

Seleção de Progênes de Irmãos Germanos Interpopulacionais Visando a Discriminação Quanto à Tolerância à Seca em Milho

Paula de Souza Guimarães¹, Cristianini Santos Bernini¹, Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto Paterniani², Paulo Boller Gallo³ e Felipe Augusto Lodovico⁴

¹Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical – IAC, Campinas, SP psguim@yahoo.com.br; cristianibernini@yahoo.com.br; ²Centro de Grãos e Fibras, IAC; elisa@iac.sp.gov.br; ³APTA Regional de Desenvolvimento do Nordeste Paulista, Mococa; paulogallo@apta.sp.gov.br e ⁴Estagiário do Centro de Grãos e Fibras.

Apoio FAPESP.

RESUMO - O objetivo do trabalho foi o de avaliar progênes de irmãos germanos interpopulacionais e obter estimativas de parâmetros genéticos, visando o melhoramento para tolerância à seca e a distinção de progênes com diferentes níveis de sensibilidade ao déficit hídrico, quanto a caracteres agrônômicos relacionados à tolerância à seca. Avaliaram-se 75 progênes em delineamento em blocos casualizados com três repetições na estação experimental de Mococa, em 2011. Os caracteres avaliados foram peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileira de grãos na espiga (NFG), “stay green” (SG), florescimento masculino (FM) e florescimento feminino (FF). Houve diferenças significativas entre progênes para praticamente todos os caracteres avaliados, exceto para a variável “stay green”. Foram detectados altos índices de variância genética para AP e AE e alta herdabilidade para os caracteres AE, CE, DE, FM e FF, demonstrando forte controle genético na herança destes caracteres e a possibilidade de se obter altos ganhos com a seleção dentro de progênes. As médias de produtividade e a magnitude das estimativas dos parâmetros genéticos obtidos das progênes indicam que, de maneira geral, existe variabilidade genética para ser explorada nos próximos ciclos de seleção recorrente.

Palavras-chave: *Zea mays* L., variabilidade genética, produtividade, seleção recorrente interpopulacional.

Introdução

A dificuldade em disponibilizar genótipos produtivos contendo características de tolerância à seca constitui em um grande desafio para os programas de melhoramento de milho, devido à deficiência hídrica ser a maior fonte de instabilidade de produtividade de áreas sujeitas a períodos de estiagens. Agrega-se a isto o fato da produtividade possuir baixa herdabilidade (CÂMARA *et al.*, 2007). Portanto, genótipos mais produtivos e adaptados ao estresse poderiam ser mais eficientes se parâmetros que conferem rendimento de grãos sob condições adversas de irrigação pudessem ser identificados e empregados como critério de seleção.

A obtenção de estimativas de parâmetros genéticos e predição de ganhos a partir dos testes de progênes são de extrema importância no melhoramento de plantas, uma

vez que permite identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos, bem como avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para a obtenção de ganhos genéticos e manutenção de uma base genética adequada nas populações (FERNANDES *et al.*, 2004).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar progênies de irmãos germanos interpopulacionais e obter estimativas de parâmetros genéticos, visando o melhoramento para tolerância à seca e distinção de progênies com diferentes níveis de sensibilidade ao déficit hídrico, quanto a caracteres agrônômicos relacionados à tolerância à seca.

Material e Métodos

Foram conduzidos três experimentos com progênies de irmãos germanos interpopulacionais de milho (IG) na estação experimental de Mococa, em condições de safrinha no ano de 2011. Cada experimento foi constituído de 25 progênies de IG e três testemunhas, totalizando 75 progênies. As testemunhas empregadas foram: População Tolerante A, População Sensível B e o híbrido IAC 8390. As 75 progênies de IG interpopulacionais foram obtidas pelo cruzamento entre duas populações contrastantes quanto à tolerância à seca: População Tolerante x População Sensível à seca.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. A parcela foi constituída por uma linha de 4 m, com espaçamento de 0,90 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, totalizando 16 plantas por parcela.

Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos: peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura de espiga (AE), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de fileiras de grãos da espiga (NFG), “stay green” (SG), florescimento masculino (FM) e florescimento feminino (FF). O peso de grãos (PG) foi ajustado para estande ideal (16 plantas na parcela) e umidade de 13%. A altura de planta (AP) e da espiga (AE) foi obtida pela medida tomada do nível do solo até a inserção da folha bandeira e da espiga principal, respectivamente. Os componentes de produção (CE, DE e NFG) foram avaliados em cinco espigas, tomadas aleatoriamente na parcela.

O “stay green” (SG) foi medido cerca de 120 dias após a semeadura, em cinco plantas da parcela, com base em uma escala de notas variando de 1 a 5. A nota 1 correspondeu a média de cinco plantas na parcela com todas as folhas acima da espiga principal e pelo menos duas folhas verdes abaixo da espiga; nota 2 às plantas em que todas as folhas acima da espiga estivessem verdes; nota 3 às plantas em que 2 folhas

acima da espiga estivessem secas e as demais verdes; nota 4 às plantas em que 2 folhas no ápice da planta estivessem verdes e 5 às plantas com todas as folhas secas (COSTA, 2008).

