	CD384	5.730,0	6.264,0	5.997,0	a
4	CD384Hx	6.270,0	6.180,0	6.225,0	a
5	P30F35	6.282,0	6.204,0	6.243,0	a
6	P30F35Hx	6.228,0	6.300,0	6.264,0	a
7	2B604	6.150,0	6.048,0	6.099,0	a
8	2B604Hx	7.038,0	6.600,0	6.819,0	a
	MÉDIA	6.270,0 A	6.318,0 A	6.294,0	
	HÍBRIDO (F)			1,59 ^{ns}	
	INSETICIDA (F)			0,13 ^{ns}	
	HÍBRIDO*INSET. (F)			0,62 ^{ns}	
	C.V. (%)			9,06	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas.

** Com aplicação de inseticidas.

Da mesma forma, em São Gabriel do Oeste, MS, não se observaram diferenças significativas entre híbridos Bt e convencionais (Tabela 19). Nesta região, houve chuvas regulares no estabelecimento da cultura e o manejo da lagarta-do-cartucho do milho foi facilitado. Ocorreu estiagem no final de maio e junho, o que causou impactos negativos de produtividade. Portanto, os aumentos de produtividade de híbridos Bt comparados a híbridos convencionais, podem não ocorrer, em condições ótimas de cultivo, onde o manejo de pragas é realizado com eficiência, o que reduz os

danos causados pelas mesmas. No caso de materiais com gene Bt, o retorno, em termos de produtividade, é maior nos anos em que as infestações são mais altas e menor em anos onde as infestações são mais baixas (FERNANDEZ-CORTEJO et al., 2000; MARRA et al., 1998).

Tabela 19. Produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010.

N.	HÍBRIDOS	SEM APLICAÇÃO*	COM APLICAÇÃO**	MÉDIA	
1	PENTA	5.250,0	5.724,0	5.487,0	a ¹
2	PENTA TL	5.604,0	5.724,0	5.664,0	a
3	2B604	6.168,0	6.150,0	6.159,0	a
4	2B604Hx	6.234,0	6.054,0	6.144,0	a
	MÉDIA	5.814,0 A	5.913,0 A	5.863,5	
	HÍBRIDO (F)			13,73*	
	INSETICIDA (F)			0,32 ^{ns}	
	HÍBRIDO*INSET. (F)			0,63 ^{ns}	
	C.V. (%)			8,48	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas.

** Com aplicação de inseticidas.

Ao se considerar as médias de produtividade dos trabalhos de pesquisa realizados nos municípios de Maracaju, Dourados, Naviraí, Rio Brilhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, MS, na segunda safra 2010 (Figura 14), nota-se que as médias de rendimento foram maiores em híbridos com tecnologia Bt se comparado a híbridos convencionais que receberam aplicação de inseticidas, apesar de não haver diferença estatística entre eles. No tratamento com híbridos convencionais, observou-se médias ainda menores. Esta situação ocorre na prática agrícola, onde o manejo da lagarta-do-cartucho nem sempre pode ser realizado corretamente, proporcionando maiores riscos de perdas em híbridos convencionais, onde a praga não foi devidamente controlada com a aplicação de inseticidas. Dentre os benefícios observados de híbridos YG, TL e Hx comparativo a híbridos convencionais, a segurança em se manter um limite produtivo é um dos mais importantes.

Segundo James (2003b), experimentos em campo realizados no Brasil sugeriram um ganho médio em produtividade para o milho Bt em torno de 24% quando comparado ao milho convencional. Na Argentina, James (2003a) verificou que a produtividade de plantas de milho Bt foi em média 10% superior que às plantas de milho convencional. Para Trigo e Cap (2003), o benefício do plantio do milho Bt na Argentina, deriva do aumento em 5% da produtividade.

