

Adaptabilidade e estabilidade de transgênicos e isogênicos de milho no Centro-Sul do Mato Grosso do Sul

Wesley Souza Prado¹; William Leonello Estevão²; Rodrigo Suzuke³; Arthur Kenji Mendes Maeda⁴; Manoel Carlos Gonçalves⁵

Resumo: Uma das alternativas para amenizar a influência da interação Genótipo x Ambiente é a recomendação de híbridos com ampla adaptabilidade e boa estabilidade. A adaptabilidade de um híbrido refere-se à sua capacidade de aproveitar vantajosamente as variações ambientais. A estabilidade refere-se à sua capacidade de apresentar um comportamento altamente previsível com as variações ambientais. Objetivou-se no presente trabalho avaliar o desempenho agrônomo de híbridos de milhos transgênicos e seus respectivos isogênicos em dois locais de Mato Grosso do Sul. Foram avaliados três híbridos simples isogênicos e duas versões transgênicas de cada híbrido. O ensaio foi instalado na safra 2013/14 e segunda safra de 2014, simultaneamente em dois locais, Dourados e Caarapó, ambos os municípios localizados no estado de Mato Grosso do Sul, totalizando quatro ambientes. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições e os tratamentos foram dispostos no esquema fatorial 3x3, com três repetições por local. Foi avaliada a característica produtividade de grãos. A análise dos parâmetros adaptabilidade e estabilidade foram estimadas pelo método proposto por Eberhart e Russell. Os híbridos responsivos e com adaptabilidade ampla tais como os AG 7000, DKB390VTPRO, PIONNER 30K73YG, e PIONNER 30K73, tornam-se de grande interesse para exploração nos diferentes sistemas de produção do Centro-Sul do Mato Grosso do Sul do Brasil. Os híbridos mais estáveis e produtivos foram os DKB 390VTPRO e AG 7000YG, ambos transgênicos. O híbrido convencional P30K73 apresenta estabilidade e tolerância às condições adversas.

Palavras-chave: *Zea mays*; Interação Genótipo x ambiente; Transgênicos;

Adaptability and stability of transgenics and isogenics of corn in the Center South of the Mato Grosso do Sul

Abstract: One of the alternatives for brighten up the influence of the interaction Genotype x Environment is the recommendation of hybrids with broad broad adaptability and good stability. The adaptability of a hybrid refers to his capacity of take advantage of with advantage the environmental variations. The stability refers to his capacity of present a foreseeable highly behavior with the environmental variations. In the present work aimed evaluate the agronomic performance of hybrids of genetically modified corns and his respective near-isogenic conventional in two locations of Mato Grosso do Sul. Were evaluated three simple hybrids near-isogenic conventional and two genetically modified versions of each hybrid. The design was installed in the harvest 2013/14 and second harvest of 2014, simultaneously in two localities, Dourados and Caarapó, both the towns located in the Mato Grosso do Sul, totalling up four environments. The experimental delineation utilized

¹ Mestrando em Produção vegetal. UFGD, Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS, Brasil. Email: wesleywsp@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, UFGD, Dourados, MS, Brasil. william_estevao_2@hotmail.com

³ Engenheiro Agrônomo, UFGD, Dourados, MS, Brasil. rodrigo_suzuke@hotmail.com

⁴ Mestrando em Produção vegetal. UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS, Brasil. arthur_maeda@hotmail.com

⁵ Professor Doutor pela UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS, Brasil, manoelgoncalves@ufgd.edu.br

was a randomized block with three replications and the treatments arranged in a 3x3 factorial, with three replications with environments. The characteristic evaluated was grain yield. The analysis of the parameters adaptability and stability were estimated by the approach proposed by Eberhart and Russell. The responsive hybrids and with broad adaptability such as the AG 7000, DKB390VTPRO, PIONNER 30K73YG, and PIONNER 30K73, become of big interest for exploration in the different systems of the Center-South of the Mato Grosso do Sul. The productive and most stable hybrids were the DKB 390VTPRO and AG 7000YG, both genetically modified. The conventional hybrid P30K73 presents stability and tolerance to the adverse conditions.

