

Avaliação de Linhagens de Milho por Meio de Caracteres Indiretos Relacionados à Tolerância a Seca¹

Viviane Maria de Abreu², Édila Vilela de Resende Von Pinho², Renzo Garcia Von Pinho²,
Marcela Carvalho² e Glória Maria de FreitasNaves²

²Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, vivianeabreu_ufla@yahoo.com.br, edila@dag.ufla.br, renzo@dag.ufla.br, cecelarc@hotmail.com, glorinha.fn@gmail.com

RESUMO - A utilização de caracteres relacionados à tolerância a seca vem sendo empregados em programas de melhoramento de plantas, visando a redução de custos e praticidade na seleção. Alta prolificidade, stay green e o reduzido intervalo entre florescimento masculino e feminino, estão entre os caracteres mais utilizados para seleção indireta à tolerância a seca. O objetivo nessa pesquisa foi avaliar cinco linhagens do programa de melhoramento de milho da empresa Geneseeds Recursos Genéticos LTDA, em quatro densidades de plantio, 40, 60, 80 e 100 mil plantas ha⁻¹, avaliadas durante a safra 2011/2012, por meio de características relacionadas à tolerância a seca. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, com fatorial de 5 x 4. Houve diferenças entre as linhagens para todas as características analisadas. As linhagens 63, 64 e 91 foram as que apresentaram maiores valores de produtividade e prolificidade. As linhagens 63, 54 e 91 apresentaram menores valores de intervalo entre o florescimento masculino e feminino. Deste modo, as linhagens 63 e 91 tem potencial para serem utilizadas em futuros programas de melhoramento visando a tolerância a seca.

Palavras-Chave: Zea mays, estresse abiótico, florescimento, densidade populacional, seleção indireta.

Introdução

O estresse pela baixa disponibilidade hídrica é um dos fatores que mais limitam o desenvolvimento de cultivos agrícolas (SHAO, et al. 2008). Assim, programas de melhoramento de plantas vem sendo voltados constantemente para a seleção de cultivares de alto desempenho e ao mesmo tempo tolerantes ao estresse hídrico.

O uso de caracteres secundários pode melhorar a eficiência de seleção visando a tolerância a seca. Vários fatores fenotípicos e de fácil visualização se relacionam com essa característica, tais como alta prolificidade, stay green e o reduzido intervalo entre florescimento masculino e feminino (BÄNZINGER et al., 2000; KAMARA et al., 2003). De acordo com MUGO et al. (2003), o aumento da tolerância à seca ocorre simultaneamente ao aumento da tolerância às altas densidades populacionais, sem que ocorram perdas em produtividade.

¹Trabalho realizado com o apoio financeiro da CAPES, CNPq e FAPEMIG

A caracterização de genótipos, bem como o estudo dos caracteres associados a tolerância a estresses abióticos, pode fornecer parâmetros que auxiliarão na seleção de novos materiais genéticos, facilitando o desenvolvimento de híbridos produtivos e mais adaptados a tais condições de estresse. Nesse sentido, o objetivo nesse trabalho foi a avaliação de cinco linhagens de milho do programa de melhoramento genético da empresa Geneseeds Recursos Genéticos LTDA, em quatro densidades de plantio por meio de características relacionadas a tolerância a seca.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida na área experimental do departamento de agricultura da UFPA em Belém, PA, cujas coordenadas são latitude 01°14'S, longitude 48°17'W e altitude de 15,80m. Essa região apresenta clima tipo Cwb da classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 26,4°C e a pluviosidade se distribui, principalmente de outubro a abril, com valores anuais de 1529,7 mm.

Foi instalado um campo para produção das cinco linhagens de milho em estudo 63, 54, 64, 43 e 91, materiais estes provenientes do programa de melhoramento de milho da empresa Geneseeds Recursos Genéticos LTDA. A semeadura foi realizada no dia 18/11/2011. As sementes foram tratadas com fungicida Vitavax Tiran, na dosagem de 300 ml para 100kg de sementes. A adubação de semeadura foi de 400 kg ha⁻¹ da formulação NPK 08-28-16. A adubação de cobertura foi realizada com a aplicação de 350 kg ha⁻¹ da formulação NPK 30-00-20, quando as plantas encontravam-se com quatro a cinco folhas completamente expandidas.

