

Estabilidade da Produtividade de Grãos de Cultivares Comercial de Milho no Meio-Norte Brasileiro na Safra 2011/2012

Milton José Cardoso¹, Hélio Wilson Lemos de Carvalho², Leonardo Melo Pereira da Rocha³, Cleso Antônio Patto Pacheco⁴, Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães⁴

Resumo

As lavouras de milho vêm apresentando um crescimento expressivo em áreas do Meio-Norte brasileiro, onde predominam sistemas de produção de alta tecnologia havendo a necessidade de se conhecer o comportamento das variedades e híbridos de milho lançadas anualmente no mercado regional, tanto por empresas públicas quanto particulares. O objetivo deste trabalho foi conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de cultivares de milho, quando submetido a diferentes condições ambientais do Meio-Norte do Brasil. Para isso, procedeu-se à avaliação de 45 cultivares em dez ambientes, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. Detectaram-se diferenças entre os híbridos e os ambientes e comportamento inconsistente desses híbridos na média dos ambientes. São consideradas como cultivares de melhor potencial de recomendação para exploração comercial no Meio-Norte do Brasil os híbridos AG 8088 PR, 30 A 91 HX, 30 A 37 HX, 8041 YG, DKB 370 e BM 207.

Introdução

O milho é cultivado em toda a extensão do Meio-Norte do Brasil, submetido às mais variadas condições ambientais e tecnológicas, e tem-se mostrado bastante promissor, com produtividades de grãos superior a 8.000 kg ha⁻¹, em condições de cultivo comercial e experimental (Cardoso et al. 2012).

A seleção e a recomendação de genótipos mais produtivos são os objetivos básicos dos programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada, sendo necessário, para isso, que os genótipos sejam avaliados em um grande número de ambientes, que reflitam as condições ambientais às quais os genótipos serão submetidos. Contudo, a decisão de lançamento e recomendação de novas cultivares normalmente é dificultada pela ocorrência da interação genótipos x ambientes (Carvalho et al. 2002). Considerando o caráter produtividade de grãos, o fenótipo é a expressão genética do genótipo, do efeito de ambiente e da interação dos genótipos com ambientes.

Dessa forma, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de se conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de diversas cultivares comerciais de milho quando submetidos a diferentes condições ambientais do Meio-Norte do Brasil, para fins de recomendação.

Material e Métodos

Os ensaios, compostos por 45 cultivares, foram instalados em ambientes do Meio-Norte brasileiro na safra 2010/2011. Os municípios contemplados foram Mata Roma, Colinas, São Raimundo das Mangabeiras, Brejo, Paraibano e Balsas, no Estado do Maranhão e Teresina, Uruçuí, Bom Princípio e Nova Santa Rosa, no Piauí. Esses municípios estão localizados entre as latitudes Sul 3° 11', em Bom Princípio e 8° 24', em Nova Santa Rosa.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,70 m e com 0,20 m entre covas, dentro das fileiras. As duas fileiras centrais foram colhidas para determinação da produtividade de grãos corrigidos para 13 % de umidade. As adubações realizadas nesses ensaios seguiram as orientações dos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Os dados de produtividade de grãos foram submetidos à análise de variância, considerando-se o efeito de tratamentos como fixo e os demais como aleatórios. Em seguida, foi realizada a análise conjunta dos experimentos. Para isso, verificou-se a existência de homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas

¹ Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí, e-mail: milton.cardoso@embrapa.br

² Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, e-mail: helio.carvalho@embrapa.br

³ Analista da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, e-mail: leonardo.rocha@embrapa.br

⁴ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, e-mail: cleso.pacheco@embrapa.br ; paulo.guimaraes@embrapa.br

análises individuais sempre que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual foi inferior a sete (Gomes 1985). Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método de Cruz, Torres and Vencovsky (1989).

