

Avaliação do Milho Bt Cry1Ab e Cry1F no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de campo

Evaluation of Cry1Ab and Cry1F Bt maize genotypes for the control of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith. 1797) (Lepidoptera : Noctuidae) under field conditions

André Luis Faleiros LOURENÇÃO^{1,2}; Marcos Gino FERNANDES³

¹ Parte de tese de doutorado do primeiro autor

² Autor para correspondência; Eng. Agr. Dr. Pesquisador da Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, FMS, Depto. de Fitotecnia Milho e Sorgo, Estrada da Usina Velha, km 12, Caixa Postal 137, CEP 79150-000, Maracaju – MS; andre@fundacaoms.org.br;

³ Prof. Dr. Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Rodovia Dourados-Itahum, km 12, Cidade Universitária, CEP 79825-070, Dourados, MS; marcosfernandes@ufgd.edu.br

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 à 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 *Spodoptera frugiperda*, comparar a produtividade de híbridos Bt com suas isolinhas convencionais, comparar os custos de produção de híbridos transgênicos e convencionas na safra de 2008-2009, e segundas safras de 2009 e 2010, em diversos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul. Realizaram-se avaliações visuais de dano, produtividade, estande (número de plantas por hectare) e custo de produção. Houve eficiência no controle de *S. frugiperda* em todos os híbridos com tecnologia Bt testados. Na maioria das vezes, 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 foram de 1,0 a 1,9% maiores do que os convencionais. Os benefícios da utilização da tecnologia Bt são advindos do aumento de produtividade, em alguns casos, e custos de produção semelhantes aos de híbridos convencionais.

Palavras-chave adicionais: Lagarta-do-cartucho; resistência de plantas; transgênico.

Abstract

The use of pest-resistant maize hybrids in Brazil has been increasing steadily in the last years due to the needs of increasing productivity and having more efficient ways to control those pests. Due to the various biological systems found in Nature it becomes necessary to study the Bt technologies in the several maize producing regions of Brazil. The present research work viewed to evaluate the pest controlling power of the maize hybrids Cry 1 Ab and Cry 1F over *Spodoptera frugiperda*, to compare the productivities of Bt hybrids with their conventional isolines, to compare the production costs of transgenic and conventional hybrids in the crop year of 2008-2009 and those of 2009 and 2010 off-season crops in several counties of the state of Mato Grosso do Sul (MS), Brazil. Plant damage by the pathogen was visually evaluated, productivity, plant stand (number of plants per hectare), and production costs were also evaluated. *S. frugiperda* was efficiently controlled by all Bt technology hybrids. In most of the situations, the Bt technology hybrids produced more than the conventional ones. Plant stands of the Bt technology hybrids were significantly higher than those of the conventional ones. Bt technology hybrids costs were between 1.0 and 1.9% larger than those of the conventional hybrids. The beneficial effects of the Bt technology derive from the increment in productivity verified in most of the cases and from production costs similar to those of the conventional hybrids.

Additional keywords: Fall armyworm, plants resistance, transgenic.

Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 53,2 milhões de toneladas na safra de 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).

A semeadura de milho da safra em Mato Grosso do Sul é pouco estimulada, em função dos riscos climáticos (LOURENÇÃO, 2009). Entretanto, ainda é utilizada em sistema de rotação de culturas em algumas propriedades rurais. Já o milho de segunda safra (safrinha) vem contribuindo para diluição dos custos da cultura de verão e aumento de rentabilidade dos agricultores (CECCON, 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 & MARTIN, 1981). Altas infestações dessa praga vêm causando danos severos (WILLIAMS & DAVIS, 1990; RITCHIE et al., 2003) e limitando a produtividade de híbridos de alta produtividade (LOURENÇÃO & SANTOS, 2005). A adoção do Manejo Integrado de Pragas minimiza estes danos com a 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 & KOZIEL, 1997). As principais vantagens de 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). Estes auxiliam no controle de pragas e contribuem para retardar a evolução da resistência (MASCARENHAS & 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 detentoras dos direitos de comercialização das sementes e respeitando as diretrizes legislativas que tangem a sua utilização (LOURENÇÃO, 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 teve por objetivo testar a eficiência de controle de híbridos Bt Cry1Ab e Cry1F sobre *S. frugiperda*, comparar a produtividade de híbridos Bt com suas isolinhas convencionais, além de comparar os custos de produção de híbridos transgênicos e convencionais na safra de 2008-2009 e segundas safras (safrinhas) de 2009 e 2010.

Material e métodos

Ano Agrícola de 2008-2009

No dia 31-10-2008, ano agrícola de 2008-2009, foi instalado um experimento em Maracaju (Altitude: 378 m, Latitude: 21°38'45" S, Longitude: 55°05'44" W), Mato Grosso do Sul. Foram utilizados sete híbridos Bt e suas isolinhas 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 de Metomil - 800 mL ha⁻¹, em aplicação foliar no estágio fenológico da cultura do milho, que compreende quatro folhas estendidas (V4). Os híbridos testados e suas respectivas densidades de semeadura foram: AG7000 (65.000 sementes ha⁻¹), AG7000YG (65.000 sementes ha⁻¹), DKB350 (65.000 sementes ha⁻¹), DKB350YG (65.000 sementes ha⁻¹), DKB390 (63.000 sementes ha⁻¹), DKB390YG (63.000 sementes ha⁻¹), AG8088 (63.000 sementes ha⁻¹), AG8088YG (63.000 sementes ha⁻¹), AS1551 (70.000 sementes ha⁻¹), AS1551YG (70.000 sementes ha⁻¹), P30F80 (65.000 sementes ha⁻¹), P30F80YG (65.000 sementes ha⁻¹), IMPACTO (56.000 sementes ha⁻¹) e IMPACTOTL (56.000 sementes ha⁻¹).

O espaçamento entre linhas utilizado foi o de 0,8 m. As parcelas foram compostas por quatro linhas de 12 metros de comprimento, perfazendo 48 m². O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, em esquema fatorial 14 x 2 (em que, 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) 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 a 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 à análise de variância, e as médias, ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundas safras em 2009 e 2010

Na segunda safra, em 2009, foram instalados experimentos no Estado do Mato Grosso do Sul, nos municípios de Maracaju (Altitude: 378 m, Latitude: 21°38'45" S, Longitude: 55°05'44" W), Dourados (Altitude: 446 m, Latitude: 22°13'51" S, Longitude: 54°43'44" W) e São Gabriel do Oeste (Altitude: 662 m, Latitude: 19°25'09" S, Longitude: 54°35'32" W), com datas de semeadura de 15 de março de 2009; 21 de fevereiro de 2009 e 1° de março de 2009, respectivamente. Foram utilizados cinco híbridos Bt e suas isolinhas convencionais, 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 (*S. frugiperda*). 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 estádio fenológico V4). Os híbridos testados e suas respectivas densidades de semeadura, nas três regiões, foram: DKB390 (53.000 sementes ha⁻¹), DKB390YG (53.000 sementes ha⁻¹), DKB350 (55.000 sementes ha⁻¹), DKB350YG (55.000 sementes ha⁻¹), AG9010 (62.000 sementes ha⁻¹), AG9010YG (62.000 sementes ha⁻¹), TORK (55.000 sementes ha⁻¹), TORKTL (55.000 sementes ha⁻¹), 2B710 (57.000 sementes ha⁻¹) e 2B710Hx (57.000 sementes ha⁻¹).