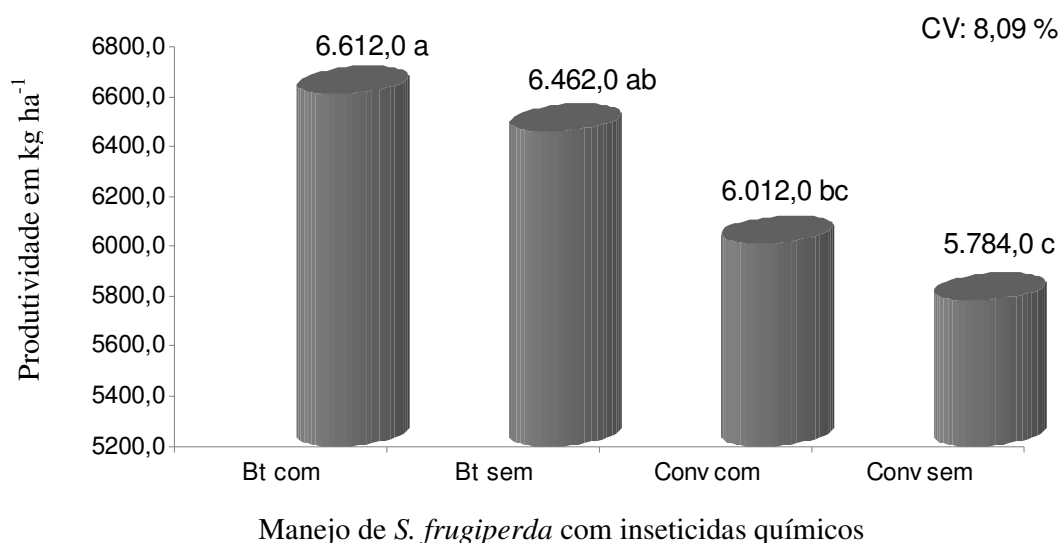


Figura 14. Produtividade de híbridos de milho convencionais e Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem) nos municípios de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brilhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010.

4.3. AVALIAÇÕES DE ESTANDE DO MILHO BT E CONVENCIONAL

Os dados de aumentos de produtividade provavelmente têm em seu alicerce outro efeito positivo demonstrado no presente trabalho. Na análise das avaliações de número de plantas por hectare (estande) no trabalho realizado em Maracaju, MS (Tabela 20), ao se comparar o híbrido Bt e a sua isolínea convencional, nota-se que a tecnologia Bt preservou o estande, havendo diferença estatística significativa entre os híbridos testados. Para todos os híbridos Bt, é clara a resposta de populações mais preservadas,

tendo melhor manutenção do número de plantas por hectare até a colheita em híbridos com a tecnologia transgênica.

Tabela 20. Estande (número de plantas por hectare/1.000) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas, no município de Maracaju, MS. Segunda safra 2009.

N.	HÍBRIDOS	SEM			COM			MÉDIA	
		APLICAÇÃO*			APLICAÇÃO**				
1	DKB390	35,3	cd ¹	B	42,2	B	A	38,8	cd
2	DKB390YG	45,2	ab	A	47,4	Ab	A	46,3	ab
3	DKB350	42,6	ab	A	38,4	B	A	40,5	bc
4	DKB350YG	45,7	bc	B	46,7	Ab	A	46,2	bc
5	AG9010	32,5	bc	B	42,6	Ab	A	37,6	bc
6	AG9010YG	45,1	ab	A	47,9	Ab	A	46,5	ab
7	TORK	41,3	d	B	39,5	B	A	40,4	d
8	TORKTL	45,1	ab	A	47,6	Ab	A	46,4	ab
9	2B710	37,8	bc	A	45,4	Ab	A	41,6	bc
10	2B710Hx	48,5	a	A	49,1	A	A	48,8	a
MÉDIA		41,9		B	44,7		A	43,3	
HÍBRIDO (F)								12,7**	
INSETICIDA (F)								29,6**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)								5,4**	
C.V. (%)								7,51	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

O número de plantas por hectare foi maior em híbridos com tecnologia Bt (Tabela 21). Nos tratamentos onde não se realizou aplicação de inseticidas, houve diferenças estatísticas entre híbridos Bt e suas isolíneas convencionais. As aplicações melhoraram o desenvolvimento inicial da cultura e preservaram o número de plantas por hectare.

Tabela 21. Estande (número de plantas por hectare/1.000) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas, no município de Dourados, MS. Segunda safra 2009.

N.	HÍBRIDOS	SEM			COM			MÉDIA	
		APLICAÇÃO*			APLICAÇÃO**				
1	DKB390	31,3	cd ¹	B	40,3	b	A	35,8	cd
2	DKB390YG	45,3	ab	A	46,3	ab	A	45,8	ab
3	DKB350	41,6	ab	A	37,5	b	A	39,6	bc
4	DKB350YG	37,2	bc	B	45,4	ab	A	41,3	bc
5	AG9010	37,5	bc	B	43,8	ab	A	40,7	bc
6	AG9010YG	45,4	ab	A	43,7	ab	A	44,6	ab
7	TORK	26,3	d	B	38,8	b	A	32,6	d
8	TORKTL	41,0	ab	A	46,6	ab	A	43,8	ab
9	2B710	38,8	bc	A	44,4	ab	A	41,6	bc
10	2B710Hx	49,4	a	A	50,0	a	A	49,7	a
MÉDIA		39,4		B	47,3		A	41,5	
HÍBRIDO (F)								11,6**	
INSETICIDA (F)								22,4**	
HÍBRIDO*INSETICIDA (F)								3,3**	
C.V. (%)								9,81	

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Sem aplicação de inseticidas

** Com aplicação de inseticidas

Com relação às avaliações de número de plantas por hectare (estande), no trabalho realizado em São Gabriel do Oeste, MS (Tabela 22), observa-se que em ótimas condições de clima e baixa pressão de pragas, onde o controle inicial de pragas geralmente é mais eficiente, não houve diferença significativa entre o híbrido convencional e sua isolínea Bt. Em condições ótimas de clima e manejo, os benefícios anteriormente observados no que se refere a tecnologia Bt foram suprimidos.

