

Adaptabilidade e Estabilidade de Híbridos de Milho (*Zea mays* L.) em ensaios de rede utilizando modelos mistos

Roberto dos Santos Trindade¹, Paulo Evaristo Oliveira Guimarães², Cleso Antônio Patto Pacheco², Flávio Dessaune Tardin², Jane Rodrigues de Assis Machado², Francisco Ronaldo Sarmanho de Souza³

(1) Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, Km 65, Sete Lagoas, Minas Gerais, roberto.trindade@embrapa.br ; (2) Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; (3) Pesquisador; Embrapa Amazônia Oriental.

RESUMO: A oscilação no comportamento dos genótipos frente às variações ambientais é denominada interação genótipos por ambientes, e a ocorrência deste fenômeno torna necessária a avaliação da estabilidade e adaptabilidade de cultivares em diferentes ambientes. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho avaliados em diferentes ambientes, nos anos de 2011/2012 e 2012/2013, por meio de modelos mistos. Para tanto, 61 híbridos de milho foram avaliados em condições de safra e safrinha pelo método MHPRVG (Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos Preditos), seguida pela plotagem dos valores de adaptabilidade, estabilidade e produtividade estimados por meio deste índice para os macro ambientes de interesse. Verificou-se que a combinação entre o método MHPRVG e a plotagem dos valores deste índice em quadrantes possibilitou a identificação de genótipos de maior adaptabilidade e estabilidade tanto para safra quanto para safrinha. Os híbridos de maior adaptabilidade e estabilidade em ambas as épocas de semeadura foram 2B707, 1K1322, 1I1977, 1I923 e 1J1203.

Termos de indexação: Desempenho agrônomo, posicionamento de híbridos, interação genótipo x ambiente.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mays* L.) é o principal cereal cultivado no Brasil, que é o terceiro maior produtor mundial, com produção em torno de 72 milhões de toneladas, área cultivada de aproximadamente 15 milhões de hectares e produtividade em torno de 4.800 kg/ha (CONAB 2013). Este cereal tem importância fundamental para a produção animal, uma vez que é o componente principal em rações para suplementação animal. Porém a cultura do milho também é explorada para outras finalidades, como para alimentação humana e fins industriais.

Em virtude do milho ser cultivado em diversas regiões do país, sob níveis variados de adoção de tecnologia, espera-se que ocorra variações em produtividade devido ao efeito do ambiente sobre a expressão do fenótipo. Este fato pode tornar a

recomendação de materiais entre diferentes locais não coincidentes, dificultando a identificação de cultivares efetivamente superiores (Vasconcelos et al., 2010).

A oscilação no comportamento dos genótipos frente às variações ambientais, denominada interação genótipos por ambientes, torna necessária a avaliação da estabilidade e adaptabilidade de cultivares (Cruz et al., 2004). Em geral, um genótipo é considerado estável quando apresenta pouca variação em seu desempenho quando avaliado em diferentes ambientes. Por sua vez, a adaptabilidade se associa a resposta que um dado genótipo expressa quanto à melhoria do ambiente (Resende, 2007).

A maioria dos métodos de adaptabilidade e estabilidade pressupõe balanceamento dos dados e homogeneidade de variâncias para sua aplicação. Contudo, quando se tem um grande número de genótipos avaliados em distintos ambientes e épocas de cultivo, é comum a ocorrência de desbalanceamento dos dados devido à perda ou inclusão de tratamentos, ou a existência de heterogeneidade das variâncias entre os diferentes ambientes. Neste caso, a análise de adaptabilidade e estabilidade por meio de modelos mistos propicia a inferência da adaptabilidade e estabilidade de um conjunto de genótipos, independentemente da variabilidade inerente aos mesmos. (Resende, 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho avaliados em diferentes locais, tanto em safra quanto em safrinha, nos anos de 2011/2012 e 2012/2013, por meio de modelos mistos, aplicando-se a metodologia MHPRVG (Média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos preditos).

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados avaliados neste trabalho foram obtidos em ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) realizados em 34 ambientes na Safra (14 em 2011/12 e 20 em 2012/13) e 11 ambientes na Safrinha (5 em 2011/12 e 6 em 2012/13). Os ensaios de safra foram efetuados em diversos

Estados das cinco regiões brasileiras (Centro-Oeste, Sudeste, Sul, Norte e Nordeste). Os ensaios de safrinha foram realizados nos estados do Paraná, na Região Sul; Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, na região Centro-Oeste; Rondônia, na região Norte; e em São Paulo e Minas Gerais, na região Sudeste.

