

Relação Entre Caracteres Agronômicos e Produtividade de Grãos em Híbridos de Milho

Lorena Guimarães Batista¹, Humberto Fanelli Carvalho², Ítalo Stefanine Correia Granato³,
Débora Santos Caixeta⁴, Lauro José Moreira Guimarães⁵ e Roberto Fritsche-Neto⁶

^{1,2}Acadêmicos de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG
¹loregbatista@gmail.com e ²humberto.carvalho@ufv.br ³Estudante de Mestrado em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG italo.granato@gmail.com
⁴Estudante de Mestrado em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG deborascaixeta@gmail.com ⁵Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG lauro@cnpms.embrapa.br ⁶Professor do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG roberto.neto@ufv.br

RESUMO - Para que a seleção para produtividade de grãos seja realizada eficientemente, são necessárias informações sobre a natureza e a magnitude das variações fenotípicas observadas em uma determinada população, bem como as correlações deste caractere com outras características agronômicas. Assim, o objetivo foi verificar a relação entre caracteres agronômicos e a produtividade de grãos em híbridos de milho. Foi realizado um experimento com 36 híbridos de milho, em látice simples 6x6, com duas repetições. Foram determinadas as correlações fenotípicas entre os caracteres florescimento masculino (FM), altura de plantas (AP), número de perfilhos por pendão (NPP), número de plantas na parcela (ST), número de espigas colhidas na parcela (NE), peso de espigas colhidas na parcela (PE), peso de 500 grãos (P500G), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugos (DS), número fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e a produção de grãos (PG). Posteriormente, as correlações entre a variável principal (produção de grãos) e os demais caracteres agronômicos foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos pela análise de trilha. Conclui-se que apenas peso de espigas tem alto efeito direto sobre a produtividade de híbridos de milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L., análise de trilha, seleção indireta.

Introdução

O aumento da produtividade de grãos é atribuído às mudanças nas práticas culturais, ao melhoramento genético, às alterações climáticas e à interação entre esses três fatores (TOLLENAAR e WU, 1999). De modo geral, o cultivar é responsável por aproximadamente 50% da produtividade final (CRUZ et al., 2003). Entretanto, a produtividade de grãos é um caráter de baixa herdabilidade e controle genético complexo, pois resulta da atuação de vários genes de pequeno efeito sobre o fenótipo (ALLARD, 1971).

Esta baixa herdabilidade de caracteres como a produtividade de grãos faz com que a seleção de genótipos superiores seja dificultada. Neste sentido, caracteres secundários, que apresentam maior herdabilidade e estão associados à produção, podem ser utilizados para seleção indireta desta (ATLIN, 2003). Para que a seleção indireta possa ser realizada de forma

eficiente, são necessárias informações sobre a natureza e a magnitude das variações fenotípicas observadas em uma determinada população, bem como sobre as correlações entre as características agronômicas de interesse (GOMES et al., 2007).

A correlação linear quantifica a associação entre duas variáveis quaisquer, mas não permite inferências sobre causa e efeito, impossibilitando o conhecimento de qual tipo de associação que governa o par de caracteres (FURTADO et al., 2002). Visando superar essa dificuldade, a análise de trilha, proposta por Wright (1921), permite particionar o coeficiente de correlação em efeitos diretos e indiretos de variáveis explicativas sobre a variável principal. Esta é uma ótima ferramenta para auxiliar os melhoristas na definição dos caracteres mais indicados na seleção indireta de um caractere principal.

Diante do exposto, o objetivo foi verificar a relação entre caracteres agronômicos e a produtividade de grãos em híbridos de milho.

