

Boletim de Pesquisa 207 **e Desenvolvimento** ISSN 1678-2518 Dezembro, 2014

Recomendação do Uso de Cultivares Bt para Cultivo de Milho em Terras Baixas



ISSN 1678-2518

Dezembro, 2014

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 207

Recomendação do Uso de Cultivares Bt para Cultivo de Milho em Terras Baixas

Beatriz Marti Emygdio
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa
Júlio José Centeno da Silva

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2014

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Unidade Responsável

Presidente: *Ariano Martins de Magalhães Júnior*

Vice-presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária-Executiva: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho.*

Suplentes: *Isabel Helena Vernetti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.*

Revisão de texto: *Eduardo Freitas de Souza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Rosana Bosenbecker (estagiária)*

Fotos: *Beatriz Marti Emygdio*

1ª edição

Obra digitalizada (2014)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

E55r Emygdio, Beatriz Marti

Recomendação do uso de cultivares Bt para cultivo de milho em terras baixas / Beatriz Marti Emygdio, Ana Paula Schneid Afonso da Rosa, Júlio José Centeno da Silva. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 207)

1. Milho. 2. Planta transgênica. 3. Solo hidromórfico. I. Rosa, Ana Paula Schneid Afonso da. II. Silva, Júlio José Centeno. III. Título. IV. Série.

633.15 CDD

©Embrapa 2014

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	15
Resultados e Discussão	18
Referências	23

Recomendação do Uso de Cultivares Bt para Cultivo de Milho em Terras Baixas

Beatriz Marti Emygdio¹

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa²

Júlio José Centeno da Silva³

Resumo

A incorporação da cultura do milho, de forma eficiente, nos sistemas de produção de terras baixas (solos hidromórficos), depende, entre outros fatores, da drenagem e irrigação, e da escolha da cultivar. O uso de cultivares de milho geneticamente modificadas, com resistência a insetos (milho *Bt*), tem sido apontado como uma das práticas capazes de melhorar o desempenho produtivo do milho nessas áreas. Assim, com o objetivo de elucidar a importância do uso de cultivares transgênicas, para cultivo de milho em terras baixas da metade sul do RS, procedeu-se a uma análise comparando cultivares em suas versões convencionais e transgênicas, durante quatro safras. Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental Terras Baixas, em solos hidromórficos, no município de Capão do Leão, RS. Os resultados demonstraram um incremento médio de produtividade da versão convencional para a versão transgênica de 50%, quando o cultivo foi feito em terras baixas, em comparação com o cultivo em

¹ Bióloga, D.Sc. em Fitomelhoramento, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³ Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agroecologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Passo Fundo. A adoção de cultivares de milho com a tecnologia *Bt* beneficiou o desempenho da cultura, em função do menor ataque de lepidópteros, que se traduziu em espigas maiores, com maior diâmetro, maior número de grãos por espigas e grãos mais pesados, proporcionando maior rendimento de grãos.

Palavras-chave: milho transgênico, solos hidromórficos, lagarta-do-cartucho.

Recommendation of Bt Cultivars to Maize Crop in Low Lands

Abstract

The efficient incorporation of maize crop to low land production systems depends on drainage, irrigation and the choice of proper cultivars. The adoption of genetically modified insect resistant maize (Bt maize) has been considered as one of the technologies responsible to increase maize yield in these areas. Aiming to elucidate the impact of the adoption of GM cultivar to low land maize production, in RS State, four crop season experiments were carried out at Low Lands Experimental Station, in Capão do Leão county, to compare GM and its conventional cultivars versions. The results demonstrate an average yield improvement of about 50% between GM cultivars and its conventional version, in low land areas. The adoption of maize Bt cultivars benefits the crop performance duo to lower insect damage, resulting in higher ear diameter, higher number and weight of grains, promoting yield gains.

Key words: transgenic maize, hidromorfic soils, fall armyworm.

Introdução

Cultivo de milho em terras baixas do Rio Grande do Sul

Estima-se que haja no Brasil cerca de 28 milhões de hectares de solos sujeitos ao encharcamento (solos aluviais e hidromórficos) (MAGALHÃES et al., 2005). Grande parte dessas áreas encontra-se na região dos Cerrados e outra parcela (6,8 milhões de ha) na região Sul do Brasil.