Um mês após a semeadura foi realizado o desbaste deixando-se a quantidade de plantas correspondente a cada densidade de plantio. Nessa mesma época foi realizada uma adubação foliar com Quimifol Arrank na dosagem de 2 L ha⁻¹. Para o controle das plantas invasoras, foi utilizado o herbicida a base de atrazine + metalacloro, na dosagem de 4 Lha⁻¹ do produto comercial em pré-emergência, além de uma aplicação de atrazine (3 Lha⁻¹) + tembotrione (0,2 Lha⁻¹) em pós-emergência. Outros tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade da cultura.

Foram utilizadas quatro populações de plantas, 40, 60, 80 e 100 mil plantas ha⁻¹. O campo foi composto por 4 linhas de 4 metros cada. O delineamento experimental utilizado foi o DBC, com três repetições, no esquema de parcelas subdivididas no espaço. As linhagens foram fixadas nas parcelas principais, compostas por 4 linhas com 16 metros cada, no espaçamento de 0,8m entre linhas, totalizando 15 parcelas. Dentro de cada parcela, foram

alocadas as quatro diferentes densidades de plantio, constituindo as sub parcelas, com 4 linhas e 4 metros cada. A colheita do experimento se deu no dia 10/05/2012. Para análise das variáveis foram utilizadas as duas linhas centrais de cada parcela.

Foram analisadas as características de prolificidade, stay green, florescimento masculino (FM) e feminino (FM), em dias, intervalo entre florescimento masculino e feminino (IFMF), número de plantas por parcela, produtividade em kg ha⁻¹ e peso de 100 grãos. O caráter prolificidade refere-se ao número médio de espigas por planta em cada parcela. O caráter stay green foi avaliado por uma escala de notas atribuídas as plantas a partir da maturação fisiológica dos grãos, aos 125 dias após o plantio, de acordo com metodologia proposta por Costa et al., (2008). Em seguida, foi calculado a área abaixo da curva de stay green(AACSG).

O Intervalo de florescimento masculino e feminino foi calculado pela diferença em dias entre o florescimento feminino, onde foram considerados 50% de emissão de estilo-estigma visíveis e o florescimento masculino, com 50% dos pendões liberando pólen. O resultado final foi transformado para valores positivos pelo acréscimo do valor 2 a todos os dados observados, de modo a eliminar valores negativos e assim facilitar a análise de variância.

A produtividade de grãos foi obtida por meio da transformação do peso de grãos obtido na área útil da parcela, expresso em kg ha⁻¹ corrigidos para a 13% de umidade. A comparação das médias dos tratamentos para os testes foi feita pelo teste de Scott & Knott, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Pela análise de variância (Tabela1), houve diferenças para linhagens em relação a todas as características analisadas.

Nas diferentes populações de plantas, não houve diferenças significativas para área abaixo da curva de stay green, florescimento masculino e peso de 100 grãos. De maneira geral, o experimento apresentou boa precisão, tendo valores de coeficiente de variação abaixo de 20% (PIMENTEL GOMES, 2000).

Não houve interação entre linhagens e densidade de plantio, tendo as linhagens se comportado de maneira semelhante em todas as densidades de plantio analisadas.

Em relação à produtividade em kg ha⁻¹ observa-se a superioridade das linhagens 63, 64 e 91 em relação às demais. De maneira geral, as populações de 100.000 e 80.000 plantas ha⁻¹ proporcionaram as maiores produtividades, fato que já era esperado em razão do maior número de plantas.

Maiores valores de prolificidade (Tabela 2) foram observados para as linhagens 63, 64 e 91, seguido pelas linhagens 54 e 43. Dentre densidades de plantio analisadas, a de 40 mil plantas ha⁻¹ resultou em maiores valores de prolificidade. Populações de 80 e 100 mil plantas ha⁻¹ proporcionaram menores valores de prolificidade. De acordo com Bolaños e Edmeades (1993), cultivares de milho que apresentam prolificidade elevada tem maiores condições de se adaptar a ambiente com estresse, tais como altas densidades de plantio. No entanto, a seleção para esse caráter isoladamente poderia ocasionar efeitos indesejáveis em outras características (JAMPATONG et al., 2000), tornando-se necessária a seleção para tolerância a estresse baseada em um conjunto de características, possibilitando a aplicação dos benefícios da prolificidade.

