

DESEMPENHO DE CULTIVARES TRANSGÊNICAS DE MILHO E SEUS CORRESPONDENTES CONVENCIONAIS

Haroldo Tavares Elias¹, Gilcimar Adriano Vogt², Rubens Onofre Nodari³, Alvadi Antonio Balbinot Junior⁴, Gilmar Espanhol⁵ e Sarah Agapito⁶.

INTRODUÇÃO

Novas cultivares de milho podem ser obtidas tanto pelo melhoramento genético convencional quanto por engenharia genética. No Brasil, do ponto de vista legal (Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005), qualquer organismo cujo material genético (DNA/RNA) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética é denominado Organismo Geneticamente Modificado (OGM), que também é chamado de transgênico. Cultivares transgênicas de milho tolerantes a herbicidas, como, por exemplo, glifosato ou a certos insetos da ordem Lepidóptera estão sendo cultivadas em outros países desde 1996. No Brasil, a soja RR e milhos Bt vem sendo cultivados desde as safras 2003/2004 e 2008/2009, respectivamente.

Plantas com transgenes que codificam toxinas *Cry*, oriundas de *Bacillus thuringiensis* (milho Bt) têm sido desenvolvidas com a promessa de redução do uso de inseticidas, já que certas espécies de insetos da ordem Lepidóptera ao se alimentarem de tecidos de milho contendo tais toxinas acabam morrendo. O uso de cultivares transgênicas Bt reduziu o uso de 8,9 milhões de quilos de inseticidas nos Estados Unidos no período de 1996 a 2003 (Benbrook, 2003). No entanto, não existem dados no Brasil, uma vez que cultivares transgênicas de milho foram cultivadas somente em duas safras. Desta forma, há carência de dados sobre o desempenho de cultivares transgênicas Bt em relação às suas correspondentes convencionais.

Na safra atual, novos eventos transgênicos foram liberados oficialmente e, como consequência, há 136 versões transgênicas. Em relação à safras passadas, 19 cultivares de milho transgênico deixaram de ser comercializadas (14 híbridos simples e 5 híbridos triplos) e 51 novas versões transgênicas foram acrescentadas ao mercado (40 híbridos simples, 4 híbridos simples modificados e 7 híbridos triplos), mostrando a grande dinâmica na substituição de cultivares de milho no mercado (Cruz et al., 2011).

As cultivares transgênicas de milho atualmente no mercado são resultantes de cinco eventos transgênicos para o controle de lagartas: 50 cultivares contêm o evento MON 810 - marca registrada YieldGard; 41 apresentam o evento TC 1507 marca Herculex I; 17 apresentam o Agrisure TL – conhecido como Bt11; 4 apresentam o evento MON 89034 e 2 apresentam o evento MIR162(toxina Vip3Aa também oriunda de *B. thuringiensis*).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de cultivares de milho transgênico resistentes a insetos da ordem Lepidóptera em relação aos seus correspondentes convencionais.

¹ Pesquisador Epagri, Rod. Admar Gonzaga, 1743, Itacorubi. Florianópolis/SC. htelias@epagri.sc.gov.br

² MSc. Pesquisador Epagri, Rod. BR 280 km 219,5, Canoinhas/SC. gilcimar@epagri.sc.gov.br

³ Dr. Prof. Titular da UFSC - CCA, Rod. Admar Gonzaga, 1346. Itacorubi. Fpolis/SC. nodari@cca.ufsc.br

⁴ Dr., Pesquisador da Embrapa Soja, Rod. Carlos João Strass, Londrina/PR. balbinot@cnpsa.embrapa.br

⁵ Eng. Agr. Epagri, BR 282, Km 342. Campos Novos/SC. espagnol@epagri.sc.gov.br

⁶ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais UFSC, Fpolis, sarahgro@gmail.com

MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos consistiram de dez cultivares híbridas de milho nas versões transgênicas e seus correspondentes não transgênicos, comercializadas no Estado de Santa Catarina na safra 2009/2010, portanto constituiu-se um fatorial (10 x 2). As cultivares foram escolhidas dentre as 70 indicadas pelas empresas mantenedoras para a safra 2009/2010.