No RS os solos hidromórficos, também denominados de terras baixas e/ou várzeas, ocupam extensas áreas, aproximadamente 5,4 milhões de hectares, em geral com baixas altitudes (PINTO et al., 2004). Desse total, em torno de 3 milhões de hectares são destinados ao cultivo do arroz irrigado e ou usados com pecuária de corte. Anualmente, 1,1 milhão de hectares são efetivamente cultivados com arroz irrigado (CONAB, 2014).

O sistema de produção tradicional e predominante nas terras baixas da região Sul, que são arroz irrigado e pecuária de corte extensiva, tem enfrentado problemas de baixa rentabilidade devido à alta infestação de plantas daninhas, especialmente arroz vermelho, e à necessidade de longos períodos de pousio. Essa situação tem demandado a necessidade de se viabilizar sistemas alternativos de produção, incluindo o uso de rotação de culturas (PINTO et al., 2004).

A diversificação e/ou incorporação de novas culturas às terras baixas, como a soja e o milho, é uma forma de aumentar a eficiência do sistema produtivo. Segundo Porto et al. (1998), o cultivo de milho nessas áreas tem assumido grande importância como alternativa no sistema de rotação de culturas, auxiliando principalmente no controle de plantas daninhas como o arroz vermelho.

Segundo dados do Programa de Produção de Milho em Áreas de Arroz Irrigado no RS (Milho na Várzea), lançado pelo Governo do Estado em 1999, o arroz cultivado após lavouras de milho apresenta rendimentos 20% superiores aos das lavouras convencionais (RIO GRANDE DO SUL, 2000).

Na safra 1999/2000, foi feita uma análise econômica de quatro sistemas de produção envolvendo o cultivo de milho e arroz em terras baixas, e os resultados demonstraram que o sistema “milho 1 ano + arroz 1 ano” foi o sistema mais eficiente, que apresentou maior valor bruto de produção e as maiores margens de lucro (RIO GRANDE DO SUL, 2000).

O comportamento de diferentes modelos de sucessões de culturas em solos de várzea, nos sistemas plantio direto e convencional, foi avaliado por cinco anos, seguidos de dois anos de pousio e três anos da cultura do arroz irrigado. Os autores concluíram que a cultura do milho em várzea tem melhor desempenho em plantio direto e que o arroz irrigado tem melhor produtividade em sucessão à cultura do milho, quando comparado com soja e outras espécies forrageiras (VERNETTI et al., 2009).

Estresses abióticos

Áreas de terras baixas são facilmente e frequentemente afetadas pelo estresse de encharcamento, que é um dos estresses abióticos de grande importância, já que a drenagem natural deficiente (hidromorfismo) é a principal característica desses solos. O milho é uma das muitas espécies vegetais que apresentam restrições de cultivo nessas condições.

Vários estudos, no entanto, têm mostrado a viabilidade de se estabelecer a cultura do milho em solos hidromórficos, em rotação com a cultura do arroz irrigado, desde que se disponha de eficiente

sistema de drenagem e que se utilize as demais práticas de manejo adequadas para obtenção de altos rendimentos de grãos, já que a cultura do milho é muito sensível ao excesso de água, necessitando de solos bem drenados (INDICAÇÕES, 2013; BONOW et al., 2013).

Uma evidência da potencialidade do cultivo de milho em áreas de arroz irrigado pode ser observada no estado de Arkansas, EUA, que é o maior produtor nacional de arroz irrigado. Nesse estado, em praticamente toda a área cultivada com arroz irrigado, adota-se a rotação com culturas de sequeiro, principalmente soja, milho e algodão, no verão, e em sucessão ao trigo, no inverno, com obtenção de altas produtividades (SILVA; SCHOENFELD, 2013).

Se por um lado a drenagem da área é um fator decisivo para o estabelecimento adequado da cultura do milho em terras baixas, por outro, deve-se considerar também a irrigação, já que nessas áreas é comum a ocorrência de longos períodos de déficit hídrico, que se configura como o segundo estresse abiótico de maior importância. Estudos, no entanto, têm demonstrado a alta responsividade do milho à irrigação quando cultivado em áreas de arroz irrigado, com incrementos de até 5 x no rendimento de grãos (MAASS et al., 2014).