Keywords: *Zea mays*; transgenic; genetically modified;

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) atualmente é o grão mais produzido no mundo, representando 38,1% de todos os grãos produzidos, seguido do trigo 29,1% e arroz 20,8% (Conab, 2014). No Brasil o milho é a segunda maior cultura transgênica plantada no Brasil, ocupando 31,2% do total ou 12,5 milhões de hectares, somando as safras verão e inverno. A expectativa da área plantada com híbridos transgênicos em 2015 é de 10,3 milhões de hectares (CELERES, 2014).

Os transgênicos são oriundos de cultivares convencionais, ou seja, advindas de métodos clássicos de melhoramento, que são conhecidas como isogênicas. Assim, plantas isogênicas não possuem modificação alguma na sua base genética. De maneira geral, plantas transgênicas são produtos obtidos a partir da modificação ou transformação genética de plantas, cuja técnica consiste na inserção do genoma de uma ou mais sequências, geralmente isoladas de uma ou mais de uma espécie, especialmente arranjada, de forma a garantir a expressão gênica de um ou mais genes de interesse (LARAYER *et al.*, 2006).

A resistência a insetos pelos híbridos transgênicos leva a ganhos como a redução no custo de produção, além de elevar os índices de produtividade do milho (CARNEIRO *et al.*, 2009).

A transgenia tornou-se um dos avanços tecnológicos obtidos para a cultura do milho, sendo de suma importância para os agricultores, agroindústria e consumidores. Porém, um dos maiores problemas enfrentados pelos melhoristas é a interação genótipos x ambientes (G x E), que ocorre quando os genótipos competem em vários ambientes e a classificação relativa entre eles não nos coincide diferentes ambientes, dificultando a identificação dos genótipos que foram efetivamente superiores ou melhores (SANTOS, 2007). Assim, cabe ao melhorista

quantificar a magnitude e a significância de seus efeitos para adotar estratégias que possam minimizar ou aproveitá-las da melhor maneira possível (CRUZ & REGAZZI, 2001).

O método mais utilizado para avaliação da interação G x E é a análise de variância (ANAVA), por meio da análise conjunta de experimentos. A magnitude das interações G x E é determinada pelo teste F. As interações G x E são detectadas como um padrão de resposta diferencial e significativa dos genótipos, entre ambientes. No sistema biológico, isto ocorre quando as contribuições ou nível de expressão dos genes regulando o caráter diferem entre ambientes. De acordo com Basford e Cooper (1998), essa contribuição dos genes para a expressão de um caráter é considerada ser a base biológica das interações G x E. As causas da interação G x E também têm sido atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo cultivado (CRUZ & REGAZZI, 1994).

Segundo Cruz e Carneiro (2006) uma das alternativas para amenizar a influência da interação G x E é a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade. As análises de adaptabilidade e estabilidade fornecem as informações mais detalhadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais em condições específicas ou amplas (CRUZ & REGAZZI, 1994). A adaptabilidade de uma cultivar refere-se à sua capacidade de aproveitar vantajosamente as variações ambientais. A estabilidade refere-se à sua capacidade de apresentar um comportamento altamente previsível com as variações ambientais (CRUZ & REGAZZI, 1994).

As metodologias mais usadas para analisar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos são aquelas baseadas em regressão linear proposto por Eberhart e Russel (1966).

As informações a respeito do comportamento da adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho geneticamente modificados são poucas, necessitando de estudos em várias regiões e condições de campo, para avaliar a influência da tecnologia comparada em híbridos transgênicos e isogênicos, pois pouco se encontra na literatura. Assim objetivou-se avaliar a adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milhos transgênicos e isogênicos no Mato Grosso do sul.