Os experimentos foram conduzidos em duas regiões representativas da produção de milho no Estado, Chapecó (Oeste Catarinense) e Major Vieira (Planalto Norte Catarinense). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram formadas por quatro fileiras de quatro metros de comprimento, sendo a área útil formada pelas duas linhas centrais. Foram semeadas 24 sementes por linha com um espaçamento entre linhas de 80 cm, seguindo os padrões utilizados pela cultura. A densidade final de plantas foi de, aproximadamente, 65 mil plantas/ha.

A correção do solo e a adubação seguiram as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (Sociedade..., 2004). O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de aplicação de herbicidas pré-plantio (dessecação) e pós-plantio. Conforme a necessidade, foram realizadas capinas manuais durante o desenvolvimento da cultura. Não houve aplicação de inseticidas e fungicidas.

Os dados de produtividade de grãos foram submetidos à análise de variância conjunta e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância conjunta demonstrou efeitos significativos, a 5% de probabilidade, para todos os fatores e a interação entre eles (Tabela 1). Salienta-se que a interação entre os três fatores foi significativa. Houve expressiva diferença entre os híbridos avaliados dentro dos locais, o que demonstra a variabilidade no potencial produtivo entre as cultivares ofertadas comercialmente. Em geral, a produtividade de grãos em Chapecó foi maior do que em Major Vieira.

Em Major Vieira, observou-se que três dos 10 híbridos (P30F53, P32R42 e AG9020) apresentaram produtividade inferior na versão convencional em relação à transgênica (Tabela 2). Em Chapecó, a maioria dos híbridos transgênicos apresentou produtividade de grãos superior aos correspondentes convencionais. No entanto, os híbridos convencionais AGN 30A91, Dow 2B604 e AS 3221 apresentaram rendimentos superiores aos seus contra-partes transgênicos, mesmo sem a aplicação de nenhum agrotóxico (Figura 1). Isto demonstra, em primeiro aspecto, a diferenciação entre genótipos, bem como a interação entre genótipos e ambientes sobre o ganho em produtividade decorrente à transgenia para resistência a insetos. A maior produtividade de grãos observada em alguns híbridos transgênicos em relação aos seus correspondentes convencionais pode ser creditada, em especial, ao menor dano ocasionado por lagartas, sobretudo *Spodoptera frugiperda*. O consumo de folhas por essas lagartas reduz o índice

de área foliar, o que pode se refletir em redução da fotossíntese líquida da comunidade de plantas e, conseqüentemente, da produtividade de grãos.

Outro aspecto relevante a ser mencionado é de que o potencial dos híbridos convencionais é elevado e não pode ser plenamente expresso, pois nenhuma aplicação de inseticida foi feita no experimento. Assim a comparação feita no parágrafo anterior deve ser tomada com cautela, pois em outro sistema de manejo, como por exemplo em rotação de cultura ou com baixa pressão de pragas ou mesmo com o uso de agrotóxicos, a produtividade poderia ser diferente. Além disso, como os dados do presente trabalho são de apenas uma safra agrícola, estes resultados devem ser tomados com cautela e o experimento deverá ser repetido em outros anos.

Os híbridos avaliados neste estudo diferenciam somente quanto a inserção evento MON 810 - marca registrada YieldGard, no qual foi introduzido o gene cry1Ab de *Bacillus thuringiensis* e que levam à produção de proteínas tóxicas a determinadas ordens de insetos considerados pragas (Biotecnologia – YieldGard, Marcas registradas da Monsanto Company, 2011), a exceção do híbrido DOW 2B604, que tem a inserção do TC 1507 – marca registrada Herculex, no qual foi introduzido outro gene (cry1f) também oriundo de *B. thuringiensis*.