Estresses bióticos

Entre os estresses bióticos de maior importância para o cultivo de milho em terras baixas estão os insetos e nesse grupo destaca-se a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Além de ser a principal praga da cultura do milho no Brasil, e estar presente em todas as fases de desenvolvimento da cultura (INDICAÇÕES, 2013), apresenta alta incidência em áreas de terras baixas do RS, provocando perdas significativas (Figura 1).

Como as culturas do arroz irrigado e sorgo são hospedeiras da lagarta-do-cartucho, a proximidade das áreas cultivadas com essas

gramíneas pode intensificar o ataque do inseto aos milharais (GRÜTZMACHER et al., 2000a).



Figura 1. Comportamento de cultivares de milho convencional (a) e Bt (b) frente ao ataque severo da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em solos hidromórficos, no município de Capão do Leão, RS. Embrapa Clima Temperado, 2014.

O controle da lagarta-do-cartucho geralmente é realizado com produtos químicos sintéticos. As aplicações de inseticidas, com grande frequência, são realizadas tardiamente e/ou acima do nível de controle (GRÜTZMACHER et al. 2000b). Segundo Rosa et al. (2011a), após atingir-se 10% de plantas infestadas, torna-se muito difícil o controle da lagarta-do-cartucho, mesmo com várias aplicações de inseticida. Dessa forma, o controle químico tem se tornado ineficiente em muitos casos, podendo ainda acarretar diversos problemas, como: resíduos em alimentos, eliminação de inimigos naturais, seleção de populações de pragas resistentes aos inseticidas, entre outros efeitos diretos e indiretos (DIEZ- RODRIGUEZ; OMOTO, 2001).

De acordo com Brookes e Barfoot (2014), de todo o milho cultivado anualmente no Brasil, aproximadamente 50% têm sido regularmente

tratados com inseticidas para o controle da lagarta-do-cartucho e normalmente são realizadas 5 aplicações de inseticida por safra.

Rosa et al. (2011b), ao avaliarem a eficiência de diversos inseticidas para controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho, em solos hidromórficos, verificaram que a eficiência de controle, de maneira geral, foi extremamente baixa, com melhor desempenho até 10 dias após a emergência. Para vários dos inseticidas testados não houve qualquer eficiência no controle da lagarta-do-cartucho.

Estudos com inseticidas naturais têm sido conduzidos, no entanto os resultados têm demonstrado que a eficiência de controle depende da época de semeadura e do grau de infestação (LIMA et al., 2008). Segundo Vendramim (1997), inseticidas naturais devem ser usados quando existem baixas densidades populacionais da praga, tendo em vista que o controle deve ser preventivo e não curativo. Em agroecossistemas de terras baixas, se observa justamente o contrário, elevados níveis de infestação (Figura 1a), demandando medidas alternativas e integradas no controle de pragas.

O milho geneticamente modificado, com tolerância a insetos lepidópteros (milho *Bt*), foi liberado no Brasil para cultivo comercial em 2007. A primeira geração de cultivares transgênicas de milho apresentavam eficiência no controle apenas da lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) e da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*). Hoje, a nova geração de cultivares transgênicas de milho, com resistência a insetos, apresenta ação de controle e/ou ação de supressão (variável conforme a tecnologia e a empresa detentora) não só da lagarta-do-cartucho e da broca-da-cana-de-açúcar, como também da lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*) e lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*) (Figura 1b).

Vários estudos vêm sendo conduzidos no sentido de avaliar a eficiência do uso de cultivares de milho geneticamente modificadas, com resistência a insetos lepidópteros. Os resultados têm demonstrado não só a eficiência da tecnologia, como também

os ganhos proporcionados pela adoção de híbridos de milho transgênicos, especialmente na redução de danos ocasionados pela lagarta-do-cartucho, lagarta-da-espiga e broca-da-cana (MICHELOTTO et al., 2011; GATTI et al., 2012).