Material e Métodos

Foram realizados duas épocas de avaliações, sendo a primeira na safra 2013/14 e a segunda na safrinha de 2014, ambas alocadas nos municípios de Caarapó e Dourados localizados no estado do Mato Grosso do Sul, totalizando assim 4 ambientes de avaliações. Em Dourados, o experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade

Federal da Grande Dourados, UFGD, que está localizada a 22° 11' 55" S de latitude, 54° 56' 07" W de longitude e 452 metros de altitude e em Caarapó localizado na latitude de 22°38'02" S, longitude de 54°49'19" W e 471 m de altitude. O clima das duas regiões são classificadas como Cwa, segundo a classificação de Köppen.

Foram utilizados três híbridos comerciais simples convencionais (isogênicos): AG 7000, DKB 390, P 30K73. E suas versões transgênicas: AG 7000 YG, AG 7000 VT PRO; DKB 390 YG, DKB 390 VT PRO; P 30K73 YG e P 30K73 VT PRO. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições em cada local. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de cinco metros de comprimento. O espaçamento entre fileiras foi de 0,9 m e a densidade de cinco plantas por metro linear, após o desbaste, sendo a densidade populacional de 55.000 plantas por hectare. Na semeadura, foram utilizados 250 kg há⁻¹ da fórmula 8-20-20. A adubação de cobertura com ureia (45% de N) foi realizada quando as plantas estavam no estágio de 4-5 folhas totalmente expandidas, sendo aplicados 300 kg ha⁻¹. Os demais tratamentos culturais foram realizados sempre que necessários, de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do milho (GALVÃO & MIRANDA, 2004).

A produtividade de grãos foi obtida após a debulha e pesagem das espigas de cada parcela. O teor de umidade foi determinado imediatamente após a colheita e, a produção, quantificada em Kg, ajustada para 13% e expressa em kg ha⁻¹.

Inicialmente foi realizada uma análise de variância individual a fim de se conhecer o comportamento dos genótipos em cada ambiente. Após a verificação da homogeneidade de variância residual, foi realizada uma análise de variância conjunta.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo modelo de Eberhart e Russell (1966) que se baseia na análise regressão linear simples, de acordo com o modelo: $Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \epsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} : média do i -ésimo genótipo no j -ésimo ambiente; β_{0i} : média geral do i -ésimo genótipo; β_{1i} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente; I_j : índice ambiental codificado ($\sum_j I_j = 0$) sendo $I_j = Y_{.j} - Y_{\infty}$; δ_{ij} : desvio da regressão do i -ésimo genótipo no j -ésimo ambiente; ϵ_{ij} : erro experimental médio associado à observação Y_{ij} .

A adaptabilidade (β_i) foi estimada de acordo com a seguinte expressão: $\beta_i = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{ij}I_j}{\sum_{j=1}^n I_j^2}$ onde: Y_{ij} média do i -ésimo genótipo no j -ésimo ambiente; I_j índice ambiental, em que: $I_j = [(Y_{.j}/p) - (Y_{\infty}/pn)]$ em que: $Y_{.j}$: média de todos os genótipos no j -ésimo ambiente; Y_{∞} : média geral; n : número de genótipos; p : número de ambientes. Sendo testadas segundo a hipótese: $H_0: \beta_i = 1$ e hipótese alternativa $H_1: \beta_i \neq 1$, avaliada por meio da estatística t .

O parâmetro de estabilidade (S^2d_i) foi estimado de acordo com a seguinte expressão: $(S^2d_i) = [QMD_i - QMR]/r$ onde: QMD_i é o quadrado médio dos desvios de regressão do i -ésimo genótipo; QMR : é o quadrado médio do resíduo; r : é o número de repetições. Sendo testadas segundo a hipótese: $H_0: S^2d_i = 0$ e $H_1: S^2d_i \neq 0$.