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 (em que 10 são os híbridos testados e 2 são com e sem aplicação de inseticidas), perfazendo 20 tratamentos.

Na segunda safra de 2010, foram instalados experimentos em Maracaju (Altitude: 378 m, Latitude: 21°38'45" S, Longitude:

55°05'44" W), Dourados (Altitude: 446 m, Latitude: 22°13'51" S, Longitude: 54°43'44" W), Naviraí (Altitude: 380 m, Latitude: 22°5'35" S, Longitude: 54°06'34" W), Rio Brilhante (Altitude: 314 m, Latitude: 21°48'07" S, Longitude: 54°32'45" W), Sidrolândia (Altitude: 484 m, Latitude: 20°55'55" S, Longitude: 54°57'39" W) e São Gabriel do Oeste (Altitude: 662 m, Latitude: 19°2'09" S, Longitude: 54°35'32" W). As datas de semeadura foram 28 de fevereiro de 2010; 07 de março de 2010; 03 de março de 2010; 11 de março de 2010; 1° de março de 2010; 25 de fevereiro de 2010, respectivamente.

Para a instalação dos experimentos, seguiram-se os mesmos padrões adotados nos trabalhos implantados na segunda safra de 2009. Em Maracaju, foram utilizados 8 híbridos; em Naviraí, foram utilizados 6 híbridos; em Dourados, Rio Brilhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste, utilizaram-se 4 híbridos. Os híbridos testados em Maracaju e suas respectivas densidades de semeadura foram: Penta (56.000 sementes ha⁻¹), Penta TL (56.000 sementes ha⁻¹), P30F35 (57.000 sementes ha⁻¹), P30F35Hx (57.000 sementes ha⁻¹), CD384 (58.000 sementes ha⁻¹), CD384Hx (58.000 sementes ha⁻¹), 2B604 (58.000 sementes ha⁻¹), 2B604Hx (58.000 sementes ha⁻¹). Os híbridos testados em Naviraí e suas respectivas densidades de semeadura foram: Penta (56.000 sementes ha⁻¹), Penta TL (56.000 sementes ha⁻¹), P30F35 (57.000 sementes ha⁻¹), P30F35Hx (57.000 sementes ha⁻¹), CD384 (58.000 sementes ha⁻¹), CD384Hx (58.000 sementes ha⁻¹). Os híbridos testados em Dourados, Rio Brilhante, Sidrolândia e suas respectivas densidades de semeaduras foram: Penta (56.000 sementes ha⁻¹), Penta TL (56.000 sementes ha⁻¹), P30F35 (57.000 sementes ha⁻¹), P30F35Hx (57.000 sementes ha⁻¹). Em São Gabriel do Oeste, os híbridos testados foram Penta (56.000 sementes ha⁻¹), Penta TL (56.000 sementes ha⁻¹), 2B604 (58.000 sementes ha⁻¹), 2B604Hx (58.000 sementes ha⁻¹). O espaçamento entre linhas utilizado foi o de 0,8 m.

Para as duas segundas safras, realizaram-se avaliações visuais de dano em vinte plantas por parcela, seguindo a escala de danos descrita por DAVIS et al. (1992), nos estádios de V4 e V8.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, em esquema fatorial "híbridos x com e sem aplicação de inseticidas". Realizou-se colheita manual, utilizando-se de área útil de 8 m² (duas linhas de cinco metros, com cinco repetições). Para a 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 a padroni-

zação dos valores, em quilogramas por hectare (kg ha^{-1}).

Os resultados de produtividade foram analisados e apresentados em forma de tabelas e figuras. Os resultados de análise visual de danos e estande foram tabulados, analisados

conjuntamente e apresentados em forma de tabelas e figuras, 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.

Tabela 1 - Relação de produtos, forma de utilização, dose / quantidade de insumos aplicados na safra de 2008-2009; segunda safra de 2009; segunda safra de 2010 e preços praticados no município de Maracaju-MS. *Products, ways of utilization, doses/amounts of the applied products in the 2008-2009 crop season.*

Safra 2008-2009			
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
Ureia	Cobertura	250 kg ha^{-1}	810,00/tonelada
Tiametoxam	Trat. de semente	120 mL ha^{-1}	590,00/litro
Semente Convencional	Plantio	1 saco ha^{-1}	199,70/saca de 60 kg
Semente Bt	Plantio	1 saco ha^{-1}	279,70/ saca 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 saco ha^{-1}	192,19/saca de 60 kg
Semente Bt	Plantio	1 saco ha^{-1}	260,91/ saca 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 saco ha^{-1}	222,00/saca de 60 kg
Semente Bt	Plantio	1 saco ha^{-1}	143,33/ saca 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

Custos de Produção

Os custos de produção foram calculados seguindo a metodologia de BROCH & PEDROSO (2008; 2011). Para este fim, realizou-se um levantamento dos preços praticados para o produtor rural em Maracaju - MS, de produtos e serviços para a composição dos custos de produção da cultura do milho (custo variável) (Tabela 1). Os produtos utilizados representam a

maioria dos produtos vendidos na região, buscando-se, assim, representar a realidade do produtor. Para o milho, safra de 2008-2009, utilizaram-se como padrão de unidade de área o hectare (ha), como sistema o plantio direto, como moeda o real (R\$), o preço estimado de (R\$ 19,50 a saca de 60 kg de milho) e a produção esperada de 7.800 kg ha^{-1} . Para as segundas safras de 2009 e 2010, apenas foram

diferentes o preço estimado de (R\$15,00 por saca de 60 kg de milho) e a produção esperada de 4.500 kg ha⁻¹.

Resultados e discussão

No ano agrícola de 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 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 às 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. Trabalhos realizados por WILLIAMS et al. (1997; 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 dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V4, em função da aplicação de inseticidas. Maracaju-MS. Safra de 2008-2009. *Degrees of damage caused by Spodoptera frugiperda to Bt and conventional technologies maize hybrid plants evaluated at V4 stage, as influenced by insecticides. Maracaju, MS. 2008-2009 crop season.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	AG7000	¹ 4,7 a A	1,6 a B	3,2 a
2	AG7000YG	0,7 d A	0,4 b B	0,6 b
3	DKB350	4,2 a A	1,7 a B	3,0 a
4	DKB350YG	1,7 d A	0,3 b B	1,0 b
5	DKB390	4,8 a A	2,0 a B	3,4 a
6	DKB390YG	1,0 d A	0,6 b B	0,8 b
7	AG8088	2,8 c A	1,7 a B	2,3 a
8	AG8088YG	0,6 d A	0,2 b B	0,4 b
9	AS1551	3,8 b A	1,8 a B	2,8 a
10	AS1551YG	0,6 d A	0,3 b B	0,5 b
11	P30F80	4,0 a A	1,8 a B	2,9 a
12	P30F80YG	0,8 d A	0,2 b B	0,5 b
13	IMPACTO	3,8 b A	1,6 a B	2,7 a
14	IMPACTOTL	0,6 d A	0,1 b B	0,4 b
Média		2,4 A	1,0 B	1,7
Híbrido (F)				121,8**
Inseticida (F)				423,8**
Híbrido x Inseticida (F)				12,7**
C.V. (%)				6,32

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

avaliando-se os danos da lagarta-do-cartucho-do-milho no estágio 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). Esta constatação corrobora a de BUNTIN et al. (2004), ao observarem 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.