Existem poucos trabalhos relativos à introdução e viabilidade das tecnologias transgênicas. Duarte et al. (2009) realizaram análises econômicas, concluindo ser exequível o uso da tecnologia Bt, pois o aumento dos custos com sementes são compensados pela redução dos custos com aplicação dos inseticidas. Segundo esses autores, quando há possibilidade de redução das perdas causadas pelas pragas, os retornos financeiros são maiores, reforçando a viabilidade econômica do uso da tecnologia.

Entretanto, é necessário considerar que as próprias empresas obtentoras dos milhos transgênicos admitem a ocorrência de pragas secundárias nas variedades transgênicas (Portal do Agronegócio, 2011), havendo necessidade de aplicação de inseticidas. Além disso, como os dados do presente trabalho são de apenas uma safra agrícola, estes resultados devem ser tomados com cautela e o experimento deverá ser repetido em outros anos.

CONCLUSÃO

O aumento de produtividade de grãos em cultivares transgênicas de milho resistentes a algumas espécies de insetos da ordem Lepidóptera, em relação às suas correspondentes convencionais, na ausência de controle químico, é dependente do genótipo e do ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENBROOK, C. **Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the United States: The first eight years.** Biotech InfoNet Paper, Troy, No. 7, 2004. Disponível em: <www.biotech-info.net/technicalpaper6.html>. Acesso em: 15 junho de 2011.

PIONEER. Milho Bt: Híbridos Pioneer com gene Yieldgard®. Revista Pioneer Responde, São Paulo, no. 5, 2008. Disponível em:

<<http://www.pioneersementes.com.br/ProdutosBiotecnologiaMilhoBTDesenvolvimento.aspx>>. Acessado em: 27 de junho de 2011.

CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A., SILVA. G. H. **Cultivares de Milhos Disponíveis no Mercado Brasileiro na Safra 2010/11**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2010. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acessado em: 28 de junho de 2011.

JAMES, C. **International Service for the Acquisition of Agri-biotech Application (ISAAA)**. 2008. Disponível em: <www.isaaa.org>. Acessado em: 28 de setembro de 2009.

BRASIL. **Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005**. Estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/lei/L11105.htm>. Acessado em: 28 de junho de 2011.

Manejo de Pragas Secundárias no milho Bt. In: Portal do agronegócio. IN: http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?tit=quer_saber_mais_sobre_manejo_de_pragas_secundarias_no_milho_bt&id=54437. Acesso em 29/06/2011.

PIONEER. **Quer saber mais sobre Manejo de Pragas Secundárias no milho Bt?** Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/PopVersaoImpressao.aspx?id=9796>>. Acessado em: 27 de junho de 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed., Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004. 394p

Tabela 1. Análise de variância para a variável produtividade de grãos em dez cultivares de milho transgênico e suas correspondentes convencionais, Chapecó e Major Vieira, safra 2009/10.

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>Fc
Híbridos	9	119735214	13303913	20.74	0.0000
Transgenia	1	34353269	34353269	53.56	0.0000
Ambiente	1	150198451	150198451	234.18	0.0000
Híbridos x Transgenia	9	36251103	4027900	6.28	0.0000
Híbridos x Ambiente	9	21607050	2400783	3.74	0.0004
Transgenia x Ambiente	1	8056418	8056418	12.56	0.0006
Híbridos x Transgenia x Ambiente	9	13056538	1450726	2.26	0.0228
Blocos (Ambiente)	6	14227517	2371253	3.70	0.0021
Resíduo	114	73119032	641395		
Total	159	470604594			
Média	10.316				
CV(%)	7.76				