O coeficiente de determinação R^2 foi obtido de acordo com a seguinte expressão: $R^2_i = [(SQRL_{linear})_i / (SQ(A/G_i))] \times 100$ em que: onde: $(SQRL_{linear})_i$: a soma de quadrados da regressão linear do i -ésimo genótipo; $SQ(A/G_i)$: a soma de quadrados de ambientes dentro do i -ésimo genótipo.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES (CRUZ. 2006).

Resultados e Discussão

A produtividade de grãos apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$) apenas no ambiente de Caarapó nas duas safras, com destaque para o híbrido transgênico DKB 390 YG que esteve entre as maiores produtividades em todos os ambientes avaliados (Tabela 1).

Com relação entre transgênicos e respectivos isogênicos, o ambiente de Caarapó safra, o híbrido convencional AG 7000 ficou semelhante estatisticamente aos transgênicos. Em Dourados safra e segunda safra todos os híbridos não obtiveram diferenças significativas. Já para Caarapó segunda safra o híbrido PIONNER 30K73 não apresentou diferenças estatísticas perante seus respectivos transgênicos (Tabela 1). Esse fato demonstra que nem sempre um híbrido transgênico é vantajoso em relação a um híbrido convencional, ou seja, na condição de infestação por pragas, alguns híbridos Bt não permitiram que o fator praga fosse anulado de forma que o híbrido pudesse expressar todo seu potencial produtivo. Ainda verifica-se que Caarapó segunda safra foi onde obteve as maiores produtividades entre os ambientes estudados, pois como já relatado o ambiente teve melhores condições para o desenvolvimento dos genótipos, tanto transgênicos como para os isogênicos. Podendo estar relacionado principalmente as condições pluviométricas ocorridas durante a condução do experimento no ambiente.

Equiparando-se com o presente estudo ao avaliar a produtividade de híbridos de milho transgênico Bt e isogênico na região de Ituiutaba-MG, Benício e Hanauer (2010), verificaram que o híbrido transgênico apresentou melhor desempenho em comparação com à sua versão não transgênica, com 26,5% a mais na produtividade. Resultados semelhantes foram encontrados por Fagioli *et al.* (2010).

Resultados contraditórios foram encontrados por Zamariola *et al.* (2010), avaliando híbridos de milho transgênicos e suas respectivas versões convencionais quanto ao rendimento de grãos. Os híbridos de milho convencionais e transgênicos não diferiram quanto à produtividade de grãos. Resultados semelhantes foram relatados por Gianessi e Carpenter (1999) e Graeber *et al.* (1999).

Realizado uma análise econômica por Pavão e Ferreira Filho (2011) concluíram ser exequível o uso da tecnologia transgênica no milho, 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.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância individual e respectivas médias de 9 genótipos de milho obtidos em 4 ambientes no estado de Mato Grosso do Sul, 2013 e 2014.

Caarapó Safra		Dourados Safra	
DKB 390VTPRO	5.635,53 aA	AG 7000VTPRO	4.393,56 aB
P 30K73YG	5.570,30 aBA	P 30K73VTPRO	4.166,70 aAB
P 30K73VTPRO	5.531,13 aA	P 30K73YG	4.099,76 aB
DKB 390YG	5.137,50 aB	AG 7000	4.015,13 aB
P 30K73	4.313,43 bA	AG 7000YG	3.735,40 aB
DKB 390	4.309,86 bB	P 30K73	3.671,56 aA
AG 7000	3.935,56 bB	DKB 390	3.601,46 aB
AG 7000VTPRO	3.870,23 bB	DKB 390YG	3.422,96 aC
AG 7000YG	3.582,46 bB	DKB 390VTPRO	3.191,86 aB