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 de 2008-2009, tiveram bom desempenho e mantiveram baixos os danos de desfolha de *S. frugiperda* na cultura do milho.

Tabela 3 - Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V8, em função da aplicação de inseticidas. Maracaju-MS. Safra de 2008-2009. *Degrees of damage caused by Spodoptera frugiperda to Bt and conventional technologies maize hybrid plants evaluated at V8 stage, as influenced by insecticides. Maracaju, MS. 2008-2009 crop season.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação		^b Com Aplicação		Média
1	AG7000	¹ 4,4	a A	0,8	a B	2,6 a
2	AG7000YG	0,4	c A	0,0	b B	0,2 d
3	DKB350	2,5	b A	0,3	b B	1,4 c
4	DKB350YG	0,2	c A	0,0	b B	0,1 d
5	DKB390	3,3	b A	0,5	b B	1,9 bc
6	DKB390YG	0,5	c A	0,0	b B	0,3 d
7	AG8088	2,9	b A	0,6	b B	1,8 bc
8	AG8088YG	0,7	c A	0,0	b B	0,4 d
9	AS1551	4,8	a A	1,2	a B	3,0 a
10	AS1551YG	0,7	c A	0,0	b B	0,4 d
11	P30F80	3,2	b A	0,8	a B	2,0 ab
12	P30F80YG	0,8	c A	0,0	b B	0,4 d
13	IMPACTO	3,5	b A	0,8	a B	2,2 ab
14	IMPACTOTL	0,3	c A	0,0	b B	0,2 d
Média		2,0	A	0,4	B	1,2
Híbrido (F)						162,8**
Inseticida (F)						146,8**
Híbrido x Inseticida (F)						32,0**
C.V. (%)						5,78

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b 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 os encontrados por FRIZZAS (2003), que confirmou a eficiência de MON810 no controle de *S. frugiperda* nas plantas de milho, apontando menor nível de dano para este tratamento.

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 estágio de desenvolvimento da cultura V4.

Em tratamentos que receberam a aplicação de inseticidas, as diferenças entre as isolinhas 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. As aplicações de inseticidas mantiveram os índices de dano de desfolha abaixo dos toleráveis em híbridos convencionais e Bt.

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.

Em São Gabriel do Oeste-MS, onde ocorreram condições ideais de estabelecimento da cultura, com chuvas regulares, houve significância para as características avaliadas e interação entre elas. Da mesma forma, as tecnolo-

gias 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 no V8 (Tabelas 8 e 9).

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. Maracaju-MS. Segunda safra de 2009. *Degrees of damage caused by Spodoptera frugiperda to Bt and conventional technologies maize hybrid plants evaluated at V4 stage, as influenced by insecticides. Maracaju, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação		^b Com Aplicação		Média
1	DKB390	3,2	¹ a 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 x 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, a de 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

Tabela 5 - Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V8, em função da aplicação de inseticidas. Maracaju-MS. Segunda safra de 2009. *Degrees of damage caused by Spodoptera frugiperda to Bt and conventional technologies maize hybrid plants evaluated at V8 stage, as influenced by insecticides. Maracaju, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação		^b Com Aplicação		Média
1	DKB390	4,1	¹ a A	0,8	a B	2,5 ab
2	DKB390YG	0,5	d A	0,0	b B	0,3 d
3	DKB350	2,6	c A	0,3	a B	1,5 c
4	DKB350YG	0,3	d A	0,0	b B	0,2 d
5	AG9010	2,9	c A	0,5	a B	1,7 bc
6	AG9010YG	0,6	d A	0,0	b B	0,3 d
7	TORK	3,1	b A	0,6	a B	1,9 abc
8	TORKTL	0,5	d 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	d 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 x Inseticida (F)						42,0**
C.V. (%)						9,11

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. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

Tabela 6 - Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V4, em função da aplicação de inseticidas. Dourados-MS. Segunda safra de 2009. *Degrees of damage caused by Spodoptera frugiperda to Bt and conventional technologies maize hybrid plants evaluated at V4 stage, as influenced by insecticides. Dourados, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação		^b Com Aplicação		Média
1	DKB390	5,4	a A	1,7	a B	3,6 a
2	DKB390YG	0,5	d 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	d 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	d 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	c B	0,5 b
9	2B710	3,5	c A	1,8	a B	2,7 a
10	2B710Hx	0,6	d 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 x Inseticida (F)						31,0**
C.V. (%)						5,52

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

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. Dourados-MS. Segunda safra de 2009. *Degrees of damage caused by Spodoptera frugiperda to Bt and conventional technologies maize hybrid plants evaluated at V8 stage, as influenced by insecticides. Dourados, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação		^b Com aplicação		Média
1	DKB390	6,5	¹ a A	1,7	a B	4,1 a
2	DKB390YG	0,5	b A	0,5	c A	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 A	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 A	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 x Inseticida (F)						57,0**
C.V. (%)						9,01

¹ Médias seguidas de a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

Tabela 8 - Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V4, em função da aplicação de inseticidas. São Gabriel do Oeste-MS. Segunda safra de 2009. *Degrees of damage caused by Spodoptera frugiperda to Bt and conventional technologies maize hybrid plants evaluated at V4 stage, as influenced by insecticides. São Gabriel do Oeste, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação		^b Com Aplicação		Média
1	DKB390	3,1	a A	0,8	a B	2,0 bc
2	DKB390YG	0,7	c A	0,0	b B	0,4 d
3	DKB350	3,5	a A	0,8	a B	2,2 b
4	DKB350YG	0,3	c A	0,0	b B	0,2 d
5	AG9010	3,2	a A	0,7	a B	1,9 bc
6	AG9010YG	0,6	c A	0,0	b B	0,3 d
7	TORK	2,7	b A	0,7	a B	1,5 c
8	TORKTL	0,7	c A	0,0	b B	0,5 d
9	2B710	2,5	b A	1,5	a B	3,2 a
10	2B710Hx	0,7	c A	0,0	b B	0,4 d
Média		1,8	A	0,5	B	1,3
Híbrido (F)						175,8**
Inseticida (F)						151,4**
Híbrido x Inseticida (F)						31,0**
C.V. (%)						7,14

¹ Médias seguidas de a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

Tabela 9 - Notas de dano de *Spodoptera frugiperda* em híbridos de milho convencionais e Bt avaliados no estágio V8, em função da aplicação de inseticidas. São Gabriel do Oeste-MS. Segunda safra de 2009. *Degrees of damage caused by Spodoptera frugiperda to Bt and conventional technologies maize hybrid plants evaluated at V8 stage, as influenced by insecticides. São Gabriel do Oeste, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação		^b Com Aplicação		Média
1	DKB390	5,0	¹ a 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 a
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 x Inseticida (F)						42,0**
C.V. (%)						9,72

¹ Médias seguidas de a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. * Sem aplicação de inseticidas. ** Com aplicação de inseticidas.