Resultados e Discussão

As análises de variância individuais revelaram que os efeitos de cultivares apresentaram variações significativas, evidenciando diferenças genéticas entre elas quanto a produtividade de grãos. Os valores dos coeficientes de variação oscilaram de 6,7 % a 13 %, o que sugere uma precisão experimental satisfatória, conforme critérios adotados por Lúcio, Storck and Banzatto (1999).

As produtividades médias de grãos nos diferentes ambientes oscilaram de 7.338 kg ha⁻¹ a 9.767 kg ha⁻¹, destacando-se os municípios de Uruçuí e Nova Santa Rosa, seguidos dos municípios de Colinas, São Raimundo das Mangabeiras e Paraibano, como mais favoráveis ao desenvolvimento de lavouras de milho na região, evidenciando o alto potencial dessas áreas para o desenvolvimento desse cereal, o que justifica o uso de alta tecnologia para a produção de grãos de milho no Meio-Norte brasileiro. Resultados semelhantes foram relatados em anos anteriores por Carvalho et al. (2011) e Cardoso et al. (2012), realizando trabalhos similares de fitomelhoramento.

Uma vez verificada a homogeneidade das variâncias residuais, realizou-se a análise de variância conjunta. Pelo teste F foi possível verificar, efeito significativo de cultivares, ambientes e também da interação cultivares x ambientes. A presença da interação cultivares x ambientes indica mudanças no desempenho das cultivares de milho nos diversos ambientes avaliados e evidencia a importância de estudos de adaptabilidade e estabilidade. A resposta diferenciada das cultivares de milho aos diferentes ambientes está de acordo com os conceitos de interação cultivares x ambientes citados por alguns autores (Ramalho, Santos and Zimmermann 1993; Cruz and Regazzi 1997), os quais relatam a importância da interação para o fitomelhoramento, pois há possibilidade de os melhores genótipos em um ambiente não o serem em outro. Isto torna mais difícil a seleção ou a recomendação dessas cultivares para os cultivos em ambientes favoráveis e desfavoráveis.

Em relação aos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade (Tabela 1) nenhum dos genótipos avaliados apresentou o comportamento ideal preconizado pelo método: média (b_0) > média geral (8.674 kg ha⁻¹), adaptabilidade a ambientes desfavoráveis ($b_1 < 1$), desvios da regressão (s^2_d) não significativo e $R^2 > 0,80$ que, segundo Cruz and Regazzi (1997), são indicativos de que a cultivar apresenta previsibilidade razoável por apresentar um bom ajuste às retas de regressão. Portanto, a seleção e recomendação dos genótipos deverão ser específicas e individuais para cada situação de ambiente favorável e desfavorável.

Tabela 1 Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 45 cultivares de milho em 10 ambientes do Meio-Norte brasileiro na safra 2011/2012.