Caarapó 2ª safra		Dourados 2ª safra	
AG 7000VTPRO	8.091,73 aA	DKB 390YG	5.209,26 aBA
AG 7000YG	6.958,53 aA	DKB 390VTPRO	4.754,80 aBA
DKB 390YG	6.845,93 aA	AG 7000	4.157,80 aB
P 30K73YG	6.567,20 bA	P 30K73YG	3.997,06 aB
DKB 390VTPRO	6.364,80 bA	P 30K73	3.971,50 aA
DKB 390	6.321,86 bA	AG 7000YG	3.871,50 aB
AG 7000	6.160,00 bA	DKB 390	3.589,63 aB
P 30K73VTPRO	5.446,26 bA	P 30K73VTPRO	3.436,30 aB
P 30K73	5.267,40 bA	AG 7000VTPRO	3.314,83 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott ($p < 0,05$) e Tukey ($p < 0,05$), respectivamente.

De acordo com a análise conjunta obtida verifica-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre os genótipos para produtividade de grãos (PROD), o que evidencia o

comportamento diferenciado entre os mesmos nos ambientes avaliados. Tanto para ambiente quanto para a interação genótipo x ambiente (G x A) houve efeito significativo, mostrando a heterogeneidade nas condições ambientais nas quais foram realizados os experimentos (Tabela 2). Deste modo pode-se afirmar que existe diferença entre os ambientes avaliados, e que, de um local para outro, os híbridos apresentaram manifestações fenotípicas diferentes perante as variações ambientais. O que dificulta a seleção ou recomendação de genótipos com ampla adaptabilidade. Isto é, as respostas dos genótipos são diferentes frente às alterações que ocorrem nos ambientes (RAMALHO *et al.*, 2008).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância conjunta de 9 genótipos de milho obtidos em 4 ambientes no estado de Mato Grosso do Sul, 2013 e 2014.

F.V	G.L	PROD (kg há ⁻¹)
Blocos	2	800.671,06
Genótipos (G)	8	1.071.662,0200**
Transgênico (T)	5	702.037,352 ^{ns}
Isogênico (I)	2	206.066,134 ^{ns}
T vs I	1	4.650.977,126**
Ambiente (A)	3	38.552.246,671**
G x A	24	1.539.146,043**
Resíduo	64	576.827,20
CV%	-	16,03
Média Geral	-	4.736,41
Média (T)	-	4.883,15
Média (I)	-	4.442,94

F.V: fonte de variação; G.L: graus de liberdade; **, *, ns: significativo a (p<0,01), significativo (p<0,05) e não significativo, respectivamente, pelo teste F; CV%: coeficiente de variação.

Quanto às estimativas de adaptabilidade e estabilidade para cada híbrido, observa-se que a média (β_0) variou de 4172,182 a 5128,319 kg ha⁻¹, com média geral de 4736,00 kg ha⁻¹, sendo que a maior média de produtividade foi do AG 7000 (5128, 32 kg ha⁻¹), mostrando melhor adaptação que seus transgênicos AG 7000YG e AG 7000VTPRO por ter produtividade de grãos maior que a média geral (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). E a menor média foi do P 30K73 VT PRO (4172,18 kg ha⁻¹). Mostrando que os isogênicos ainda podem obter maiores médias de produtividades que seus respectivos transgênicos (Tabela 3).

Em relação aos coeficientes de regressão (β_{1i}) os resultados indicam que os híbridos AG 7000, DKB390VTPRO, PIONNER 30K73YG, e PIONNER 30K73 respondem mais às variações do ambiente, sendo considerados responsivos e adaptados aos ambientes ($\beta_{1i} > 1,0$)

(Tabela 3). Os híbridos AG 7000YG, DKB 390YG e DKB 390 obtiveram coeficiente de regressão ($\beta_{li} < 1,0$) significativo indica que esses híbridos são tolerantes as condições adversas, ou seja, possuem a capacidade de suportar as condições adversas mantendo suas médias de produtividade em torno da média geral. E os híbridos AG 7000VTPRO e PIONNER 30K73VTPRO não apresentaram diferenças significativas, demonstrando que esses híbridos tiveram responsividade baixa quanto à variação ambiental, ou seja, são materiais que respondem à variação do ambiente de modo semelhante, na média dos genótipos avaliados.