Na segunda safra de 2010, onde foram instalados seis trabalhos nos mesmos moldes dos trabalhos instalados em 2009, ocorreram as mesmas respostas anteriormente observadas

(Figura 1). 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) apresentaram notas de dano estatisticamente maiores se com-

parados aos híbridos “Bt com” e “Bt sem” inseticida. Híbridos convencionais que não receberam as aplicações (Conv sem) apresentaram as maiores notas de dano e foram estatisticamente diferentes dos outros tratamentos.

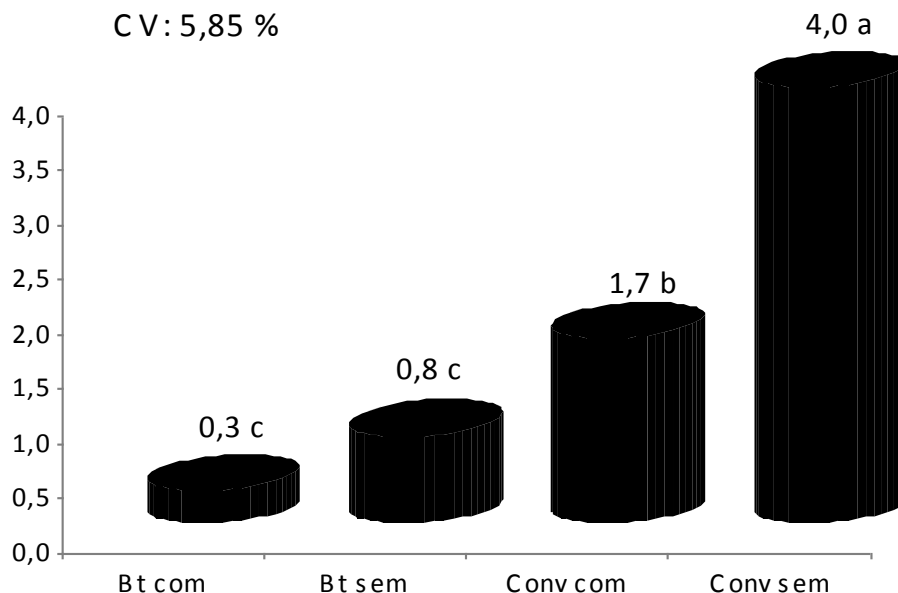


Figura 1 - Avaliação visual (estádio de desenvolvimento da cultura V4) de híbridos de milho Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem) nos municípios de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brilhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste-MS. Segunda safra de 2010. CV – Coeficiente de Variação. *Visual evaluation (plants at V4 developmental stage) of Bt technology maize hybrid plants with (Bt com) and without (Bt sem) application of insecticides and conventional technology maize hybrid plants with (Conv com) and without (Conv sem) application of insecticides growing at the municipalities of Navirai, Maracaju, Dourados, Rio Brilhante, Sidrolandia, and São Gabriel do Oeste, MS. 2010 off-season crop. CV : coefficient of variation. The numbers after the comma are decimals. Example : 1,1 = one and one tenth.*

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 (SP) e Rolândia (PR). No presente trabalho, em avaliações realizadas com milho em V8, atingiu-se a nota visual “zero” em híbridos Bt com manejo de inseticidas (Figura 2). 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 do 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. Em condições de 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 maior garantia de manutenção dos potenciais produtivos nos híbridos testados.

Desde a liberação comercial das plantas Bt nos EUA, os agricultores têm adotado esta tecnologia visando a 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).

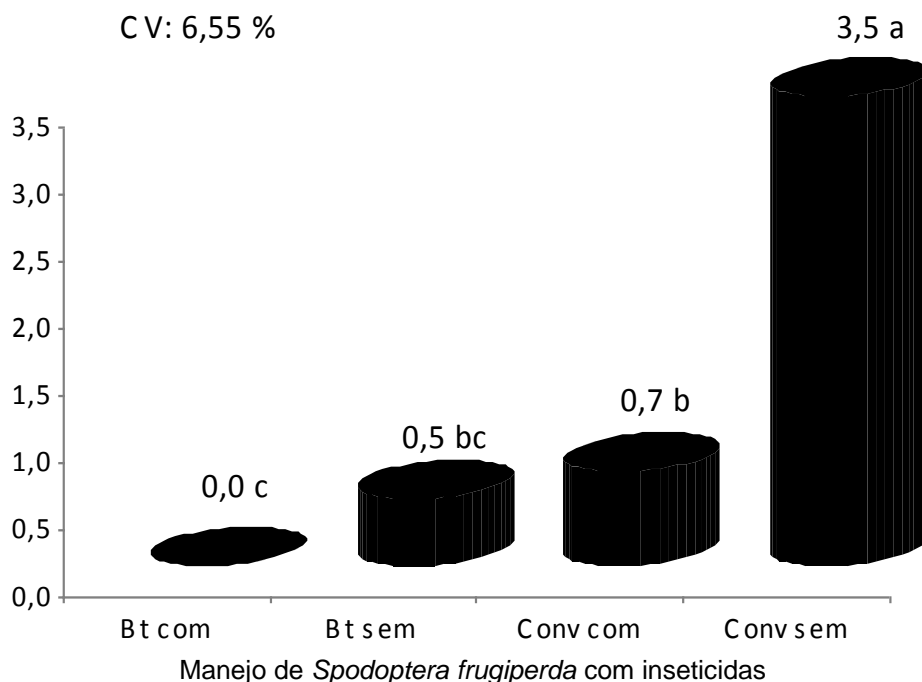


Figura 2 - Avaliação visual (estádio de desenvolvimento da cultura V8) de híbridos de milho Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem). Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brillhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste-MS. Segunda safra 2010. CV – Coeficiente de Variação. *Visual evaluation (plants at V8 developmental stage) of Bt technology maize hybrid plants with (Bt com) and without (Bt sem) application of insecticides and conventional technology maize hybrid plants with (Conv com) and without (Conv sem) application of insecticides growing at the municipalities of Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brillhante, Sidrolândia, and São Gabriel do Oeste, MS. 2010 off-season crop. CV : coefficient of variation. The numbers after the comma are decimals. Example : 1,1 = one and one tenth.*

Analisando-se a produtividade entre híbridos convencionais e suas isolinhas Bt, na safra de 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, observam-se maiores produtividades dos híbridos Bt se comparados à suas isolinhas 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).