Tabela 22. Estande (número de plantas por hectare/1.000) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas, no município de São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2009.

N.	HÍBRIDOS	MÉDIA
1	DKB390	51,5 ^{ns}
2	DKB390YG	50,6*
3	DKB350	51,5
4	DKB350YG	50,5
5	AG9010	50,5
6	AG9010YG	53,0
7	TORK	49,3
8	TORKTL	49,3
9	2B710	49,0
10	2B710Hx	52,8
	MÉDIA	50,8
	C.V. (%)	5,21

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

Observando-se os resultados dos trabalhos realizados na segunda safra 2010 (Figura 15), confirmam-se as informações obtidas na segunda safra 2009. Híbridos que continham a tecnologia Bt obtiveram um estande de aproximadamente 5.000 plantas a mais, quando comparados as suas isolíneas convencionais sob o manejo químico com inseticidas. Portanto, nas condições de instalação dos trabalhos, observa-se que a tecnologia Bt pode proporcionar melhoria de estande e estabelecimento inicial da cultura. Esta melhoria de estande é provavelmente um dos componentes importantes na melhoria de rendimento de híbridos transgênicos comparativamente a híbridos convencionais

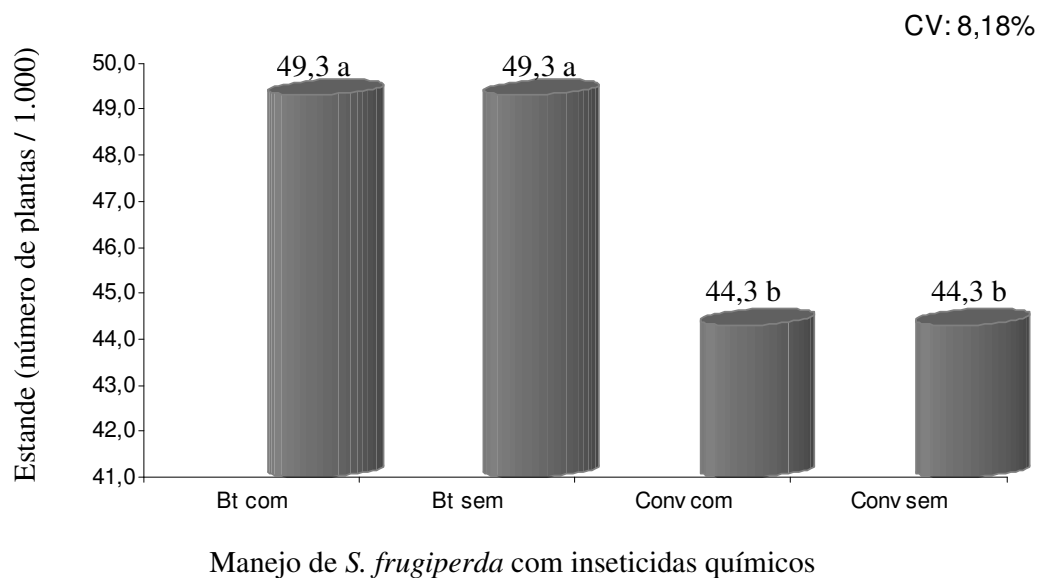


Figura 15. Estande de híbridos de milho convencionais e Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem) nos municípios de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brilhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, MS. Segunda safra 2010.

4.4. CUSTOS DE PRODUÇÃO DE MILHO BT E CONVENCIONAL

Para Duarte et al. (2009), realmente ocorre a redução de custos devido ao menor uso de inseticidas, porém, esta redução não é muito grande. A literatura indica que esta redução, quando combinada a redução de perda de produtividade, tem sido mais que suficiente em cobrir os custos adicionais com a elevação do preço da semente Bt (DUARTE, 2001; HYDE et al., 1999). Observando os custos de produção computados na safra 2009/2010, nota-se que as diferenças entre a utilização de híbridos convencionais e Bt ocorre por motivo de preços de sementes e quantidade de aplicações de inseticidas (Tabela 22). Os custos da semente de milho Bt foram 55% maiores do que os custos das sementes convencionais. Esses custos significaram 12,51% do investimento para esta safra. Esta participação, de maneira geral, vem sendo maior porque nesta safra ocorreram altas de preços de fertilizantes, o que reduziu a percentagem de participação dos investimentos em sementes fiscalizadas. Pode-se considerar os custos da tecnologia Bt em torno de R\$ 80 a 100,00 (DUARTE, 2009).