| Cultivares ¹ | PG (kg ha ⁻¹) | | | b_1 | b_2 | b_1+b_2 | s^2_d | R ² (%) |
|-------------------------|---------------------------|--------------|-----------|--------|---------|-----------|-----------|--------------------|
| | Geral | Desfavorável | Favorável | | | | | |
| 30 A 95 HX | 10.078a | 8.723 | 10.660 | 1,37ns | -1,40* | -0,03ns | 737813** | 56 |
| AG 7088 RR2 | 9.969a | 8.589 | 10.560 | 1,26ns | -1,67** | -0,41* | 2232202** | 31 |
| 2 B 688HX | 9.811a | 8.692 | 10.291 | 0,99ns | -0,07ns | 0,93ns | 1093988** | 37 |
| AG 8088 PR | 9.702a | 8.769 | 10.102 | 0,99ns | -0,11ns | 0,89ns | 259357ns | 58 |
| AG 8061 | 9.684a | 8.684 | 10.113 | 1,02ns | -0,19ns | 0,83ns | 359968* | 55 |
| 30 A 16 HX | 9.618a | 7.843 | 10.379 | 1,67* | -0,20ns | 1,46ns | 927042** | 65 |
| BM 3063 | 9.601a | 8.123 | 10.234 | 1,34ns | -0,01ns | 1,32ns | 269257ns | 72 |
| 2 B 604 HX | 9.557a | 8.295 | 10.098 | 1,19ns | 0,09ns | 1,27ns | 1146365** | 46 |
| 30 A 68 HX | 9.526a | 8.094 | 10.140 | 1,39ns | -1,80** | -0,40* | 645710** | 59 |
| 30 A 91 HX | 9.450a | 8.178 | 9.996 | 1,17ns | -0,59ns | 0,58ns | 273339ns | 63 |
| 20 A 55 HX | 9.396a | 7.477 | 10.219 | 1,86** | -1,89** | -0,04ns | 275536ns | 80 |
| 2 B 587 HX | 9.314a | 8.169 | 9.805 | 1,18ns | -0,40ns | 0,78ns | 462924* | 58 |
| 2 B 707 HX | 9.311a | 7.123 | 10.250 | 1,88** | -1,37* | 0,51ns | 1062480** | 65 |
| 30 A 37 HX | 9.306a | 8.263 | 9.753 | 0,98ns | -0,03ns | 0,95ns | 346119ns | 55 |
| 9B9 1001 | 9.291a | 7.849 | 9.909 | 1,24ns | -1,24ns | 0,00ns | 689254** | 52 |
| 2B 433 HX | 9.203b | 8.581 | 9.470 | 0,68ns | -0,86ns | -0,18* | 289989ns | 35 |
| AG 8041YG | 9.146b | 7.860 | 9.697 | 1,03ns | 0,58ns | 1,61ns | 283059ns | 65 |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-----------|----|
| 2B 710 HX | 9.096b | 7.872 | 9.620 | 1,19ns | 1,08ns | 2,27* | 358551* | 71 |
| 20 A 78 HX | 9.051b | 7.924 | 9.535 | 1,18ns | 0,36ns | 1,53ns | 902507** | 52 |
| 1 G 703 | 9.039b | 7.802 | 9.570 | 1,28ns | 0,00ns | 1,27ns | 849003** | 54 |
| BM 820 | 9.034b | 7.333 | 9.763 | 1,50ns | -0,80ns | 0,71ns | 429405* | 69 |
| 3 G 739 | 8.833b | 7.970 | 9.204 | 0,68ns | 0,28ns | 0,96ns | 1825652** | 18 |
| DKB 370 | 8.768b | 7.152 | 9.461 | 1,41ns | -0,81ns | 0,59ns | 37408ns | 79 |
| AG 9040 YG | 8.732b | 7.450 | 9.282 | 1,07ns | 1,78** | 2,85** | 977928** | 60 |
| BM 207 | 8.713b | 7.183 | 9.370 | 1,38ns | -0,51ns | 0,87ns | 309859ns | 69 |
| BM 502 | 8.693b | 6.891 | 9.466 | 1,60* | -0,76ns | 0,84ns | 450743* | 71 |
| PRE 22 S 11 | 8.684b | 7.825 | 9.052 | 1,04ns | -0,08ns | 0,96ns | 819431** | 44 |
| SHS 4080 | 8.654b | 8.215 | 8.843 | 0,61ns | 0,99ns | 1,60ns | 1111546** | 31 |
| Órion | 8.329c | 7.569 | 8.655 | 0,75ns | 0,72ns | 1,47ns | 225370ns | 56 |
| SHS 5560 | 8.281c | 7.669 | 8.544 | 0,65ns | 0,88ns | 1,53ns | 942886** | 33 |
| Taurus | 8.253c | 7.744 | 8.472 | 0,41* | 0,36ns | 0,77ns | -115944ns | 47 |
| PRE 22 S 17 | 8.193c | 7.224 | 8.609 | 0,91ns | 1,10ns | 2,01ns | 152020ns | 70 |
| SHX 7222 | 8.184c | 6.498 | 8.907 | 1,57* | -0,30ns | 1,27ns | -125289ns | 90 |
| BRS Caimbé ^V | 7.966c | 8.072 | 7.920 | 0,08** | 0,89ns | 0,97ns | 303501ns | 18 |
| PRE 32 T 10 | 7.736d | 6.776 | 8.148 | 0,96ns | 1,24ns | 2,21* | 234518ns | 70 |
| V2 | 7.702d | 7.719 | 7.696 | -0,02** | 1,37* | 1,36ns | 316825ns | 29 |
| BMX 831 | 7.605d | 6.840 | 7.933 | 0,73ns | 0,96ns | 1,69ns | -199877ns | 84 |
| PRE 22 T 10 | 7.567d | 5.922 | 8.272 | 1,55* | -0,02ns | 1,53ns | 367642* | 74 |
| BRS Sertanejo ^V | 7.545d | 7.028 | 7.766 | 0,47* | -0,11ns | 0,36ns | 763826** | 14 |
| PRE 32 D 10 | 7.540d | 6.941 | 7.797 | 0,56ns | 0,12ns | 0,68ns | 456095* | 27 |
| V4 | 7.532d | 7.435 | 7.589 | 0,11** | 2,01** | 2,12ns | 247137ns | 53 |
| PRE 22 T 11 | 7.501d | 6.156 | 8.078 | 1,28ns | -0,18ns | 1,10ns | 363202* | 66 |
| PRE 22 D 11 | 7.235e | 6.125 | 7.711 | 0,98ns | -0,49ns | 0,49ns | 1681786** | 27 |
| BRS Gorutuba ^V | 6.962e | 6.999 | 6.947 | 0,01** | -0,33ns | -0,33* | 469121* | 2 |
| BRS Caatingueiro ^V | 6.155f | 6.348 | 6.073 | -0,20** | 1,43* | 1,23ns | -171995ns | 59 |