Estudos de impactos e benefícios econômicos do uso de cultivares geneticamente modificadas também vêm sendo conduzidos e as análises têm evidenciado que os principais ganhos advindos do uso de cultivares transgênicas são derivados da redução dos custos com agrotóxicos e da redução da perda de produtividade causada pela infestação de pragas (FERNANDEZ-CORTEJO; Mc BRIDE, 2000; MARRA et al., 1998).

A disponibilidade de cultivares de milho geneticamente modificadas, com resistência a insetos lepidópteros (milho *Bt*), permitiu aos produtores reduzir de cinco para duas aplicações de inseticida por safra (BROOKES; BARFOOT, 2014).

Duarte et al. (2009) realizaram uma análise econômica do uso de milho transgênico e verificaram que o aumento do custo da semente de milho com a tecnologia *Bt* é mais que compensado com a redução dos custos de aplicação de insumos, e que quando há a possibilidade de redução de perdas causadas por pragas, os retornos financeiros são ainda maiores, reforçando a viabilidade econômica do uso da tecnologia.

Na safra 2013/14, 86,6% da semente de milho comercializada no Brasil foi de milho geneticamente modificado, com predomínio da tecnologia *Bt* e da combinação de *Bt* + RR (tolerância a herbicida). No RS, o percentual de semente de milho transgênica comercializada vem aumentando a cada safra, tendo atingido 75,9% na safra 2013/14 (APPS, 2014).

Com o objetivo de elucidar a importância do uso de cultivares transgênicas, com a tecnologia *Bt*, para cultivo de milho em terras

baixas da metade sul do RS, procedeu-se a uma análise criteriosa comparando cultivares de diferentes empresas, em suas versões convencionais e transgênicas, durante várias safras.

Materiais e Métodos

Experimentos safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12

Os dados foram extraídos dos ensaios regionais em rede, que avaliam cultivares híbridas de milho. Os ensaios foram conduzidos em diversos ambientes no Rio Grande do Sul. Para demonstrar a importância do uso de cultivares transgênicas, com a tecnologia *Bt*, para o cultivo de milho em terras baixas, foram selecionados os dados dos ensaios conduzidos no município de Capão do Leão, em solos hidromórficos, e para representar o cultivo em terras altas (condições normais de cultivo) selecionou-se os ensaios conduzidos no município de Passo Fundo, nas safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com três repetições.

As parcelas foram constituídas por duas linhas de cinco metros, espaçadas em 70 cm entre linhas no município de Capão do Leão e de 80 cm entre linhas, em Passo Fundo. Os dados de adubação, datas de plantio e de colheita encontram-se na Tabela 1.

Para poder comparar e quantificar os ganhos obtidos com o uso de cultivares transgênicas, o rendimento de grãos obtidos pela cultivar em sua versão convencional foi considerado como 100% e o diferencial de rendimento de grãos obtidos pela versão transgênica (*Bt*) da mesma cultivar foi considerado como a porcentagem de ganho obtido.

Nesse experimento foram consideradas apenas cultivares transgênicas contendo um único gene de resistência a inseto. Foram

selecionadas cultivares com a tecnologia Yield Gard (com gene Cry1Ab), representada pela letra “Y”, e cultivares com a tecnologia Herculex (com gene Cry1F), representada pelas letras “H” ou “Hx”.

Tabela 1. Caracterização dos ambientes onde os ensaios da rede regional de avaliação de híbridos de milho foram conduzidos. Embrapa Clima Temperado, 2014.

Município	Safra	Adubação Base (kg ha ⁻¹)	N em cobertura (kg ha ⁻¹)	Data de semeadura	Data de colheita
Capão do Leão	2009/10	350 (10-20-20)	280 (ureia)	29/10/2009	10/04/2010
	2010/11	350 (10-20-20)	300 (ureia)	18/11/2010	21/05/2011
	2011/12	400 (10-20-10)	430 (ureia)	05/11/2011	21/05/2012
Passo Fundo	2009/10	350 (5-25-25)	350 (ureia)	05/12/2009	20/05/2010
	2010/11	300 (5-25-25)	300 (ureia)	01/10/2010	27/04/2011
	2011/12	300 (5-25-25)	300 (ureia)	06/10/2011	21/04/2012