Os custos de aplicação de inseticidas foi duas vezes maior em híbridos convencionais, pois em híbridos Bt, não foi realizado controle químico para *S. frugiperda*. Observando as diferenças no total geral, os custos de produção para híbridos convencionais foram de R\$ 1.443,11 e de R\$ 1.459,33 para híbridos Bt. Isto significa um aumento no custo de produção em torno de 1%.

Tabela 23. Custo variável de produção do milho safra convencional e Bt em sistema de plantio direto, safra 2008/2009.

Descriminação	Milho Convencional			Milho Bt		
	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.
Despesas com insumos						
Semente Fiscalizada	199,70	705,0	13,84	279,70	987,0	19,17
Inseticida na Semente	77,20	272,4	5,35	77,20	272,4	5,29
Adubação de Base	399,00	1.408,2	27,65	399,00	1.408,2	27,34
Adubação de Cobertura*	162,00	571,8	11,23	162,00	571,8	11,10
Herbicida na Dessecação	55,08	194,4	3,82	55,08	194,4	3,77
Herbicida Seletivo	36,92	130,2	2,56	36,92	130,2	2,53
Inseticidas**	47,95	169,2	3,32	5,75	20,4	0,39
Sub-Total	977,85	3.451,2	67,76	1.015,65	3.584,4	69,60
Operações Agrícolas	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.
Plantio e adubação	65,37	231,0	4,53	65,37	231,0	4,48
Pulverizações	43,16	152,4	2,99	21,58	76,2	1,48
Aplicação de Uréia	12,40	43,8	0,86	12,40	43,8	0,85
Sub-Total	120,94	427,2	8,38	99,35	351,0	6,81
Colheita e Pós-Colheita	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.
Colheita	42,73	150,6	2,96	42,73	150,6	2,93
Transporte para Armazém ¹	132,60	468,0	9,19	132,60	468,0	9,09
Recebimento, Secagem, Limpeza ²	169,00	596,4	11,71	169,00	596,4	11,58
Sub-Total	344,33	1.215,0	23,86	344,33	1.215,0	23,60
TOTAL GERAL	1.443,11	5.093,4	100,00	1.459,33	5.150,4	100,00

Funrural e Fundersul não considerados;

* Adubação: 380 kg.ha⁻¹; ** Número de pulverizações: 04 milho convencional e 02 milho Bt;

¹ Transporte para armazém 50 km = R\$ 17/ton (4 ton/ha); ² Recebimento/Secagem/Limpeza: R\$ 1,70/sc.

Para segunda safra 2009 os custos da semente de milho Bt foram 36 % maiores do que as sementes convencionais (Tabela 23). Os custos de aplicação de

inseticidas foi aproximadamente 306 % maior em híbridos convencionais, pois em híbridos Bt, não foi realizado controle químico para *S. frugiperda*. Observando as diferenças no total geral, os custos de produção para híbridos convencionais foi de R\$ 903,39 e de R\$ 915,91 para híbridos Bt. Isto significa um aumento no custo de produção em torno de 1,4 %.

Tabela 24. Custo variável de produção do milho segunda safra convencional e Bt em sistema de plantio direto, segunda safra 2009.

Descrição	Milho			Milho		
	Segunda safra Convencional			Segunda safra Bt		
Despesas com insumos	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.
Semente Fiscalizada	192,19	774,6	21,18	260,91	1.043,4	28,49
Inseticida na Semente	58,33	233,4	6,43	58,33	233,4	6,37
Adubação de Base*	199,64	798,6	22,0	199,64	798,6	21,80
Herbicida na Dessecação	21,75	87,0	2,40	21,75	87,0	2,37
Herbicida Seletivo	42,70	171,0	4,71	42,70	171,0	4,66
Inseticidas**	54,73	219,0	6,03	7,10	28,2	0,78
Sub-Total	569,34	2.283,6	62,75	590,43	2.361,6	64,46
Operações Agrícolas	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.
Plantio e adubação	43,79	175,2	4,83	43,79	175,2	4,78
Aplicação de Defensivos	25,13	100,8	2,77	12,56	50,4	1,37
Sub-Total	68,92	276,0	7,60	56,35	225,6	6,15
Colheita e Pós-Colheita	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.
Colheita	65,13	260,4	7,18	65,13	260,4	7,11
Transporte para Armazém ¹	76,50	306,0	8,43	76,50	306,0	8,35
Recebimento, Secagem, Limpeza ²	127,50	510,0	14,05	127,50	510,0	13,92
Sub-Total	269,13	1.076,4	29,66	269,13	1.076,4	29,38
TOTAL GERAL	903,39	3.636,0	100,00	915,91	3.663,6	100,0

Funrural e Fundersul não considerados;

* Adubação: 280 kg.ha-1; ** Número de pulverizações: 04 milho convencional e 02 milho Bt; ¹ Transporte para armazém 50 km = R\$ 17/ton (4 ton/ha); ² Recebimento/Secagem/Limpeza: R\$ 1,70/sc.