Na segunda safra de 2009, avaliou-se a produtividade de híbridos convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas, na região de Dourados-MS. (Tabela 11). Em virtude do estresse

hídrico ocorrido nesta região, as produtividades entre híbridos convencionais e Bt foram estatisticamente semelhantes, diferindo apenas para AG9010 e AG9010YG. Neste caso, onde a produtividade foi bastante comprometida, não se observou efeito da aplicação de inseticidas para os híbridos testados.

Em testes com nove híbridos Bt disponíveis no mercado americano para resistência à lagarta-do-cartucho-do-milho e um híbrido com resistência natural, com infestação artificial, 33 dias após a 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.

Tabela 10 - Produtividade (kg ha⁻¹) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas. Maracaju-MS. Safra de 2008-2009. *Productivity (kg ha⁻¹) of maize hybrid plants of Bt and conventional technologies, as influenced insecticides. Maracaju, MS. 2008-2009 crop season.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	AG7000	3.102,0	4.650,0	¹ 3.876,0 c
2	AG7000YG	4.938,0	6.042,0	5.490,0 ab
3	DKB350	3.234,0	4.518,0	3.876,0 c
4	DKB350YG	3.624,0	3.054,0	3.342,0 c
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 bc
9	AS1551	4.614,0	4.830,0	4.722,0 bc
10	AS1551YG	5.136,0	5.730,0	5.430,0 ab
11	P30F80	3.732,0	3.732,0	3.732,0 c
12	P30F80YG	4.716,0	4.698,0	4.704,0 bc
13	IMPACTO	3.864,0	5.076,0	4.470,0 bc
14	IMPACTOTL	4.842,0	5.406,0	5.124,0 abc
Média		4.449,4B	5.103,4A	4.776,0
Híbrido (F)				6,08**
Inseticida (F)				4,17**
Híbrido x Inseticida (F)				1,79 ^{ns}
C.V. (%)				10,91

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

Tabela 11 - Produtividade (kg ha⁻¹) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas. Dourados-MS. Segunda safra de 2009. *Productivity (kg ha⁻¹) of maize hybrid plants of Bt and conventional technologies, as influenced by insecticides. Dourados, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	DKB390	522,0	558,0	¹ 540,0 c
2	DKB390YG	636,0	648,0	636,0 c
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 c
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 x Inseticida (F)				0,69 ^{ns}
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, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

No trabalho realizado em Maracaju - MS, em campo, sem infestação artificial, segunda safra de 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. Maracaju-MS. Segunda safra de 2009. *Productivity (kg ha^{-1}) of maize hybrid plants of Bt and conventional technologies, as influenced by insecticides. Maracaju, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	DKB390	2.778,0	2.844,0	¹ 2.811,0 bc
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 ab
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 x Inseticida (F)				0,5 ^{ns}
C.V. (%)				15,61

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b 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 menor pressão de *S. frugiperda*, incrementos produtivos não foram observados (Tabela 13). Quando houve condições extremas de seca, as diferenças foram pouco observadas. Sob ataque severo da lagarta-do-cartucho-do-milho, houve maiores produtividades dos híbridos Bt, se comparados às suas isolinhas convencionais. 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, o que facilitou o controle, mantendo os híbridos convencionais também livres da praga. Neste caso, portanto, as produtividades entre as isolinhas foram estatisticamente semelhantes.

Nos Estados Unidos, quando se compararam as produções de cultivares semelhantes ou isolinhas e convencionais, controlando outros fatores, em condições onde não havia pressão de pragas 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 o autor, 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-europeia-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 de fatores inerentes à região geográfica de cultivo.

Tabela 13 - Produtividade (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas. São Gabriel do Oeste-MS. Segunda safra de 2009. *Productivity (kg ha^{-1}) of maize hybrids of Bt and conventional technologies, as influenced by insecticides. São Gabriel do Oeste, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	Média
1	DKB390	¹ 5.058,0 a
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, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos.

Na Tabela 14, podem-se observar as produtividades entre híbridos Bt e não Bt na região de Naviraí - MS. Apesar de haver maior potencial produtivo na segunda safra de 2010, em comparação à segunda safra de 2009, devido à seca ocorrida na última, as respostas foram semelhantes naquela região. Houve significância para híbridos e inse-

ticidas, 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 (kg ha^{-1}) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas. Naviraí - MS. Segunda safra 2010. *Productivity (kg ha^{-1}) of maize hybrids of Bt and conventional technologies, as influenced by insecticides. Navirai, MS. 2010 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação*	^b Com Aplicação	Média
1	PENTA	5.382,0	5.946,0	¹ 5.664,0 bc
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 x Inseticida (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, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b 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 à menor pressão de pragas. Pode-se notar que só houve diferença estatística entre híbridos, quan-

do 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. Dourados-MS. Segunda safra de 2010. *Productivity (kg ha⁻¹) of maize hybrids of Bt and conventional technologies, as influenced by insecticides. Dourados, MS. 2010 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	PENTA	¹ 6.588,0 a 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 A	6.339,0 a
Média		6.324,0 A	6.078,0 A	6.201,0
Híbrido (F)				10,22**
Inseticida (F)				1,83 ^{ns}
Híbrido x Inseticida (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, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

Analisando os resultados obtidos na região de Rio Brilhante - 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 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 (kg ha⁻¹) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas. Rio Brilhante-MS. Segunda safra 2010. *Productivity (kg ha⁻¹) of maize hybrids of Bt and conventional technologies, as influenced by insecticides. Rio Brilhante, MS. 2010 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	PENTA	¹ 6.354,0 b A	5.868,0 a B	6.111,0 b
2	PENTA TL	7.830,0 a A	6.246,0 a A	7.038,0 a
3	P30F35	6.690,0 b A	6.234,0 a A	6.462,0 b
4	P30F35Hx	8.190,0 a A	6.000,0 a B	7.095,0 a
Média		7.266,0 A	6.090,0 B	6.678,0
Híbrido (F)				7,93**
Inseticida (F)				49,15**
Híbrido x Inseticida (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, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b 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

à seca ocorrida no período de março, na região de Sidrolândia. A tecnologia mostrou-se 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 (kg ha⁻¹) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas. Sidrolândia-MS. Segunda safra de 2010. *Productivity (kg ha⁻¹) of maize hybrids of Bt and conventional technologies, as influenced by insecticides. Sidrolândia, MS. 2010 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	PENTA	5.844,0	5.658,0	¹ 5.751,0 b
2	PENTA TL	6.426,0	6.870,0	6.648,0 a
3	P30F35	4.908,0	5.832,0	5.370,0 b
4	P30F35Hx	5.976,0	7.140,0	6.558,0 a
Média		5.790,0 B	6.378,0 A	6.084,0
Híbrido (F)				7,77**
Inseticida (F)				6,88*
Híbrido x Inseticida (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, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

No experimento realizado no município de Maracaju - MS, não se observaram 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 alcanças-

sem 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 & CARPENTER (1999).

Tabela 18 - Produtividade (kg ha⁻¹) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas. Maracaju-MS. Segunda safra de 2010. *Productivity (kg ha⁻¹) of maize hybrids of Bt and conventional technologies, as influenced by insecticides. Maracaju, MS. 2010 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	PENTA	6.096,0	6.606,0	¹ 6.351,0 a
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 x Inseticida (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, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b 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 & MCBRIDE, 2000; MARRA et al., 1998).