Em cada ano agrícola foram avaliados 36 híbridos no delineamento de látice 6 x 6, com duas linhas de 4 m e espaçamento de 0,80 m entre linhas, com duas repetições. Onze híbridos foram comuns entre os dois anos de avaliação, sendo que, no total, foram avaliados 61 genótipos em condições de safra e safrinha. Os tratos culturais nos ensaios seguiram a recomendação para a cultura em cada local.

Para análise dos genótipos quanto a adaptabilidade e a estabilidade, foram utilizados os dados de produtividade de grãos corrigidos à 13% de umidade. As estimativas de adaptabilidade e estabilidade foram efetuadas com base no método MHPRVG (Média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos preditos), conforme o modelo preconizado por Resende (2007) $y = Xr + Zg + Wb + Ti + e$, em que y é o vetor de dados, r é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados a média geral, g é o vetor de efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), b é o vetor de efeito de blocos (assumido como aleatórios), i é o vetor dos efeitos da interação genótipo x ambientes (aleatórios), e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas no modelo representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. Este procedimento permite reunir informações de estabilidade, adaptabilidade e produtividade simultaneamente no índice MHPRVG*MG, o qual corresponde ao índice MHPRVG multiplicado pela média geral do genótipo em todos os locais, fornecendo assim o valor genotípico médio penalizado pela instabilidade e capitalizado pela adaptabilidade (Resende, 2007). Todas as análises foram efetuadas com auxílio do software Selegen- Reml-Blup (Resende, 2007).

Por fim, os valores do índice MHPRVG*MG obtidos nas diferentes épocas de semeadura (safra ou safrinha), foram plotados em gráfico segundo o proposto por Guimarães et al. (2009) (**Figura 1**). Nesta metodologia, o plano cartesiano, é dividido em quadrantes, onde o quadrante esquerdo inferior representa os híbridos com desempenho inferior nos ambientes avaliados, indicando baixa estabilidade e adaptabilidade. O quadrante direito superior representa os híbridos com desempenho superior em todos os ambientes, indicando alta estabilidade e adaptabilidade. Os quadrantes esquerdo superior e direito inferior representam os híbridos com alta estabilidade e adaptabilidade em ambientes específicos, plotados na abcissa e ordenada, respectivamente. Para a aplicação desta metodologia, o ponto de corte dos quadrantes foi

definido como sendo o valor de MHPRVG*MG equivalente ao valor de 1 para o coeficiente MHPRVG. Em seguida, para a discriminação dos genótipos superiores tanto em safra quanto em safrinha, estabeleceu-se um critério de seleção adicional, baseado na soma do valor do desvio padrão genotípico ao índice MHPRVG*MG, plotando-se os valores obtidos no mesmo gráfico de dispersão (Guimarães et al., 2011) (**Figura 1**).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A despeito da grande variabilidade observada para a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos avaliados em condições de safra e safrinha (**Figura 1**) houve uma correlação de 0,74 para o ranqueamento dos genótipos nas duas épocas de cultivo (dados não apresentados).

Ressalta-se que, embora a metodologia MHPRVG seja adequada para uso em condições de desbalanceamento de dados, a acurácia seletiva é influenciada pelo número de avaliações de um mesmo genótipo em diferentes locais, sendo que o nível de acurácia das medidas tem influência sobre as estimativas de MHPRVG.

Considerando os 15 genótipos com maior adaptabilidade e estabilidade, de acordo com a metodologia MHPRVG (**Tabela 1**), verifica-se bom posicionamento de alguns híbridos experimentais em condições de safra e safrinha, em comparação com as testemunhas avaliadas. Para condições de safra, os híbridos experimentais de maior valor de MHPRVG foram 1I873, 1I923, 1I977 e 1K1322 (**Tabela 1**). Já para as condições de safrinha, os híbridos experimentais com maior MHPRVG foram 1K1322, 1I977, 1I923 e 1J1171 (**Tabela 1**). Cabe destaque também para diferença de magnitude dos índices MHPRVG*MG entre as duas épocas de semeadura (Safra e Safrinha), o que denota uma redução esperada no potencial produtivo dos híbridos em virtude de condições climáticas desfavoráveis para o cultivo na Safrinha (Braccini et al., 2010).