Para segunda safra 2010, a participação dos custos de semente de híbridos Bt foi 7,31 % maior do que para híbridos convencionais (Tabela 24). Entretanto, as aplicações de inseticidas significaram uma participação nos custos de produção em torno de 5,25% a mais em híbridos convencionais, quando comparados a híbridos

transgênicos. Os custos da semente de milho Bt foram 55 % maiores do que as sementes convencionais. Observando as diferenças no total geral, os custos de produção para híbridos convencionais foram de R\$ 915,21 e de R\$ 932,14 para híbridos Bt. Isto significa um aumento no custo de produção em torno de 1,9 %.

A utilização da tecnologia Bt gerou um incremento nos custos de produção entre 1,4 e 2,0%, quando comparado a híbridos convencionais, com manejo de *S. frugiperda*. “As tecnologias transgênicas são exequíveis em termos econômicos, pois com Bt os aumentos dos custos de sementes são mais que compensados com a redução dos custos de aplicação dos insumos. Quando há a possibilidade de redução das perdas causadas pelas pragas, os retornos financeiros ainda são maiores, reforçando a viabilidade econômica do uso da tecnologia” (DUARTE et al., 2009).

Tabela 25. Custo variável de produção do milho segunda safra convencional e Bt em sistema de plantio direto, segunda safra 2010.

Discriminação	Milho			Milho		
	Segunda safra Convencional			Segunda safra Bt		
Despesas com insumos	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.	R\$.ha ⁻¹	kg. ha ⁻¹	%Partic.
Semente Fiscalizada	143,33	573,6	15,66	222,00	888,0	23,82
Inseticida na Semente	51,94	207,6	5,67	51,94	207,6	5,57
Adubação de Base*	273,00	1.092,0	29,83	273,00	1.092,0	29,29
Herbicida na Dessecação	19,10	76,2	2,09	19,10	76,2	2,05
Herbicida Seletivo	45,45	181,8	4,97	45,45	181,8	4,88
Inseticidas**	55,90	223,8	6,11	6,21	24,6	0,67
Sub-Total	588,72	2.355,0	64,33	617,70	2.470,2	66,27
Operações Agrícolas	R\$.ha ⁻¹	Sc. ha ⁻¹	%Partic.	R\$.ha ⁻¹	Sc. ha ⁻¹	%Partic.
Plantio e adubação	46,84	187,2	5,12	46,84	187,2	5,02
Aplicação de Defensivos	24,10	96,6	2,63	12,05	48,0	1,29
Sub-Total	70,94	283,8	7,75	58,89	235,2	6,32
Colheita e Pós-Colheita	R\$.ha ⁻¹	Sc. ha ⁻¹	%Partic.	R\$.ha ⁻¹	Sc. ha ⁻¹	%Partic.
Colheita	74,06	296,4	8,09	74,06	296,4	7,94
Transporte para Armazém ¹	76,50	306,0	8,36	76,50	306,0	8,21
Recebimento, Secagem, Limpeza ²	105,00	420,0	11,47	105,00	420,0	11,26
Sub-Total	255,56	1.022,4	27,92	255,56	1.022,4	27,42
TOTAL GERAL	915,21	3.661,2	100,00	932,14	3.727,8	100,00

Funrural e Fundersul não considerados;

* Adubação: 280 kg.ha⁻¹; ** Número de pulverizações: 04 milho convencional e 02 milho Bt; ¹ Transporte para armazém 50 km = R\$ 17/ton (4 ton/ha); ² Recebimento/Secagem/Limpeza: R\$ 1,40/sc.

A utilização de plantas Bt como alternativa para melhoria de condições de cultivo, aumentos de produtividade e retorno econômico vêm ocorrendo em diversos países, com resultados semelhantes aos aqui observados (HOFS e VAISSAYRE et al., 1998; VITALE et al. 2007).

Os resultados obtidos nesta pesquisa comprovam a viabilidade de utilização de híbridos Bt no Estado do Mato Grosso do Sul. Não se observaram redução dos custos de produção, e sim, custos praticamente semelhantes entre híbridos convencionais e Bt. Os benefícios da utilização desta tecnologia são advindos de um controle eficiente de *S. frugiperda*, maiores produtividades, melhores estandes, o que fornece maior segurança no estabelecimento da cultura. A necessidade de utilização de inseticidas em híbridos Bt pouco foi observada. Entretanto, uma única aplicação foi necessária, o que pouco impactou nos custos finais de produção. Os aspectos aqui observados tornam a tecnologia Bt importante para o desenvolvimento da cultura no estado, principalmente pela segurança por ela proporcionada. Esta tecnologia vem sendo utilizada por parte do produtor, com tendências claras de aumento no seu uso. Acompanhados do monitoramento e regras que tangem sua utilização, os híbridos Bt vêm a incrementar e melhorar as condições de controle de pragas e aumentar a eficiência de todo o sistema produtivo.