Tabela 19 - Produtividade (kg ha⁻¹) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas. São Gabriel do Oeste-MS. Segunda safra de 2010. *Productivity (kg ha⁻¹) of maize hybrids of Bt and conventional technologies, as influenced by insecticides. São Gabriel do Oeste, MS. 2010 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	PENTA	5.250,0	5.724,0	¹ 5.487,0 a
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 x Inseticida (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, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

Ao se considerar as médias de produtividade dos trabalhos de pesquisa realizados nos municípios de Maracaju, Dourados, Naviraí, Rio Brillhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste-MS, na segunda safra de 2010 (Figura 3), nota-se que as médias de rendimento entre híbridos com tecnologia Bt, com e sem manejo, não obtiveram diferenças significativas entre si. Entre híbridos Bt sem aplicação de inseticidas e convencionais com aplicação de inseticidas, não houve diferenças estatísticas. Entre híbridos Bt e convencionais sem aplicação de inseticidas, houve diferença estatística, e os híbridos Bt atingiram maiores produtividades. O fato de os híbridos convencionais com e sem a aplicação de inseticidas não obterem diferenças estatísticas, indica uma fragilidade neste sistema, e os erros no momento da aplicação, produtos e doses mal utilizados podem permitir que a praga aumente sua severidade de ataque, prejudicando a cultura. O sucesso no controle está relacionado ao rigoroso manejo da praga. Na prática, esta situação é bem acentuada, e 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, em relação aos híbridos convencionais, a segurança em se manter um limite produtivo é um dos mais importantes. Entretanto, observa-se também que híbridos convencionais bem manejados e livres de pragas têm os mesmos potenciais genéticos de híbridos com tecnologia Bt.

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 às plantas de milho convencional. Para TRIGO & CAP (2003), o benefício do plantio do milho Bt, na Argentina, deriva do aumento em 5% da produtividade.

Os dados de aumentos de produtividade, provavelmente, têm em seu alicerce outro efeito positivo demonstrado neste 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 com sua isolinha 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 Dourados, 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 isolinhas convencionais, exceto para os híbridos DKB 350 e AG9010. Para DKB 390, TORK e 2B710, as aplicações melhoraram o desenvolvimento inicial da cultura e preservaram o número de plantas por hectare.

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 isolinhas Bt. Híbridos convencionais obtiveram populações de plantas semelhantes aos híbridos que continham a tecnologia Bt. Em condições ótimas de clima e manejo, os benefícios anteriormente observados no que se refere à tecnologia Bt não ocorreram.

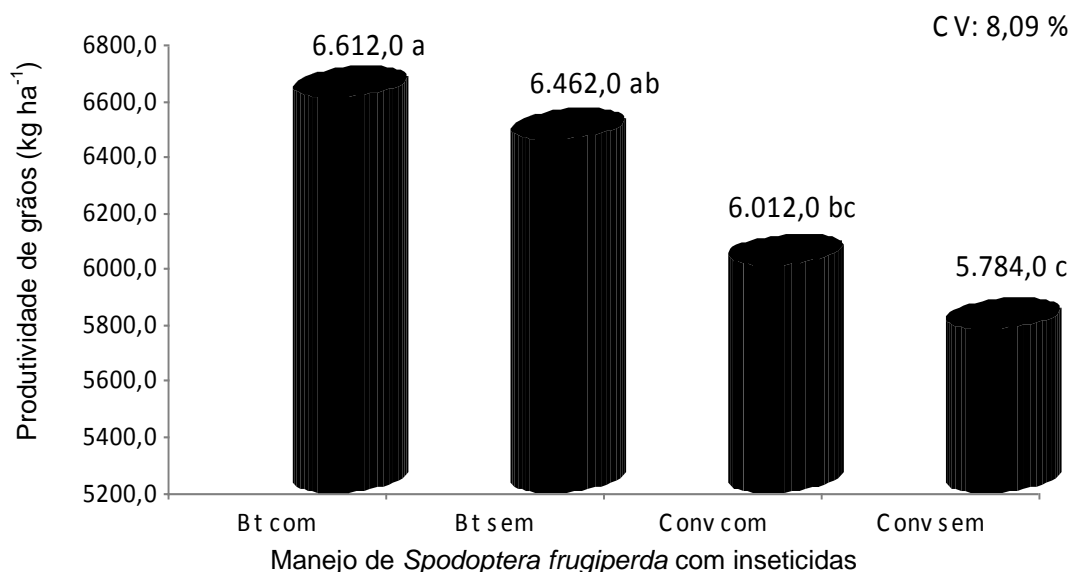


Figura 3 - Produtividade de grãos de híbridos de milho Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem). Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brillhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste-MS. Segunda safra de 2010. CV – Coeficiente de Variação. *Productivity of maize hybrids of Bt technology with (Bt com) application of insecticides and without (Bt sem) application of insecticides and maize hybrids of conventional technology with (Conv com) and without (Conv sem) application of insecticides in the municipalities of Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brillhante, Sidrolândia, and São Gabriel do Oeste. 2010 off-season crop. CV – coefficient of variation. The numbers after the comma are decimals. Example : 1,1 = one and one tenth.*

Tabela 20 - Estande (número de plantas por hectare) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas. Maracaju-MS. Segunda safra de 2009. *Plant stand (number of plants per hectare) of Bt and conventional technologies maize hybrids, as influenced by insecticides. Maracaju, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação	^b Com Aplicação	Média
1	DKB390	¹ 35.300 c B	42.200 a A	38.800 c
2	DKB390YG	45.200 a A	47.400 a A	46.300 a
3	DKB350	42.600 b A	38.400 b A	40.500 b
4	DKB350YG	45.700 a A	46.700 a A	46.200 a
5	AG9010	32.500 c B	42.600 a A	37.600 c
6	AG9010YG	45.100 a A	47.900 a A	46.500 a
7	TORK	41.300 b A	39.500 b A	40.400 b
8	TORKTL	45.100 a A	47.600 a A	46.400 a
9	2B710	37.800 c B	45.400 a A	41.600 b
10	2B710Hx	48.500 a A	49.100 a A	48.800 a
Média		41.900 B	44.700 A	43.300
Híbrido (F)				12,7**
Inseticida (F)				29,6**
Híbrido x Inseticida (F)				5,4**
C.V. (%)				8,37

¹ Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

Tabela 21 - Estande (número de plantas por hectare) de híbridos de milho convencionais e Bt em função da aplicação de inseticidas. Dourados-MS. Segunda safra de 2009. *Plant stand (number of plants per hectare) of Bt and conventional technologies maize hybrids, as influenced by insecticides. Dourados, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	^a Sem Aplicação		^b Com aplicação		Média
1	DKB390	¹ 31.300	c B	40.300	b A	35.800 b
2	DKB390YG	45.300	a A	46.300	a A	45.800 a
3	DKB350	41.600	b A	37.500	c A	39.600 b
4	DKB350YG	37.200	b A	45.400	a A	41.300 a
5	AG9010	37.500	b A	43.800	b A	40.700 b
6	AG9010YG	45.400	b A	43.700	b A	44.600 a
7	TORK	26.300	c B	38.800	c A	32.600 b
8	TORKTL	41.000	a A	46.600	a A	43.800 a
9	2B710	38.800	b A	44.400	a A	41.600 b
10	2B710Hx	49.400	a A	50.000	a A	49.700 a
Média		39.400	B	47.300	A	41.500
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, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos. ^a Sem aplicação de inseticidas. ^b Com aplicação de inseticidas.