¹ V: variedade. Os demais são híbridos. Produtividade de grãos média geral: 8.657 kg ha⁻¹.

** e * Significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t de Student, para b. ** e * Significativos a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F para s_d². As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. PG: produtividade média de grãos.

Assim, foram consideradas como cultivares com potencial de recomendação os que evidenciaram produtividade média de grãos superior à média geral dos ambientes (b₀), nos ambientes desfavoráveis e favoráveis, bem como baixa sensibilidade a ambientes desfavoráveis (b₁ ≤ 1), responsividade à melhoria ambiental (b₁ + b₂ ≥ 1), além do máximo de previsibilidade com desvios da regressão (s²d) não significativos e/ou R² > 80%. Portanto as cultivares que mais se aproximaram desses critérios foram os híbridos AG 8088 PR, 30 A 91 HX, 30 A 37 HX, 8041 YG, DKB 370 e BM 207. Merecem destaque também os híbridos que apresentaram produtividades médias de grãos superiores à média geral dos ambientes (b₀), nos ambientes desfavoráveis e favoráveis, bem como baixa sensibilidade a ambientes desfavoráveis (b₁ ≤ 1), a exemplo dos 30 A 95 HX, AG 7088 RR2, 2 B 688 HX, AG 8061, BM 3063, 2 B 604 HX, 30 A 68 HX, entre outros.

Referências

- Cardoso MJ et al. (2002) Identificação de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio Norte brasileiro. **Revista Ciência Rural**, **43**:346-353.
- Carvalho CGP et al. (2002) Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **37**:989-1000.
- Carvalho HWL de et al. (2011) Adaptabilidade e estabilidade de milho no Nordeste brasileiro. **Revista Científica Rural**, URCAMP, **13**:15-29.
- Cruz CD and Regazzi AJ. (1997) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV. 390p.
- Cruz CD, Torres RA de and Vencovsky R. (1989) An alternative approach to the stability analysis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, **12**:567-580.
- Gomes FP (1990) Curso de estatística experimental. 8ª Ed. São Paulo. Nobel. 450p.

Lúcio AD, Storck L and Banzatto DA (1999) Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto à sua precisão. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 5:99-103.

Ramalho MAP, Santos JB dos and Zimmermann MJ de O (1993) **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação no melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, Editora UFG, cap. 6, p.131-169. (Publicação, 120).