5. CONCLUSÕES

Nas condições de instalação dos experimentos, conclui-se que:

Todos os híbridos com a tecnologia Bt testados realizaram controle de *S. frugiperda*;

Aplicação de inseticidas melhorou o controle da lagarta em híbridos Bt;

Houve maiores produtividades em híbridos Bt, se comparados a suas isolíneas convencionais;

Os híbridos com tecnologia Bt (Cry1Ab e Cry1F) proporcionaram maior estande de plantas de milho.

A tecnologia Bt é agronomicamente viável, pois representou custos semelhantes aos observados em híbridos convencionais sob o manejo com inseticidas químicos

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWS, K. L. Latin American research on *Spodoptera frugiperda*. **Florida Entomologist**, Flórida, v. 31, n. 4, p.630-653, 1988.

ASHLEY, T. R.; WISEMAN, B. R.; DAVIS, F.M. The fall armyworm: a bibliography. **Florida Entomologist**, Flórida, v. 72, n.1, p.152-202, 1989.

BETZ, F. S.; HAMMOND, B. G.; FUCHS, R. L. Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 32, p.156-173, 2000.

BIOPESTICIDES REGISTRATION ACTION DOCUMENT (BRAD)—*Bacillus thuringiensis* Plant-Incorporated Protectants, US EPA, October 15, 2001. http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/pips/bt_brad.

BOBROWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.843-850, 2003.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo e adubação na cultura do milho Segunda safra. **In: Tecnologia e produção: culturas de Segunda safra e inverno 2007**. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias: COOAGRI, 5-11 p. 2006.

BROCH, D. L. e PEDROSO, R. S. Custo de produção da cultura do milho. **In: Tecnologia de produção: Soja e Milho 2007/2008**. Maracaju, FUNDAÇÃO MS, 200 p. 2008.

BROCH, D. L. e PEDROSO, R. S. Custo de produção da cultura do milho Segunda safra 2011. **In: Tecnologia e produção milho segunda safra e culturas de inverno**. Maracaju, FUNDAÇÃO MS, 176 p. 2011.

BUNTIN, G. D.; FLANDERS, K. L.; LYNCH, R. E. Assessment of experimental Bt events against fall armyworm and corn earworm in field corn. **Journal Economic of Entomology**, v. 97, n. 2, p. 259-264, 2004.

CARNEIRO, A. A.; GUIRARÃES, C. T.; VILICENTE, H. F.; WAQUIL, J. M. VASCONCELOS, M. J. V.; CARNEIRO, N. P.; MENDES, S. M. **Milho Bt: Teoria e Prática da Produção de Plantas Transgênicas Resistentes a insetos-praga**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA 2009. Circular Técnica. p. 1-26.

CAROZZI, N.; KOZIEL, M. **Advances in insect control**, London: Taylor & Francis, p.301. 1997.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1970. 170 p. Tese de Doutorado.

CECCON, G. Milho Segunda safra com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 16, n. 97, p. 17-20, 2007.

CHIANG, H.C. Pest management in corn. **Annual Reviel of Entomology**. v.23, p. 101-123, 1978.

CRUZ, I. **Impact of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbot 1797), on grain yield in field corn**. West Lafayette, IN: Purdue University, 1980. 162. M.Sc. Thesis.

CRUZ, I. Lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA. CNPMS. 1995. p.45. (Circular Técnica, 21).

CRUZ, I. Manejo de pragas na cultura do milho. **In: Seminário Sobre a Cultura do Milho “Segunda safra”, 5.**, Barretos, 1999. Cursos. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1999. p.27-56.

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

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).

DE MAAGD, R.A.; BOSCH, D.; STIEKEMA, W. *Bacillus thuringiensis* toxin-mediated insect resistance in plants. **Trends in Plant Sciences**, London, v.4, n.1, p. 9-13, 1999.

DOWD, P. F. Indirect reduction of ear molds and associated mycotoxins in *Bacillus thuringiensis* corn under controlled and open field conditions: utility and limitations. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 6, p. 1669-1679, 2000.

DUARTE, J. O. de. **Introdução e Importância Econômica do Milho**. 2000. Sistemas de Produção 1. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>. Acesso em: 31/12/2010.

DUARTE, J. de O. **Effects of the biotechnology and intellectual property right law in the seed industry**. 2001. Tese (Doutorado) - University of Nebraska, Lincon.

DUARTE, A. P.; SILVA, A. C.; DEUBER, R. Plantas infestantes em lavouras de milho Segunda safra, sob diferentes manejos, no Médio Paranapanema. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 285-291, 2007.

DUARTE, J. O. DE; GARCIA, J. C.; CRUZ, J. C. **Aspectos econômicos da produção de milho transgênico**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA 2009. Circular Técnica. p. 1-15.

DUNWELL, J.M. Transgenic crops: the next generation, or an example of 2020 vision. **Annals of Botany**, Reading, v. 84, n. 3, p.269-277, 1999.