Experimento safra 2013/14

O experimento foi conduzido em camalhões de base larga, em solos hidromórficos, na Estação Experimental Terras baixas, no município do Capão do Leão. Foram avaliadas duas cultivares de milho, pertencentes a duas empresas, com e sem a tecnologia *Bt*, totalizando quatro tratamentos (BG 7060 e BG 7060 H, AG 9045 RR2, AG 9045 PRO2). Nesse experimento foram consideradas cultivares transgênicas contendo um e dois genes de resistência a inseto, respectivamente BG 7060H com o gene Cry1F e AG 9045 Pro2 com os genes Cry1A.105 e Cry2Ab2. A cultivar AG 9045 RR2, ainda que seja uma cultivar geneticamente modificada, não é uma cultivar com resistência a inseto, e sim somente com tolerância a herbicida. Para fins experimentais ela foi considerada como a versão convencional (não *Bt*) da cultivar AG 9045.

Cada cultivar foi semeada em um camalhão, com 7,5 metros de

largura (Figura 2). Foram semeadas oito linhas de cada cultivar, por camalhão, com 50 m de comprimento cada, e com espaçamento entre linhas de 70 cm. Para as avaliações agrônômicas foram colhidas nove repetições de duas linhas de cinco metros, por cultivar/camalhão, estratificadas da seguinte forma: três repetições de duas linhas de cinco metros na lateral esquerda do camalhão, três na lateral direita do camalhão e três no centro do camalhão.

Essa estratificação é necessária e foi feita de modo a representar as variações, especialmente de umidade, existentes em cada camalhão. A primeira linha da extremidade esquerda e da direita de cada camalhão não foram consideradas para as avaliações agrônômicas.



Figura 2. Milho cultivado em camalhões de base larga, em solos hidromórficos, na Estação Experimental Terras Baixas, em Capão do Leão, safra 2013/14. Embrapa Clima Temperado, 2014.

Os caracteres avaliados foram: rendimento de grãos (em kg ha^{-1}), corrigido para 13 % de umidade, e seus componentes: comprimento de espiga (em cm), diâmetro de espiga (em cm), número de fileiras de grão por espiga, número de grãos por espiga e peso de 100 grãos (em gr).

Resultados e Discussão

Nas safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12, no município de Passo Fundo, o uso de cultivares transgênicas nem sempre se mostrou vantajoso em comparação às suas versões convencionais. Para os casos em que o cultivo de híbridos de milho com a tecnologia *Bt* proporcionou incrementos no rendimento de grãos, esses não ultrapassaram 16% e em algumas circunstâncias a versão *Bt* da cultivar chegou a produzir -23% em relação à sua versão convencional (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por Michelotto et al. (2011), que compararam o rendimento de grãos de diferentes híbridos de milho em suas versões convencionais e transgênicas, no Estado de São Paulo, na safra de 2009/10 e na safrinha de 2010. Em ambas as situações, a porcentagem de ganho das versões *Bt* dos híbridos avaliados, em relação às respectivas versões convencionais, nem sempre foi positiva, já que para alguns híbridos houve um decréscimo no rendimento de grãos da versão convencional para a versão transgênica. Na safra a porcentagem de ganho em rendimento de grãos variou de -2,4% a 13,2%, e na safrinha variou de -6,4% a 20,1%.

No entanto, quando se analisa os dados dos ensaios conduzidos no município de Capão do Leão, onde os experimentos foram semeados em terras baixas, em áreas típicas de cultivo de arroz irrigado, a versão transgênica das diferentes cultivares testadas sempre produziu mais que a versão convencional correspondente. Essa diferença de produtividade foi variável de acordo com a cultivar e com a safra. Enquanto na safra 2011/12 a produção de grãos da versão transgênica da cultivar BG7060H foi similar à sua versão convencional, na safra 2010/11 a versão transgênica da cultivar P30F53H produziu mais que o dobro da versão convencional, saindo 5,4 t ha⁻¹ para 11,1 t ha⁻¹, simplesmente por possuir um gene de resistência a inseto.