Tabela 22 - Estande (número de plantas por hectare) de híbridos de milho convencionais e Bt, em função da aplicação de inseticidas. São Gabriel do Oeste-MS. Segunda safra de 2009. *Plant stand (number of plants per hectare) of Bt and conventional technologies maize hybrids, as influenced by insecticides. São Gabriel do Oeste, MS. 2009 off-season crop.*

² N	Híbridos	Média
1	DKB390	¹ 51.500 a
2	DKB390YG	50.600 a
3	DKB350	51.500 a
4	DKB350YG	50.500 a
5	AG9010	50.500 a
6	AG9010YG	53.000 a
7	TORK	49.300 a
8	TORKTL	49.300 a
9	2B710	49.000 a
10	2B710Hx	52.800 a
Média		50.800
C.V. (%)		5,21

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ² Número de tratamentos.

Observando-se os resultados dos trabalhos realizados na segunda safra de 2010 (Figura 4), confirmam-se as informações obtidas na segunda safra de 2009. Híbridos que continham a tecnologia Bt obtiveram um estande de, aproximadamente, 5.000 plantas a mais, quando comparados às suas isolinhas convencionais sob o manejo químico com inseticidas. Portanto, nas condições de instalação dos trabalhos, ob-

serva-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.

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 à redução de perda de produtividade, tem sido suficiente para 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 de 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 23). 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, nessa safra, ocorreram altas de preços de fertilizantes, o que reduziu a percentagem de participação dos investimentos em sementes fiscalizadas. Podem-se considerar os custos da

tecnologia Bt em torno de R\$ 80,00 a R\$ 100,00 (DUARTE et al., 2009). O custo 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 dos híbridos Bt em torno de 1%.

Para a segunda safra de 2009, os custos da semente de milho Bt foram 36 % maiores do que as sementes convencionais (Tabela 24). Os custos de aplicação de inseticidas foram maiores em híbridos convencionais, pois, em híbridos Bt, não foi realizado controle químico para *S. frugiperda*.

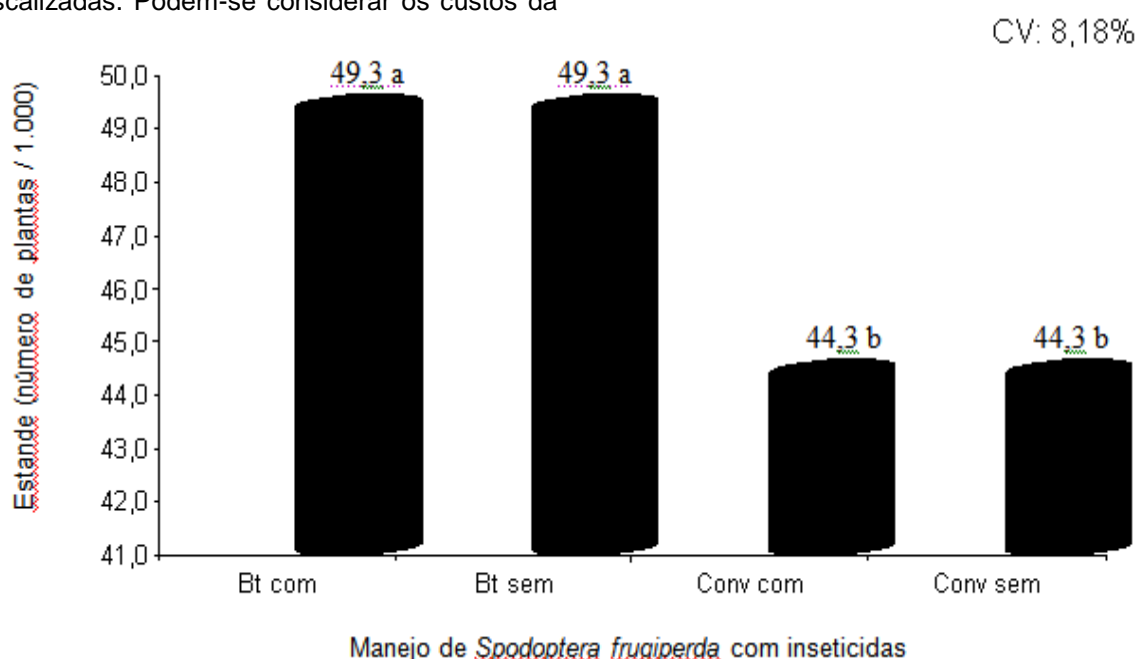


Figura 4 - Estande de híbridos de milho Bt com aplicação de inseticidas (Bt com), Bt sem aplicação (Bt sem), convencional com aplicação (Conv com) e convencional sem aplicação de inseticidas (Conv sem) nos municípios de Naviraí, Maracaju, Dourados, Rio Brillhante, Sidrolândia e São Gabriel do Oeste-MS. Segunda safra de 2010. CV – Coeficiente de Variação. *Plant stand of maize hybrids of Bt technology with (Bt com) application of insecticides and without (Bt sem) application of insecticides and maize hybrids of conventional technology with (Conv com) and without (Conv sem) application of insecticides in the municipalities of Navirai, Maracaju, Dourados, Rio Brillhante, Sidrolandia, and São Gabriel do Oeste. 2010 crop season. CV – coefficient of variation. The numbers after the comma are decimals. Example : 1,1 = one and one tenth.*

Observando as diferenças no total geral, o custo 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 %.

Para a segunda safra de 2010, a participação dos custos de semente de híbridos Bt foi 7,31% maior do que para híbridos convencionais (Tabela 25). Entretanto, as aplicações de insetici-

das 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 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 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).

A utilização de plantas Bt como alternativa para melhoria de condições de cultivo, aumentos de produtividade e retorno econômico vem ocorrendo em diversos países, com resultados semelhantes aos aqui observados (HOFS 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 observou redução dos custos de produção, e, sim, custos praticamente semelhantes entre híbridos convencionais e Bt.