Contrastando-se os valores do índice MHPRVG*MG para ambientes de safra e safrinha, conforme o preconizado por Guimaraes et al. (2009) (**Figura 1**), verifica-se que, dos 61 genótipos avaliados, 26 apresentaram adaptabilidade e estabilidade tanto para Safra quanto para Safrinha, se agrupando no quadrante direito superior. Considerando-se ainda o critério adicional de soma do valor do desvio padrão genotípico ao índice MHPRVG*MG, é perceptível a superioridade dos genótipos 2B707, 1K1322, 1I1977, 1I923 e 1J1203 tanto em condições de safra quanto em safrinha, enquanto que os genótipos 1K1285, 1J1176, 1J1183 e 1J1166 apresentaram baixa adaptabilidade, estabilidade e produtividade tanto em safra quanto em safrinha. Outro fator que deve ser ressaltado é que os valores de MHPRVG*MG

dos híbridos experimentais 1K1322, 1I1977, 1I923 e 1J1203 superam de forma significativa os valores expressos pelo cultivar BRS 1055, para este índice (**Figura 1**), denotando avanço genético destes materiais em relação a este híbrido.

Importa salientar também os valores de MHPRVG*MG do genótipo 1J1171, que expressou alta adaptabilidade, estabilidade e produtividade especificamente em condições de Safrinha (**Figura 1**).

CONCLUSÕES

O método MHPRVG combinado com a metodologia de plotagem em quadrantes possibilitou a identificação de genótipos de maior adaptabilidade e estabilidade tanto em ambientes de safra como em safrinha.

Os híbridos de maior adaptabilidade e estabilidade tanto em safra quanto em safrinha, selecionados pela soma do desvio padrão genotípico ao índice MHPRVG*MG, foram 2B707, 1K1322, 1I1977, 1I923 e 1J1203.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Milho e Sorgo e a FAPEMIG pela disponibilização de recursos para condução dos experimentos e participação no evento.

REFERÊNCIAS

BRACCINI, A.L.E.; STÜLP, M.; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; RICCI, T.T. Agronomic traits and seed yield produced in the soybean-corn crop in succession cropping. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 32, n. 4, 651-661, 2010.

CONAB - COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (2013). Projeção safra brasileira 2011/2012. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3graos_09.12.pdf>. Acesso em 20/06/2013.

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

GUIMARÃES, P. E. de O.; MACHADO, J. R. de A.; GUIMARÃES, L. J. M.. Plotagem em quadrantes para estudos de adaptabilidade e estabilidade em pares de grupos de ambientes. In: 5º CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, Vitória. O melhoramento e os novos cenários da agricultura: **Anais**. Vitória: Incaper, 2009. Incaper. Documentos, 2009, CD-ROM.

GUIMARAES, L. J. M.; MENDES, F. F.; GUIMARAES, P. E. de O.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; MACHADO, J. R. de A.; GOMES, P. H. F.; OLIVEIRA, K. G. de; REIS, D. P.; TAVARES, R. B. Definição de grupos heteróticos de populações de milho por análise gráfica. In: 6º CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil, **Anais**, Búzios: SBMP, 2011. CD-ROM.

RESENDE, MDV (2007) Software SELEGEN – REML/BLUP: **Sistema estatístico e seleção computadorizada via modelos lineares mistos**. Embrapa, Colombo, 359p.

VASCONCELOS, E.S.; CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; BHERING, L.L.; ROSADO, T.B.; VASCONCELOS, F.S. Agrupamento de modelos de regressão da análise de adaptabilidade e estabilidade de genótipos **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.12, p.1357-1362, 2010.

Tabela 1 – Ranqueamento e índices MHPRVG e MHPRVG*MG (kg.ha⁻¹) para 15 híbridos de milho superiores em ambientes de safra e safrinha, nos anos de 2011/2012 e 2012/2013.