Material e métodos

Foi instalado um ensaio com 36 híbridos oriundos da EMBRAPA Milho e Sorgo e de diversas empresas privadas, no campo experimental Prof. Diogo Alves de Mello, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – (UFV) (20°45'14"S; 42°52'53"W), em novembro de 2011. Adotou-se o delineamento experimental de látice simples 6x6, com duas repetições. Cada parcela foi constituída de duas linhas de 4m de comprimento, espaçadas por 0,8m. A densidade de semeadura foi de 5,5 sementes por m. A adubação de semeadura foi feita com 250 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16 e a adubação de cobertura com 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicados no estádio V6. O manejo e os tratos culturais foram de acordo com o recomendado para a cultura (GALVÃO e MIRANDA, 2004).

Na ocasião do florescimento, as plantas foram avaliadas quanto ao florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura da primeira espiga (AE), número de folhas acima da primeira espiga (NFAPE) e número de perfilhos por pendão (NPP). Após a maturação dos grãos, foram avaliados o acamamento (AC), quebramento (QB), número de plantas na parcela (ST), número de espigas na parcela (NE), número de espigas doentes colhidas na parcela (ED), peso de espigas da parcela (PE), produção de grãos (PG), peso de 500 grãos (P500G), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugos (DS), número fileiras por espiga (NFE) e número de grãos por fileira (NGF).

Os dados de todos os caracteres foram submetidos à análise de variância. Para os caracteres em que os híbridos apresentaram diferenças significativas, foram obtidas estimativas de correlação fenotípica. Estas foram testadas a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t. Posteriormente, foi realizada a análise de multicolinearidade da matriz de correlação das variáveis independentes (caracteres agronômicos), com base no número de condição (NC), que é a relação entre o maior e o menor autovalor da matriz (MONTGOMERY e PECK 1981). Posteriormente, as estimativas de correlações fenotípicas entre produtividade (variável principal) e caracteres agronômicos (variáveis explicativas) foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos, por meio da análise de trilha (WRIGHT, 1921).

As análises genético-estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico computacional Genes (CRUZ, 2011).

Resultados e discussão

Pelas análises de variância os genótipos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para a maioria dos caracteres avaliados. A exceção foi para FF, AE, NFAPE, AC, QB e ED. As diferenças genéticas observadas indicam a existência de variabilidade genética, o que possibilita a seleção e ganhos genéticos.

O diagnóstico de multicolinearidade da matriz de correlações fenotípicas entre os caracteres indicou $100 < NC < 1000$, o que caracteriza multicolinearidade moderada a forte (MONTGOMERY e PECK 1981). Com o efeito da multicolinearidade detectado, realizou-se a análise de acordo com Carvalho e Cruz (1996), que sugerem que a análise de trilha com colinearidade pode ser realizada com todas as variáveis, adotando-se procedimento semelhante ao da análise de regressão em crista ou cumeeira.

Assim, as correlações fenotípicas entre produtividade de grãos e caracteres agronômicos foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos (WRIGHT, 1921). A partir dos resultados obtidos, observou-se que peso de espigas foi o único caractere que apresentou efeito direto alto sobre a produtividade de grãos (Tabela 1). AP, ST e NE apresentaram efeitos diretos muito baixos sobre PG, sendo que 77%, 79% e 80%, respectivamente, das correlações entre eles correspondem a efeitos indiretos via PE. Isto reitera que PE é o único entre os caracteres avaliados que pode ser utilizado na seleção indireta de genótipos mais produtivos.

Conclusões

Dos caracteres avaliados, apenas peso de espigas tem alto efeito direto sobre a produtividade de híbridos de milho no grupo estudado.

Agradecimentos

A Fapemig, Capes e Cnpq pelo apoio financeiro.

Literatura Citada

ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético de plantas. São Paulo: Edgard Lucher, 1971. 381p

ATLIN, G. 2003. Improving drought tolerance by selecting for yield. p. 14-22. *In* K.S. Fischer, R. Lafitte, S. Fukai, G. Atlin, and B. Hardy (Eds.). *Breeding Rice for Drought Prone Environments*. IRRI, Los Banos, the Philippines.

CARVALHO, S.P.; CRUZ, C.D. Diagnosis of multicollinearity: assesment of the condition of correlation matrices used in genetic studies. *Brazilian Journal of Genetics* v.19, p.479-484, 1996.