Cardoso *et al.* (2014) avaliando 38 cultivares de milho considerou 18 híbridos com melhor adaptação aos ambientes estudados, onde apresentaram médias de cada cultivar acima da média geral e alguns sendo exigentes em condições desfavoráveis.

Quando se avalia a previsibilidade dos híbridos (σ^2_{di}) (Tabela 3) observa-se que os híbridos DKB 390VTPRO, AG 7000YG, PIONNER 30K73, DKB 390 e PIONNER 30K73VTPRO apresentaram desvio da regressão não significativo ($\sigma^2_{di} = 0$), indicando os mais estáveis, o que sugere que estes podem não variar sua produtividade média ao longo dos anos e locais, sofrendo pouca influência ambiental. E os híbridos AG 7000, DKB 390YG, PIONNER 30K73YG e AG 7000VTPRO apresentam desvio da regressão significativo ($\sigma^2_{di} \neq 0$), mostrando que são mais instáveis com relação aos outros estudados. No entanto Cruz *et al.* (1989) considera que aqueles materiais que apresentaram estimativas de $R^2 > 80\%$ não devem ter seus graus de previsibilidade prejudicados.

Analisando os coeficientes de determinação (R^2) na tabela 3, verifica-se que os maiores coeficientes foram para os híbridos que apresentaram desvio de regressão não significativo, demonstrando que apresentam baixa dispersão dos dados, indicando alta confiabilidade no tipo de resposta ambiental determinado pelas regressões (RAIZER & VENCOVSKY, 1999). Esse valor deve ser utilizado como referencial para que a regressão explique satisfatoriamente o comportamento de um genótipo em função de um ambiente (CRUZ & REGAZZI, 2004). Com isso, observa-se que os menores coeficientes foram os híbridos que apresentaram desvio da regressão significativo. Pode-se inferir que os genótipos avaliados apresentaram considerável nível de estabilidade, uma vez que mais de 60% tiveram valores de R^2 superiores a 80%. Observa-se, ainda, que em cada grupo transgênico e respectivos isogênicos existem pelo menos dois genótipos com R^2 superior a 80%, o que permite inferir que a maior ou menor estabilidade dos genótipos independe do grupo a que pertencem.

Tabela 3 - Médias gerais (β_{0i}), estimativas dos coeficientes de regressão (β_{1i}), desvios de regressão (σ^2_{di}) e coeficientes de determinação (R^2), segundo metodologia de Eberhart e Russell, referentes à produtividade de grãos (kg há⁻¹) de 9 genótipos de milho obtidos em 4 ambientes no estado de Mato Grosso do Sul, 2013 e 2014

Genótipos	β_{0i}	β_{1i}	σ^2_{di}	R^2
AG 7000	5128,32	1,52**	742562,3*	84
DKB 390VTPRO	5040,29	1,11**	126054,1 ^{ns}	89
AG 7000YG	5027,18	0,99**	120931,1 ^{ns}	87
DKB 390YG	4857,01	0,80**	484689,3*	67
P 30K73YG	4797,30	1,08**	462204,7*	79
AG 7000VTPRO	4614,73	0,62 ^{ns}	683707,8*	49
P 30K73	4561,97	1,25**	318937,3 ^{ns}	87
DKB 390	4425,09	0,92*	20329,49 ^{ns}	90
P 30K73VTPRO	4172,18	0,66 ^{ns}	-129795 ^{ns}	94
Média geral		4736,00		

**, *, ^{ns}: significativo (p<0,01), significativo (p<0,05) e não significativo, respectivamente, significância pelo teste F.

Conclusões

Os híbridos responsivos e com adaptabilidade ampla tais como os AG 7000, DKB390VTPRO, PIONNER 30K73YG, e PIONNER 30K73, tornam-se de grande interesse para exploração nos diferentes sistemas de produção do Sul do Mato Grosso do Sul do Brasil.