Quando se considera o conjunto de safras e cultivares avaliadas, o incremento médio de produtividade da versão convencional para a versão transgênica foi de 50% quando o cultivo foi feito em terras

baixas (Capão do Leão), e de apenas 3% quando o cultivo foi feito em terras altas (Passo Fundo) (Tabela 2).

Tabela 2. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de cultivares de milho na versão transgênica (*Bt*) e convencional, em terras baixas no município de Capão do Leão, e em Passo Fundo, em condições normais de cultivo. Embrapa Clima Temperado, 2014, Pelotas, RS.

Safra	Cultivar	Capão do Leão	% de ganho**	Passo Fundo	% de ganho**
2009/10	P30F53	5.638		8.160	
	P30F53H*	8.275	47	7.177	-12
	P30F36	7.349		9.217	
	P30F36Y*	8.112	10	7.069	-23
	P32R48	4.140		6.418	
	P32R48Y*	5.381	30	7.432	16
2010/11	CD384	4.854		11.738	
	CD384HX*	7.938	64	13.054	11
	P30B39	6.167		12.008	
	P30B39H*	11.649	89	13.577	13
	P30F53	5.403		12.643	
	P30F53H*	11.186	107	12.201	-3
2011/12	2B655	5.196		11.629	
	2B655Hx*	9.178	77	13.167	13
	2B688	5.711		11.211	
	2B688Hx*	9.087	59	12.721	13
	BG7060	7.969		9.429	
	BG7060H*	8.068	1	8.482	-10
Média cultivares convencionais		5.825		10.272	
Média cultivares transgênicas		8.763	50	10.542	3

* cultivar de milho Bt com resistência a inseto; **Percentual de ganho na produtividade em relação ao híbrido convencional correspondente. Fonte: dados extraídos dos ensaios da Rede de Avaliação de Cultivares Híbridas de Milho do RS.

Esses resultados demonstram a importância do uso de cultivares transgênicas, que confirmam resistência a insetos, para cultivo de milho em terras baixas. Cultivares de milho com a tecnologia *Bt* tendem a ter melhor desempenho nessas condições de cultivo porque a pressão de lagartas é muito alta (Figura 1).

Da mesma forma que para os experimentos conduzidos nas safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12, na Tabela 3 é possível observar a vantagem do uso de cultivares com resistência a insetos para o cultivo de milho em terras baixas. Para ambas as cultivares avaliadas, a versão *Bt* produziu mais que sua isolinha não *Bt*.

Para a cultivar BG 7060, não houve diferença de produtividade entre a versão convencional e a versão *Bt*. No entanto, para a cultivar AG 9045, a versão com resistência a inseto (PRO2) produziu 157% a mais que sua isolinha não *Bt*, AG 9045 RR2 (Tabela 3). O grande diferencial

Tabela 3. Dados médios* de rendimento de grãos a 13% de umidade (Rend), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos (NF), número de grãos por espiga (NGE) e peso de 100 grãos, de híbridos de milho Bt, com resistência a inseto (AG 9045 Pro2 e BG 7060 H) e sem resistência a inseto (AG 9045 RR2 e BG 7060), cultivados em camalhões de base larga, em solos hidromórficos, no município de Capão do Leão, safra 2013/14.

Cultivar	Rend (kg ha ⁻¹)	% de ganho**	CE (cm)	DE (mm)	NF	NGE	P 100 grãos (gr)
AG 9045 RR2	3.661 c		17 b	44 d	14 b	398 c	33 b
AG 9045 PRO2	9.409 a	157	19 a	46 c	14 b	474 b	36 a
BG 7060	7.250 b		17 b	49 b	15 a	526 a	33 b
BG 7060 H	7.425 b	2	18 a	51 a	15 a	541 a	36 a
Média Geral	6.936	80	18	47	14	485	34
CV (%)	23.9		5.3	2.8	3.8	9.8	7.3

*: médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro. **: Percentual de ganho na produtividade em relação ao híbrido convencional correspondente.

de rendimento de grãos observado entre as duas cultivares testadas, e respectivas isolinhas não *Bt*, pode ser atribuído à presença de duas proteínas Bt (Cry1A 105 e Cry2Ab2) presentes na cultivar AG 9045 PRO2.