CRUZ, C.D. Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2011. (Versão 2011.9.0).

CRUZ, J.C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. Cultivo do milho - cultivares. Sete Lagoas: Embrapa, 2003. 3p. (Sistema de Produção, 1).

GALVÃO, J. C. ; MIRANDA, G. V.. Tecnologia de produção do milho. Ed. Viçosa, UFV, 2004. 365 p.

GOMES, C.N.; CARVALHO, S.P.; JESUS, A.M.S.; CUSTÓDIO, T.N. Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.8, p.1121- 1130, 2007.

FURTADO, M.R.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A.; COELHO, A.D.F.; PETERNELLI, L.A. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, p.217-220, 2002.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. *Introduction to linear regression analysis*. J. Willey, New York, 1981, 504p,

TOLLENAAR, M.; WU, J. Yield improvement in temperatemaize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Science*, v.39, p.1597-1604, 1999.

WRIGHT, S. Correlation and causation. Journal of Agricultural Research, v20, p.557-585, 1921

Tabela 1. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos que envolvem a variável principal produção de grãos (PG) e as variáveis independentes explicativas: florescimento masculino (FM), altura de plantas (AP), número de plantas por parcela (ST), número de espigas por planta (NE), peso de espigas (PE), peso de 500 grãos (P500G), comprimento de espigas (CE), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugo (DS), número de fileiras por espigas (NFE), número de grãos por fileira, número de perfilhos por pendão (NPP). Viçosa, MG.

EFEITO	FM	AP	ST	NE	PE	P500G	CE	DE	DS	NFE	NGF	NPP
DIRETO SOBRE PG	0,002	0,043	0,089	0,070	0,761	0,037	-0,044	-0,024	0,045	0,106	0,070	0,036
INDIRETO VIA FM	-	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
INDIRETO VIA AP	-0,017	-	0,013	0,021	0,023	0,003	0,006	0,004	-0,001	0,007	0,003	0,013
INDIRETO VIA ST	-0,050	0,026	-	0,060	0,065	0,012	0,004	0,015	0,001	0,011	0,001	-0,018
INDIRETO VIA NE	-0,032	0,035	0,047	-	0,058	0,006	-0,002	-0,004	-0,012	0,004	-0,006	0,007
INDIRETO VIA PE	-0,389	0,415	0,550	0,634	-	0,178	0,145	0,203	0,122	0,120	0,052	-0,023
INDIRETO VIA P500G	-0,007	0,002	0,005	0,003	0,009	-	0,012	0,016	0,010	-0,010	-0,003	-0,012
INDIRETO VIA CE	0,003	-0,006	-0,002	0,001	-0,009	-0,015	-	-0,012	-0,012	-0,002	-0,028	0,001
INDIRETO VIA DE	0,004	-0,002	-0,004	0,001	-0,006	-0,011	-0,007	-	-0,021	-0,012	-0,005	0,011
INDIRETO VIA DS	-0,005	-0,002	0,001	-0,008	0,007	0,013	0,012	0,040	-	0,022	0,007	-0,020
INDIRETO VIA NFE	-0,021	0,018	0,013	0,006	0,017	-0,030	0,005	0,050	0,052	-	-0,003	-0,020
INDIRETO VIA NGF	0,008	0,004	0,001	-0,006	0,005	-0,005	0,044	0,015	0,010	-0,002	-	0,011
INDIRETO VIA NPP	0,002	0,011	-0,007	0,003	-0,001	-0,012	-0,001	-0,016	-0,017	-0,007	0,006	-
CORRELAÇÃO TOTAL	-0,50	0,54	0,70	0,79	0,97	0,18	0,17	0,30	0,18	0,24	0,09	-0,02
COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO: 0,92												
VALOR DE k USADO NA ANÁLISE: 4,88												
EFEITO DA VARIÁVEL RESIDUAL: 0,28												