Os híbridos mais estáveis e produtivos foram os DKB 390VTPRO e AG 7000YG, ambos transgênicos. O híbrido convencional P30K73 apresenta estabilidade e tolerância às condições adversas.

Referências

BASFORD, K. E; COOPER, M. Genotype x environment interactions and some considerations of their implications for wheat breeding in Australia. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.49, p. 153-174, 1998.

BENÍCIO, R. M.; HANAUER, R. Avaliação da produtividade de híbridos de milho convencional e transgênico (Bt) na região de Ituiutaba, MG. In: 28º CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **Anais**. p. 255, 2010.

CARDOSO, M.J; CARVALHO, H.W.L; ROCHA, L.M.P; PACHECO, C.A.P; GUIMARÃES, P.E.O. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos convencionais e transgênicos comerciais de milho no Meio-Norte brasileiro. In: 30º CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Salvador. **Anais**, 2014.

CARNEIRO, A. A.; GUIMARÃES, C. T.; VALICENTE, F. H.; WAQUIL, J. M.; VASCONCELOS, M. J. V.; CARNEIRO, N. P.; MENDES, S. M. Milho Bt: Teoria e Prática da Produção de Plantas Transgênicas Resistentes a Insetos-Praga. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, **Circular Técnica 135**, p.26, 2009.

CELERES, 2014. Disponível em: < <http://celeres.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2013/12/IB13021.pdf>>. Acessado em: 10 de março de 2015

CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: Ed. UFV, p.382, 2006.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. UFV, v.2, 585 p., 2006.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed., v.1. Viçosa, MG: UFV, p.480, 2004.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genéticos**. 2006. 2 Editora UFV. Viçosa – MG. p. 390, 2001.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 390 p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p.567 a 580, 1989.

EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.

FAGIOLI, M.; SOUZA, N. O. S.; COSTA, E. N. Comportamento da planta e a resposta à adubação nitrogenada de genótipo de milho transgênico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais**. p. 306, 2010.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. Tecnologias de Produção de Milho. 1ª ed. Viçosa, UFV. 336p., 2004.

GIANESSI, L. P.; CARPENTER, J. E. **Agricultural biotechnology: inset control benefits**. Washington: National Center for Food and Agricultural Policy, p.78, 1999.

GRAEBER, J. V.; NAFZINGER, E. D.; MIES, D. W. Evaluation of transgenic Bt-containing corn hybrids. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 12, n. 4, p. 659-663, Dec. 1999.

LERAYER, A.; PATERNIANI, E.; SILVEIRA, J. M.; MENOSSI, M.; ODA, L.; DI CIERO, L. Avaliação de impactos do milho geneticamente modificado. Conselho de Informações Sobre Biotecnologia (CIB). 2006. Disponível em: <http://www.cib.org.br/ctnbio/avaliacao_de_impactos_milho_CTNBIO1.pdf>. Acessado em: 17 de dezembro de 2013.

PAVÃO, A. R.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Impactos econômicos da introdução do milho Bt11 no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. **Revista de economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 49, n. 1, Mar. 2011.

RAIZER, A. J.; VENCOVSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades de cana de açúcar para o Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p. 2241-2246, 1999.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. Lavras: UFLA, 2008. 464 p.

SANTOS, J. F. D. **Critérios de recomendação de cultivares de milho por análises de adaptabilidade e estabilidade**. Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de Doctor Scientiae. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, p. 3-5, 2007.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

ZAMARIOLA, N.; COSTA, B.S.; SANTOS, B.C.; GITTI, D.C.; ALCÂNTARA, J.S.; ANDRADE, J.A. Avaliação de híbridos de milho convencionais e os respectivos transgênicos quanto a rendimento de grãos e danos por pragas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28. 2010. Goiânia. **Anais**, p. 273, 2010.