Tabela 23 - Custo variável de produção do milho de safra convencional e Bt em sistema de plantio direto, safra de 2008-2009. *Variable production costs of Bt and conventional maize hybrids in a no tillage system. 2008 – 2009 crop season.*

Descrição	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
^a 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
^b Inseticidas	47,95	169,2	3,32	5,75	20,4	0,39
Subtotal	977,85	3.451,2	67,76	1.015,65	3.584,4	69,60
Operações Agrícolas						
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 Ureia	12,40	43,8	0,86	12,40	43,8	0,85
Subtotal	120,94	427,2	8,38	99,35	351,0	6,81
Colheita e Pós-Colheita						
Colheita	42,73	150,6	2,96	42,73	150,6	2,93
^c Transporte para Armazém	132,60	468,0	9,19	132,60	468,0	9,09
^d Recebimento, Secagem,	169,00	596,4	11,71	169,00	596,4	11,58
Subtotal	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

^a Adubação no sulco de plantio: 380 kg ha⁻¹, Adubação de cobertura: ^b Número de pulverizações: 04 milho convencional e 02 milho Bt; ^c Transporte para armazém 50 km = R\$ 17,00/t (4 t/ha); ^d Recebimento/Secagem/Limpeza: R\$ 1,70/sc.

Os benefícios da utilização desta tecnologia são advindos de um controle eficiente de *S. frugiperda*, maiores produtividades em alguns casos e 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 melhorou o controle da lagarta nestes materiais. Os aspectos aqui observados ressaltam a importância

da tecnologia Bt no 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 em seu uso. Acompanhados do monitoramento e de regras que tangem sua utilização, os híbridos Bt vêm incrementar e melhorar as condições de controle de pragas e aumentar a eficiência de todo o sistema produtivo.

Tabela 24 - Custo variável de produção do milho de segunda safra convencional e Bt em sistema de plantio direto. Segunda safra de 2009. *Variable production costs of Bt and conventional maize hybrids in a no tillage system. 2009 off-season crop.*

Descrição	Milho Segunda safra Convencional			Milho Segunda safra Bt		
	R\$ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%Partic.	R\$ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%Partic.
Despesas com insumos						
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
^a 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
^b Inseticidas	54,73	219,0	6,03	7,10	28,2	0,78
Subtotal	569,34	2.283,6	62,75	590,43	2.361,6	64,46
Operações Agrícolas						
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
Subtotal	68,92	276,0	7,60	56,35	225,6	6,15
Colheita e Pós-Colheita						
Colheita	65,13	260,4	7,18	65,13	260,4	7,11
^c Transporte para Armazém	76,50	306,0	8,43	76,50	306,0	8,35
^d Recebimento, Secagem,	127,50	510,0	14,05	127,50	510,0	13,92
Subtotal	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

^a Adubação: 280 kg ha⁻¹; ^b Número de pulverizações: 04 milho convencional e 02 milho Bt; ^c Transporte para armazém 50 km = R\$ 17,00/t (4 t/ha); ^d Recebimento/Secagem/Limpeza: R\$ 1,70/sc.

Tabela 25 - Custo variável de produção do milho de segunda safra convencional e Bt em sistema de plantio direto. Segunda safra de 2010. *Variable production costs of Bt and conventional maize hybrids in a no tillage system. 2010 off-season crop.*

Descrição	Milho Segunda safra Convencional			Milho Segunda safra Bt		
	R\$ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%Partic.	R\$ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%Partic.
Despesas com insumos						
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
^a 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
^b Inseticidas	55,90	223,8	6,11	6,21	24,6	0,67
Subtotal	588,72	2.355,0	64,33	617,70	2.470,2	66,27
Operações Agrícolas						
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
Subtotal	70,94	283,8	7,75	58,89	235,2	6,32
Colheita e Pós-Colheita						
Colheita	74,06	296,4	8,09	74,06	296,4	7,94
^c Transporte para Armazém	76,50	306,0	8,36	76,50	306,0	8,21
^d Recebimento, Secagem,	105,00	420,0	11,47	105,00	420,0	11,26
Subtotal	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

^a Adubação: 280 kg ha⁻¹; ^b Número de pulverizações: 04 milho convencional e 02 milho Bt; ^c Transporte para armazém 50 km = R\$ 17,00/t (4 t/ha); ^d Recebimento/Secagem/Limpeza: R\$ 1,40/sc.

Conclusões

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

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

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

Os híbridos com tecnologia Bt (Cry1Ab e Cry1F) proporcionaram maior estande de plantas de milho do que híbridos convencionais;

A tecnologia Bt representou custos de produção semelhantes aos observados em híbridos convencionais sob o manejo com inseticidas químicos;

Os híbridos Bt tiveram, na maioria dos casos, maiores produtividades do que suas isolinhas convencionais;

Referências

- 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**, Duluth, v.32, p.156-173, 2000.
- 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.
- 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.
- BROCH, D. L.; PEDROSO, R. S. CUSTO DE PRODUÇÃO DA CULTURA DO MILHO. In: **Tecnologia de produção: soja e milho 2007/2008**. Maracaju: Fundação MS, 2008. p.200.
- BROCH, D. L.; 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, 2011. p.176.
- BUNTIN, G. D.; FLANDERS, K. L.; LYNCH, R. E. Assessment of experimental Bt events against fall armyworm and corn earworm in field corn. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, 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: Embrapa, 2009. p.1-26 (Circular Técnica, 135).
- CAROZZI, N.; KOZIEL, M. **Advances in insect control**. London: Taylor & Francis, 1997. p.301.
- 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.
- DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. **Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm**. Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station, 1992. 9p. (Technical Bulletin, 186).
- DUARTE, J. O. **Effects of the biotechnology and intellectual property right law in the seed industry**. 2001. Tese (Doutorado) - University of Nebraska, Lincoln, 2001.
- DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; CRUZ, J. C. **Aspectos econômicos da produção de milho transgênico**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2009. 15p.(Circular Técnica, 127).
- 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-CORTEJO, 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**, Sete Lagoas, v.2, n.2, p.25-35, 2003.
- FRIZZAS, M.R. **Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a comunidade de insetos**. 2003. 192f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- GIANESSI, L. P.; CARPENTER, J. E. **Agricultural biotechnology: insect control benefits**. 1999. Disponível em: <<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**, Stanford, 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). 2009. Disponível em: <http://www.ucsusa.org/assets/documents/food_and_agriculture/failure-to-yield.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2010.

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**, Giulford, v.25, n.9, p.1-11, 1998.

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.

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

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

LOGUERCIO, L. L.; CARNEIRO, N. P.; CANEIRO A. A. **Milho Bt**: alternativa tecnológica no controle de insetos-pragas. *Biociência* Ciência & Desenvolvimento, Brasília, n.24, p.46-52, jan./fev. 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, 2009.

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, 2011. p.127 – 148.

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

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

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

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

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

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.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Arquivo Agrônômico Potafós, 2003. n.15. p.1-20.

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

SARMENTO, 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**. Uberlândia, v.2, n.2, p.41-48, 2002.

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

TRIGO, E.J.; CAP, E.J. The impact of the introduction of transgenic crops in argentinean agriculture. **AgBioForum**, Columbia, n.6, v.3, p.87-94, 2003. Disponível em: <<http://www.usda.com>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

WAQUIL, J.M. **Manejo Fitossanitário e Ambiental: Milho transgênico Bt e resistência das plantas ao ataque da lagarta-do-cartu-**

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

WAQUIL, J. M.; VILLELA F.M.F.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Santa Maria, v.1, n.3, p.1-11, 2002.

WILLIAMS, W.P.; 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.

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**, Columbia, v.10, n.2, p.71-84, 2007.