Em relação ao caráter stay green para as linhagens, menor área abaixo da curva foi encontrada para 43, seguida pela 64. Dentre as diferentes populações de plantas não houve diferenças significativas. Segundo Zaidi et al. (2004), o caráter stay green está diretamente relacionado com a tolerância a estresses hídricos após a floração.

No que se diz respeito ao intervalo entre florescimento feminino e masculino, menores índices foram encontrados para 63, 54 e 91, seguidas pelas 43 e 64 respectivamente. As populações de 40 e 60 mil plantas ha⁻¹ obtiveram os menores índices para essa característica. Baixos valores de IFMF retratam um sincronismo no florescimento, o que pode garantir uma adaptação a determinado estresse e a produção de grãos sob o mesmo (DURÃES et al., 1997). Analisando o florescimento masculino, não houve diferenças entre as diferentes populações de plantas. No entanto, para o florescimento feminino, o aumento na população influenciou, aumentando o tempo em dias para a emissão dos estilos-estigmas. A ocorrência de estresse durante o florescimento pode atrasar a liberação dos estilo-estigmas, entretanto a liberação do pólen pouco é influenciado por esse processo (RIBAUT et al., 1996).

Observa-se que as linhagens que proporcionaram menores valores de IFMF, 63 e 91, também apresentaram maiores valores de prolificidade. Segundo Bänziger et al. (2002), reduzido IFMF diminui o abortamento das espigas e apresenta estreita correlação com número de espigas por planta.

Para peso de 100 grãos, as linhagens 63 e 64 proporcionaram maiores médias, seguidas das linhagens 54 e 43. O menor peso médio de 100 grãos foi atribuído à linhagem

91. As diferentes densidades populacionais não afetou de maneira significativa esta característica.

Vale ressaltar que a linhagem 43, a qual possui o maior IFMF (5,00) também proporcionou um menor peso de 100 grãos, fato que pode ser explicado pelo atraso na emissão do estilo-estigma estar relacionado à esterilidade, podendo refletir em menor translocação de carboidratos para o grão em desenvolvimento (EDMEADES, et. al, 1993).

Conclusão

As linhagens 63 e 91 tem potencial para serem utilizadas em futuros programas de melhoramento visando à tolerância a seca.

Literatura Citada

BÄNZINGER, M.; EDMEADES, G.O.; BECK, D.; BELLON, M. Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice. Mexico, D.F.: CIMMYT. 2000. 68p.

BÄNZIGER, M.; EDMEADES, G. O.; LAFITTE, H. R. Physiological mechanisms contributing to the N stress tolerance of tropical maize selected for drought tolerance. Field Crops Research.v.84, p.1-11, 2002.

BOLAÑOS, J.; G.O. EDMEADES.Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield, biomass, and radiation utilization. Field Crops Research, Amsterdam, v. 31, p. 233-252. 1993.

BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G.O.The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize.Field Crops Research, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 65-80, 1996.

DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, M. X.; PEREIRA, J. J.;LABORY, C. R. G. Critérios morfo-fisiológicos utilizados para seleção de genótipos de milho visando tolerância à seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém, PA. Resumos... Belém: SBFV, 1997. p.291.

EDMEADES, G.O., J. BOLAÑOS, S.C. CHAPMAN, H.R. LAFITTE, AND M. BÄNZIGER.Selection improvestolerance to mid/late season droughtin tropical maize populations. I. Gains in biomass, grain yield and harvest index. Crop Science.Madison, v. 39, n. 5, p. 1306 -1315, 1999.

FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

JAMPATONG, S.; DARRAH, L. L.; KRAUSE, G. F.; BARRY, B. D. Effect of one and two-eared selection on stalk strength on other characters in maize. *Crop Science*.v.40, p.605-611, 2000.

KAMARA, A.Y.; MENKIR, A.; BADU-APRAKU, B.; IBIKUNLE, O. Reproductive and stay-green trait responses of maize hybrids, improved open-pollinated varieties and farmers' local varieties to terminal drought stress. *Maydica*, Bergamo, v. 48, n. 1, p. 29-37, 2003.