Safra				Safrinha			
Rank	Genótipo	MHPRVG	MHPRVG*MG	Rank	Genótipo	MHPRVG	MHPRVG*MG
1	2B707PW	1,16	9.152	1	2B707 PW	1,22	6.297
2	1I873	1,09	8.594	2	1K1322	1,16	5.999
3	1I923	1,08	8.539	3	1I977	1,12	5.822
4	1I977	1,08	8.539	4	1I923	1,11	5.739
5	1K1322	1,07	8.415	5	P 3862 Hx	1,10	5.706
6	1K1277	1,07	8.399	6	P 30F53 Hy	1,10	5.684
7	1I862	1,06	8.373	7	1J1171	1,09	5.620
8	1J1203	1,06	8.366	8	1J1203	1,08	5.599
9	1I864	1,06	8.350	9	1I862	1,07	5.560
10	1I931	1,06	8.322	10	1K1286	1,07	5.538
11	1K1341	1,05	8.310	11	1I931	1,06	5.487
12	P 30F53Hy	1,05	8.269	12	BRS 1055	1,06	5.482
13	3H842	1,05	8.263	13	3H842	1,06	5.466
14	P 3862Hx	1,05	8.240	14	1K1343	1,05	5.457
15	1J1132	1,03	8.126	15	1J1209	1,04	5.403

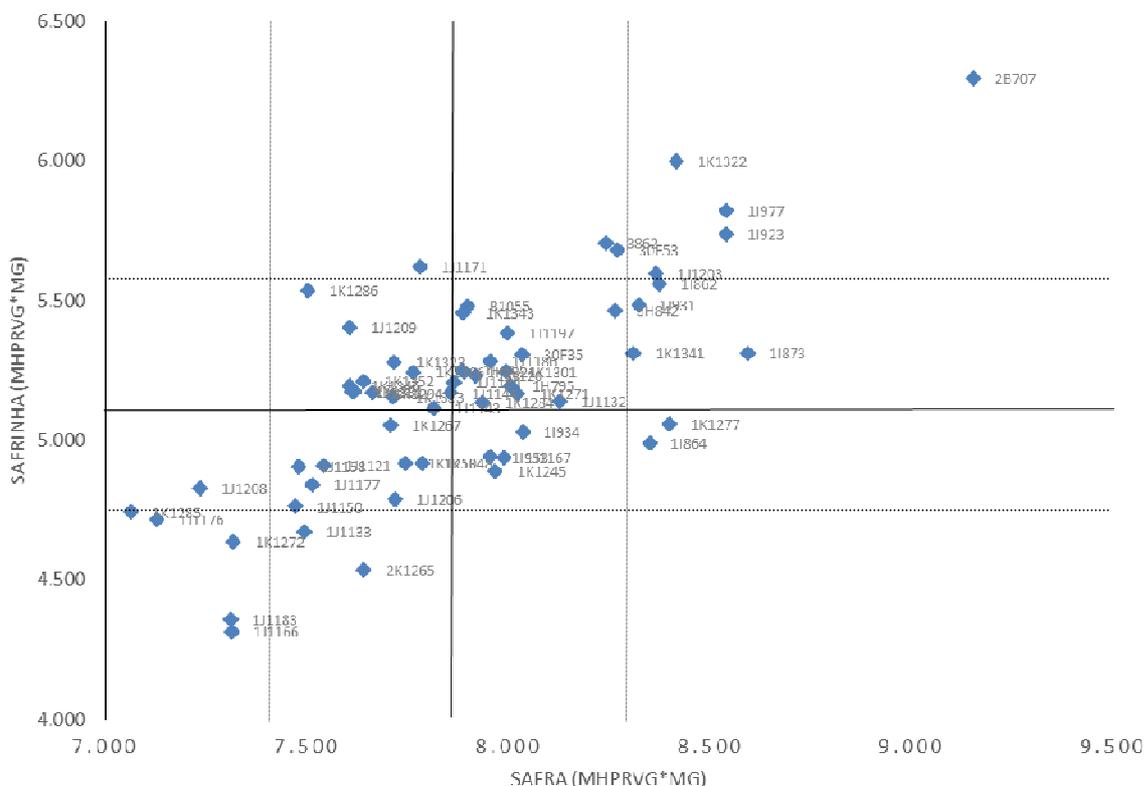


Figura 1 – Dispersão dos índices MHPRVG*MG (kg há⁻¹) para a adaptabilidade, estabilidade e produtividade de grãos (kg/ha) em condições de Safra e Safrinha em 2011/12 e 2012/13. Linhas sólidas agrupam genótipos quanto aos valores médios do índice MHPRVG*MG para Safra e Safrinha. Linhas tracejadas agrupam genótipos superiores com base na soma do valor do desvio padrão genotípico as médias do índice MHPRVG*MG.



XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global"