FERNANDEZ-CORNEJO, J.; McBRIDE, W. **Genetically engineered crops for pest management in US agriculture: farm level benefits**. Washington: USDA, 2000. (USDA-ERS. Agricultural Economics Report, 786).

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.

FRIZZAS, M.R. **Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a comunidade de insetos**. Tese de Doutorado, ESALQ/USP. Piracicaba, SP. 192p. 2003.

GILL, S. S. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* toxins. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 90, n. 1, p. 69-74, 1995.

GIANESSI, L. P.; CARPENTER, J. E. **Agricultural biotechnology: insect control benefits**. 1999. Disponível em: [Http://www.bio.org/food&ag/naccfaptoc.htm](http://www.bio.org/food&ag/naccfaptoc.htm). Acesso em: 15 jan. 2011.

GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 43, n.1, p. 701-726, 1998.

GURIAN-SHERMAN. **Failure to Yield: Evaluating the Performance of Genetically Modified Crops**. The Union of Concerned Scientists (UCS). Disponível em http://www.ucsusa.org/assets/documents/food_and_agriculture/failure-to-yield.pdf. 2009.

HOFS, J.; FOK, M.; VAISSAYRE, M. Impact of Bt cotton adoption on pesticide use by smallholders: A two-year survey in Makhatini flats (South Africa). **Crop Protection**, v.25, n.9, p.1-11, 1998.

HOROVITZ, S. 1960. Trabajar en marcha sobre la resistencia la insetos en el maiz. **Agronomia Tropical**, v.10, p.107-114, 1960.

HUIS, A.V. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. **Model. Landbou.** Wagen. v.81, p.221, 1981.

HYDE, J.; MARTIN, A. M.; PRECKEL, P. V.; EDWARDS, C. R. **Bt corn: the adoption implications of economics.** West Lafayette: Purdue University Cooperative Extension Service, 1999.

ISENHOOR, K.J.; DAVIS, F.M. Dedication of 1998 armyworm symposium to Dr. Billy Ray Wiseman: plant resistance expert. **Florida entomologist**, v.82, n.2, p.198-209, 1999.

JAMES, C. **Biotech corn can boost yields to help growing world food demands.** Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. 2003a.

JAMES, C. **Global status of commercialized transgenic crops:** 2003. Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. 2003b.

JAMES, C. **Global status of commercialized biotech/GM Crops:** 2005. ISAAA Brief 34-2005. Ithaca, New York: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. 2005.

LIEDERMAN, L.; SAUER, H.F.G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda*. **O Biológico**, v.19, n.6, p.105-113. 1953.

LOGUERCIO, L. L.; CARNEIRO, N. P.; CANEIRO A. A. **Milho Bt: Alternativa tecnológica no controle de insetos-pragas.** Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento – n. 24, janeiro/fevereiro, 2002.

LOURENÇÃO, A. L. F.; Resultados de experimentação e campos demonstrativos de milho safra 2007/2008 **In:** Tecnologia e produção: Soja / Milho. Maracaju, FUNDAÇÃO MS, p. 143 - 155, 2008.

LOURENÇÃO, A. L. F.; Milho Bt, uso correto da tecnologia. **In:** Tecnologia e produção: Milho Segunda safra e culturas de inverno/2011. Maracaju, FUNDAÇÃO MS, p. 127 - 148, 2011.

LOURENÇÃO, A. L. F.; SANTOS, H. R. 2005. Danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) na Cultura do Milho (*Zea mays* L.). **Revista de Agricultura**, v.80, n.3, p.340-351, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Milho**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/culturas/milho>. Acesso em: 12/01/2011.

MARRA, M.; CARLSON, G.; HUBBELL, B. **Economics impacts of the first crop biotechnologies**. Raleigh: North Caroline State University, 1998. Disponível em: <<http://www.ag-econ.ncsu.edu/faculty/marra/FirstCrop/sld001.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2011.

MASCARENHAS, V. J.; LUTTRELL, R. G. Combined effect of sublethal exposure to cotton expressing the endotoxin protein of *Bacillus thuringiensis* and natural enemies on survival of bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Environmental Entomology**, v.26, n. 4, p. 939-945, 1997.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Milho**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/culturas/milho>. Acesso em: 12/01/2011.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado**. PARECER TÉCNICO Nº 1.100/2007. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://ceragmc.org/docs/decdocs/08-179-002.pdf>. Acesso em: 26/01/2011.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado**.

PARECER TÉCNICO Nº 1.100/2007. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://ceragmc.org/docs/decdocs/08-179-002.pdf>. Acesso em: 26/01/2011.

MITCHELL, E.R.;MCLAUGHLIN J.R. Supression of mating and oviposition by fall armyworm and mating by corn earworm in corn, using the air permeation technique. **Journal Economic Entomology**. v.75, p.270-274, 1982.