MUGO, S. N.; EDMEADES, G. O.; KIRUBI, D. T. Genetic improvement for drought tolerance increases tolerance to high plant density in tropical maize under low input levels. In: ARNEL R. HALLAUER INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON PLANT BREEDING, 2003, Mexico City. Book of Abstracts... Mexico City: CIMMYT, 2003. P. 50-51.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

RIBAUT, J.-M.; HOISINGTON, D.A.; DEUTSCH J.A.;JIANG C.; GONZÁLEZ-DE-LEON D. Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. I. Flowering parameters and the anthesis-silking interval. *Theoretical and Applied Genetics*. v. 92, n. 7, p. 905-914, 1996.

SHAO, H.; CHU, L.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants. *Comptes Rendus Biologies*, Paris, v. 331, p. 215-225, 2008.

ZAIDI, P. H.; SRINIVASAN, G.; CORDOVA, H. S.; SANCHEZ, C. Gains from improvement for mid-season drought tolerance in tropical maize (*Zea mays* L.). *Field Crops Research*, v. 89, n. 1, p. 135-152, Sept. 2004.

Tabela 1. Resumo da análise de variância da área abaixo da curva de progresso de stay green (AACPSG), florescimento feminino em dias (FF), florescimento masculino em dias (FM) e intervalo o entre florescimento masculino e feminino (IFMF), produtividade em kg ha⁻¹ (PROD), peso de 100 grãos (P100) e prolificidade (PROL), de cinco linhagens de milho em Lavras, MG, safra 2011/2012.

FV	GL	QM						
		AACSG	FF	FM	IF	PROD	P 100	PROL
Linhagem	4	15143.35**	231,14**	141,90**	34,15**	11978572,08**	163,57**	0,15*
Repetição	2	528.79	1,55	1,35	0.20	3453411,63	0,36	0,05
Erro 1	8	406.29	1,22	0,85	0.51	665372,05	3,46	0,03
População	3	109.98 ^{NS}	6,64**	0,49 ^{NS}	3,93**	4817336,87**	2,83 ^{NS}	0,26**
Lin * Pop	12	101.98 ^{NS}	0,49 ^{NS}	0,49 ^{NS}	0.32 ^{NS}	720850,92 ^{NS}	2,08 ^{NS}	0,01 ^{NS}
Erro 2	30	768.35	0,68	0,51	0.41	429568,77	1,63	0,01
CV(1%)	-	3.71	1,35	1,14	29,22	19,73	6,82	17,05
Cv(2%)	-	5.10	1,01	0,88	25,99	15,85	4,68	11,58

*e ** significativo ao nível de 5% e 1% de significância pelo teste F, respectivamente; ^{NS} não significativo.

Tabela 2. Médias de prolificidade (PROL), área abaixo da curva de progresso de stay green (AACPSG), florescimento feminino em dias, florescimento masculino em dias e intervalo entre o florescimento masculino e

feminino, peso de 100 grãos (P100) e produtividades em kg ha⁻¹ (PROD) de cinco linhagens de milho em Lavras, MG, safra 2011/2012.

Linhagem	PROL	AACSG	FF	FM	IFMF	P100	PROD
63	1,05 A	174,71 C	78,08 B	78,75 B	1,33 A	31,3 A	5.212,3 A
54	0,89 B	205,92 D	76,00 A	76,42 A	1,58 A	26,2 B	2.850,0 B
64	1,07 A	150,5 B	84,5 D	83,17 C	3,33 B	30,7 A	4.683,5 A
43	0,88 B	123,67 A	86,25 E	83,25 C	5,00 C	25,6 B	3.322,0 B
91	1,12 A	205,04 D	83,42 C	84,42 D	1,00 A	22,6 C	4.603,0 A
População	PROL	AACSG	FF	FM	IF	P100	PROD
100	0,89 C	175,47 A	82,47 B	81,47 A	3,00 B	27,9 A	4653.1 A
80	0,92 C	172,67 A	81,87 B	81,13 A	2,73 B	27,1 A	4547.6 A
60	1,00 B	169,4 A	81,33 A	81,13 A	2,2 A	27,1 A	3878.5 B
40	1,19 A	170,33 A	80,93 A	81,07 A	1,87 A	27,9 A	3457.4 B
Média	171,97	171,97	81,65	81,2	0,45	27,3	4134,1

Grupos de médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Scott-Knott.