Com exceção da variável número de fileiras por espiga (NF), para a qual não houve diferenças significativas entre a versão *Bt* e a respectiva isolinha não *Bt*, todas as demais variáveis analisadas para a cultivar AG 9045 demonstraram melhor desempenho na versão *Bt* (AG 9045 PRO2). Para a cultivar BG 7060, da mesma forma, grande parte dos componentes do rendimento de grãos também apresentaram melhor desempenho na versão transgênica, com resistência a inseto (Tabela 3).

Quando se trata do cultivo de milho em terras baixas, onde o ataque de insetos-praga, especialmente da lagarta-do-cartucho, acontece de forma severa, em praticamente todas as fases de desenvolvimento da cultura, o uso de cultivares transgênicas, com resistência a lepidópteros, torna-se uma prática indispensável. A simples adoção de cultivares de milho com a tecnologia *Bt* tem permitido a redução no número de aplicações de inseticidas durante o ciclo da cultura. Além disso, melhora o desempenho da cultura, em função do menor ataque de lepidópteros, que se traduz em espigas maiores, com maior diâmetro, maior número de grãos por espigas e grãos mais pesados, proporcionando maior rendimento de grãos.

Segundo as Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e Sorgo no RS, em áreas de terras baixas, em sistemas de rotação com arroz irrigado, cultivares transgênicas de milho, de ciclo superprecoce ou precoce, têm dado melhores resultados. Nessas áreas, deve-se também considerar na escolha das cultivares aspectos como tolerância ao excesso de umidade no solo e ao acamamento e quebraimento de plantas, colmos vigorosos, baixa estatura e baixa inserção de espiga (INDICAÇÕES, 2013).

A vantagem do uso de cultivares transgênicas para cultivo de milho em terras baixas também foi verificada por Theisen et al. (2010), que avaliaram a produção de milho em terras baixas, nas safras 2007/08, 2008/09 e

2009/10. Nas duas últimas safras, foram avaliadas cultivares de milho convencionais e transgênicas, e os resultados demonstraram melhor desempenho para as cultivares transgênicas, predominantemente, em relação às cultivares convencionais.

Esses resultados confirmam a hipótese de que em condições de terras baixas, em áreas em que o milho é cultivado em rotação e/ou sucessão com a cultura do arroz irrigado, é imperativa a adoção de cultivares de milho *Bt*, com resistência a inseto. Essa prática agropecuária por si só não irá garantir o sucesso da produção de milho em terras baixas, mas certamente contribuirá para diminuição dos riscos, promovendo aumento de produtividade e redução do número de aplicações de inseticidas.

Referências

APPS (Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudanças). **MILHOSTAT** - Levantamento Estatístico do Mercado de Sementes de Milho (atualizado até 4º Levantamento - outubro/2014). Disponível em: <<http://www.apps.agr.br/relatorios/>>. Acesso em: 21 out. 2014.

BONOW, J. F. L.; THEISEN, G.; XAVIER, F. da M. Milho cultivado em terras baixas em sistema de camalhões de base larga: resultados de seis safras. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE PESQUISA DE MILHO, 58., 2013; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE PESQUISA DE SORGO, 41., 2013, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013.

BROOKES, G.; BARFOOT, P. **GM crops**: global socio-economic and environmental impacts 1996-2012. Pgeconomics, 2014. Disponível em: <<http://www.pgeconomics.co.uk/page/36/-gm-crop-use-continues-to-benefit-the-environment-and-farmers>>. Acesso em: 19 nov. 2014.

CONAB. **Comparativo de área, produção e produtividade (arroz)**. Avaliação da safra agrícola 2013/14 – Décimo segundo levantamento, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 08 nov. 2014.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

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

DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 311-316, 2001.

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

GATTI, J. H.; MICHELOTTO, M. D.; PEREIRA, A. D.; FREITAS, R. S.; FINOTO, E. L. Eficiência de Diferentes Tecnologias Bt no Controle de Pragas na Safrinha: I. Controle da Lagarta-do-Cartucho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS, 2012. 1 CD-ROM.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Milho na Várzea** – Programa de Produção de Milho em Áreas de Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul. 2000. 15 p.

GRÜTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. F. S.; AZEVEDO, R.; GIOLO, F. Efeito de inseticidas e de tecnologia de aplicação no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho no agroecossistema de várzea. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa-CPACT, 2000a. p. 567-573. (Embrapa-CPACT. Documentos, 70).

GRÜTZMACHER, A. D.; MARTINS, J. F. S.; CUNHA, U. S. Insetos-pragas das culturas do milho e do sorgo no agroecossistema de várzea. In: PARFITT, J. M. B. (Coord.). **Produção de milho e sorgo em várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000b. p. 87-101. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 74).

INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA O CULTIVO DO MILHO E DO SORGO NO RIO GRANDE DO SUL: safras 2013/2014 e 2014/2015. Organizado por Beatriz Marti Emygdio, Ana Paula Schneid Afonso da Rosa e Mauro César Celaro Teixeira. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 124 p.

LIMA, J. F. M.; GRÜTZMACHER, A. D.; CUNHA, U. S. da; PORTO, M. P.; MARTINS, J. F. S.; DALMAZO, G. O. Ação de inseticidas naturais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em agroecossistema de várzea. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 607-613, maio/jun. 2008.

MAGALHÃES, P. C.; COELHO, C. H. M.; GAMA, E. E. G.; BORÉM, A. **Avaliação dos ciclos de seleção da variedade BRS 4154 – Saracura para tolerância ao encharcamento do solo.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 67).

MAASS, M. B.; SILVA, P. R. F.; SCHOENFELD, R.; RODRIGUES, J. F.; ALVES, J. A. S. C.; HEGELE, L. Desempenho agrônômico de milho em áreas de arroz irrigado. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30., 2014, Salvador. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS, 2014. 1 CD-ROM.

MARRA, M.; CARLSON, G.; HUBBELL, B. **Economics impacts of the first crop biotechnologies.** Raleigh: North Caroline State University, 1998. Disponível em: <<http://www.ag-econ.ncsu.edu/faculty/marra/FirstCrop/sld001.htm>>. Acesso em: 16 jul. 1999.

MICHELOTTO, M. D.; PEREIRA, A. D.; FINOTO, E. L.; FREITAS, R. S. Controle de pragas em híbridos de milho geneticamente modificados. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 2, jul./dez. 2011.

PINTO, L. F. S.; NETO, J. A. L.; PAULETTO, E. A. Solos de várzeas do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Cap. 3, p. 75-95.

PORTO, M. P.; SILVA, S. D. dos A. e; WINKLER, E. I. G.; SILVA, C. A. S. da; PARFITT, J. M. B. **Milho em várzeas de clima temperado na região sul do Brasil**: cultivares e manejo de solo e água. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1998. 31 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 6).

ROSA, A. P. S. A.; MARTINS, J. F. S.; TRECHA, C. O.; SCHUCH, J. D.; MEDINA, L. B. Eficiência de inseticidas aplicados via semente e via foliar no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 17, n. 1, p. 89-93, 2011a.

ROSA, A. P. S. A.; MARTINS, J. F. S.; TRECHA, C. O. Avaliação de danos da lagarta-do-cartucho à cultura do milho com base no monitoramento de plantas atacadas em três safras agrícolas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 17, n. 1, p. 21-27, 2011b.

SILVA, P. R. F.; SCHOENFELD, R. Desafios e perspectivas da rotação com milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2013.

THEISEN, G.; SILVA, J. J. C.; ANDRES, A. **Produção de milho em terras baixas: síntese de três anos de estudos com plantio direto em camalhões de base larga**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 17 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 126).

VENDRAMIM, J. D. Uso de plantas inseticidas no controle de pragas. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2., 1997, São Paulo. **Palestras...** Campinas: Fundação Cargill, 1997. p. 64-69.

VERNETTI JUNIOR, F. J.; GOMES, A. S.; SCHUCH, L. O. B. Sucessão de culturas em solos de várzea implantadas nos sistemas plantio direto e convencional. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 15, n. 1-4, p. 37-42, jan./dez. 2009.

Embrapa

Clima Temperado

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

CGPE 12330