NILL, K. **Correcting the mithsa: presenting the truth about why U.S farmers have adoptes biotechnology**. St. Louis: American Sybean Association, 2003.

O'CALLAGHAN, M.; TRAVIS R. GLARE, T.R.; Burgess, E. P. J.; Malone, L. A. Effects of Plants Genetically Modified Forinsect Resistance on Nontarget Organisms. **Annual Reviel Entomology**, v. 50, p. 271–292, 2005.

OMOTO, C.; SCHIMIDT, F.B.; SILVA, R.B.; ZUCCHI, T.D.; RISCO, M.D.M. Bases for an insecticide resistance management of *Spodoptera frugiperda* in corn in Brazil. **In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY**, 21., Foz do Iguassu, 2000. Abstracts. Londrina: Embrapa Soja, 2000. p.347. (Documentos, 143).

PENCOE, N. L.; MARTIN, P. M. Development and reproduction of fall armyworm on several wild grasses. **Environmental Entomology**, College Park, v.10, n. 6, p. 999-1002, 1981.

PORTO, S. I.; SILVA, A. C. P. da.; BESTÉTTI, C. R. (Responsáveis Técnicos). **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Brasília. Grãos Safra 2010/2011. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), dezembro de 2010. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 25/01/2011.

PORTO, S. I.; SILVA, A. C. P. da.; CARLOS ROBERTO BESTÉTTI, C. T. (Responsáveis Técnicos). **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Brasília. Grãos Safra 2010/2011. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Janeiro de 2011. Disponível em:

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4o_lev_safra_2010_2011..pdf. Acesso em: 25/01/2011.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Arquivo agrônômico potafós, 2003. nº 15: 1-20.

ROMEIS, J; MEISSLE, M.; BIGLER, F. Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control. **Nature Biotechnology**, v. 24, n. 1, p. 63-71, 2006.

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

SHOEMAKER, R. **Economics issues in agricultural biotechnology**. Washington: USDA, 2001. (USDA-ERS. Agriculture Information Bulletin, 762).

TABASHNIK, B.E.; LIU, Y-B.; FINSON, N.; MASSON, L; HECKEL, D.G. **One gene in diamondback moth confers resistance to four *Bacillus thuringiensis* toxins**. Proceedings of the National Academy of Science, USA, v.94, p.1640-1644. 1997.

TRIGO, E.J.; CAP, E.J. The impact of the introduction of transgenic crops in argentinean agriculture. **AgBioForum**, n.6, v.3, p.87-94, 2003. USDA (United State Department of Agriculture). Disponível em: <<http://www.usda.com>>. Acesso em: Jan.2009.

TSUNECHIRO, A.; ARIAS, E.R.A. Perspectivas de rentabilidade do milho "Segunda safra" nas principais regiões produtoras. **In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SEGUNDA SAFRA"**, 4., Assis,1997. *Anais...* Campinas, IAC/CDV, 1997. p.15-20.

WAQUIL, J.M. **Manejo Fitossanitário e Ambiental: Milho transgênico *Bt* e resistência das plantas ao ataque da lagarta-do-cartucho.** 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em:

<http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/manfito/index.htm>. Acesso em: 27/1/2011

WAQUIL, J. M.; VILLELA F.M.F.; FOSTER, J. E. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.1-11, 2002.

WILLIAMS, W.P. e DAVIS, F.M. Response of corn to artificial infestation with fall armyworm and southwestern corn borer larvae. **Southwestern Entomologist**, Dallas, v. 15, n. 2, p. 163-166, 1990.

WILLIAMS, W. P.; SAGERS, J. B.; HANTEN, J. A.; DAVIS, F. M.; BUCKLEY, P. M. Transgenic corn evaluated for resistance to fall armyworm and southwestern corn borer. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 3, p. 957-962, 1997.

WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M.; BUCKLEY, P. M.; HEDIN, P. A.; BAKER, G. T. LUTHE, D. S. Factors associated with resistance to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), and southwestern corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in corn at different vegetative stage. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 91, n. 6, p. 1471-1480, 1998.

WISEMAN, B.R. Cumulative effects of antibiosis on five biological parameters of the fall armyworm. **Florida Entomologist**, v.82, n.2, p.277-283, 1999.

VALICENTE, F. H.; I. CRUZ. **Controle biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovirus.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 23p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 15). 1991.

VELEZ, M.C.; J.A.A. SIFUENTES. 1967. El gusano cogollero del maíz, su combate com insecticidas granulados en el vale de Apatzingan. **Agricultura Técnica en México**, México, v.2, n.7, p.315-317, 1967.

VITALE, J.; BOYER, T.; UAIENE, R.; SANDERS, J. H. The economic impacts of introducing Bt Technology in Smallholder cotton production systems of west Africa: A case study from Mali. **AgBioForum**, v. 10, n. 2, p.71-84, 2007