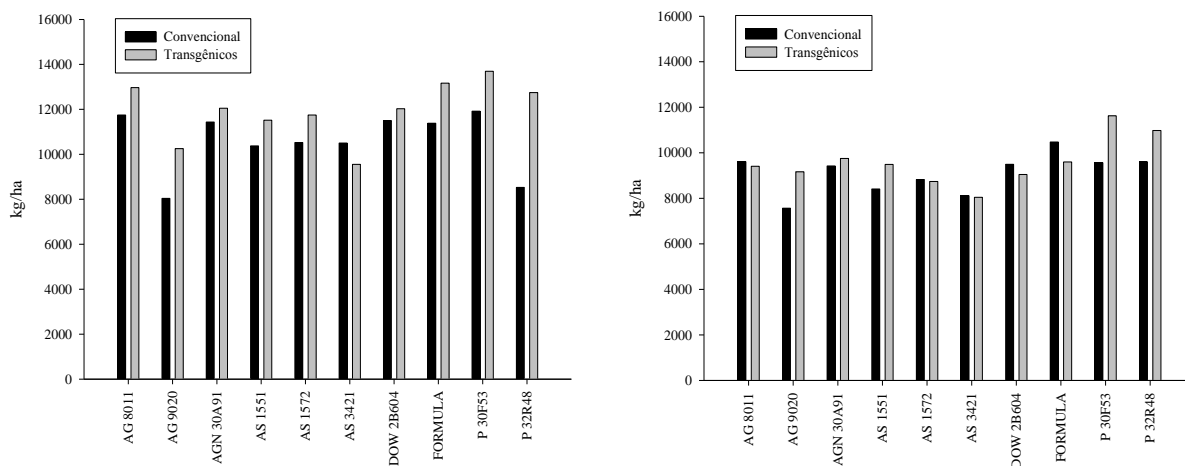
Tabela 2. Produtividade de grãos (kg/ha) em dez cultivares de milho transgênico e suas correspondentes convencionais, Chapecó e Major Vieira, safra 2009/10.

Híbridos	Major Vieira								
	Convencional					Transgênico			
P 30F53	9561	A ¹	b ²	(b) ³	11628	A ¹	a ²	(b) ³	
P 32R48	9604	A	b	(a)	10982	A	a	(b)	
AGN 30A91	9423	A	a	(b)	9753	B	a	(b)	
FORMULA	10476	A	a	(a)	9598	B	a	(b)	
AS 1551	8409	B	a	(b)	9492	B	a	(b)	
AG 8011	9607	A	a	(b)	9409	B	a	(b)	
AG 9020	7566	B	b	(a)	9164	B	a	(a)	
DOW 2B604	9495	A	a	(b)	9049	B	a	(b)	
AS 1572	8825	B	a	(b)	8741	B	a	(b)	
AS 3421	8114	B	a	(b)	8043	B	a	(b)	

Híbridos	Chapecó								
	Convencional					Transgênico			
P 30F53	11921	A	b	(a)	13697	A	a	(a)	
FORMULA	11383	A	b	(a)	13166	A	a	(a)	
AG 8011	11750	A	b	(a)	12969	A	a	(a)	
P 32R48	8530	C	b	(a)	12748	A	a	(a)	
AGN 30A91	11438	A	a	(a)	12050	B	a	(a)	
DOW 2B604	11500	A	a	(a)	12027	B	a	(a)	
AS 1572	10527	B	b	(a)	11747	B	a	(a)	
AS 1551	10377	B	b	(a)	11517	B	a	(a)	
AG 9020	8041	C	b	(a)	10252	C	a	(a)	
AS 3421	10502	B	a	(a)	9552	C	a	(a)	

¹ Letras maiúsculas comparam os híbridos dentro de cada local; ² Letras minúsculas comparam a situação de transgenia para o mesmo híbrido e local; ³ Letras minúsculas entre parênteses comparam os dois locais para o mesmo híbrido e situação de transgenia. As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Figura 1. Avaliação comparativa do rendimento de grãos entre cultivares de milho transgênico e suas contrapartes convencionais em Chapecó e Major Vieira. Safra 2009/10. 2010.



- Este trabalho é parte do Projeto: “Avaliação da introdução de milho geneticamente modificado para resistência a insetos em Santa Catarina” financiado pela FAPESC.