Os florescimentos masculino (FM) e feminino (FF) foram obtidos pelo número de dias da semeadura até que 50% das plantas de cada parcela estivessem, respectivamente, em antese e com estilo-estigmas visíveis.

Os dados foram agrupados e submetidos à análise de variância, sendo a significância verificada pelo teste F, utilizando-se o programa GENES (CRUZ, 2001).

Os componentes estimados foram: variância genética entre progênies ($\hat{\sigma}_p^2$) e variância ambiental ($\hat{\sigma}_E^2$). Estimaram-se ainda os coeficientes de herdabilidade em nível de média de progênies (\hat{h}^2).

Os ganhos genéticos com a seleção entre progênies (G_s) foram calculados por: $G_s = k \times \hat{\sigma}_F \times \hat{h}^2$, em que k é função da intensidade de seleção aplicada entre progênies (intensidade de seleção estandardizada) e $\hat{\sigma}_F$ é o desvio padrão fenotípico total.

Resultados e discussão

As Tabelas 1 e 2 apresentam os quadros de análises de variância agrupadas para as características peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de fileiras de grãos na espiga (NFG), “stay green” (SG), florescimento masculinos (FM) e florescimento feminino (FF) das 75 progênies de irmãos germanos interpopulacionais de milho.

Houve diferença significativa entre progênies ($P < 0,05$) para praticamente todas as características avaliadas, indicando que os cruzamentos realizados entre as duas populações contrastantes quanto à tolerância à seca geraram progênies contendo alta variabilidade, característica ideal para a condução de um programa de melhoramento empregando o método da seleção recorrente recíproca.

Vale ressaltar que essas progênies apresentaram produtividade acima das testemunhas empregadas no experimento, com amplitudes de peso de grãos (PG) variando de 73,35 a 108,53 g/planta no Experimento I, de 75,62 a 103,57 g/planta no Experimento II e de 71,42 a 97,14 g/planta no Experimento III (dados não apresentados).

Na Tabela 3 estão apresentadas as progênies selecionadas (20%) com base na produtividade média. Pelos resultados obtidos verificou-se que houve uma tendência

das progênies mais produtivas apresentarem AP, AE, CE, DE e NFG elevados. As 75 progênies floresceram, em média, 67 e 68 dias após a semeadura, respectivamente, para FM e para FF, resultando em baixo intervalo entre os florescimentos. Este resultado indica a ocorrência de sincronismo no florescimento, causando uma adaptação ao estresse. Sabe-se que o déficit hídrico provoca atraso na emergência da inflorescência feminina (estilo-estigma) em relação à liberação do grão de pólen, havendo redução do número de grãos fertilizados e conseqüentemente da produtividade.

As progênies apresentaram bom desempenho de “stay green”, conferindo um melhor aproveitamento da fotossíntese para o fornecimento de carboidratos para colmos, folhas e raízes e, conseqüentemente, essas plantas podem apresentar maior resistência a estresses bióticos e abióticos como déficit hídrico.

De modo geral, houve a identificação de progênies promissoras quanto à PG, AP, AE, CE, DE e NFG no experimento realizado, indicando que o cruzamento entre as populações contrastantes quanto à tolerância à seca foi eficiente para o desenvolvimento de progênies de IG interpopulacionais com características de tolerância ao déficit hídrico, em condições de safrinha.

Na Tabela 4 são apresentadas as estimativas dos componentes da variância e da herdabilidade em nível de médias para os caracteres avaliados. Foram obtidos elevados coeficientes de herdabilidade no sentido amplo para AE (0,70), CE (0,70), NFG (0,77), FM (0,82) e FF (0,78), indicando um alto controle genético nesses caracteres, condição favorável para a seleção. Para PG ($h^2 = 0,28$), AP ($h^2 = 0,44$) e SG ($h^2 = 0,19$) os coeficientes de herdabilidade indicam baixo controle genético, sugerindo que estes caracteres sofrem muita influência do ambiente.

A estimativa do componente da variância de progênies ($\hat{\sigma}_p^2$) e o ganho genético (Gs) para PG foi relativamente baixa. No entanto vale lembrar que essas progênies foram semeadas em condições adversas de irrigação (safrinha).

A presença de variabilidade genética pode ser confirmada e quantificada pelo coeficiente de variação genética (CV_G), que expressa a magnitude da variação genética em relação à média do caráter (RESENDE, 1991). Segundo Sebbenn *et al.* (1998), os coeficientes de variação genética acima de 7% são considerados altos. No presente estudo, os coeficientes de variação genética para os caracteres AE e NFG foram elevados (9,85 e 7,69%, respectivamente), indicando a existência de variação genética herdável na população, o que possibilita maiores ganhos genéticos para tais caracteres.

Os coeficientes de variação genética para AP (5,46%), AE (5,13%), CE (4,77%) e SG (6,07%) foram medianos e baixos para DE (2,28%), FM (2,76%) e FF (3,47%). A existência de variação genética, entre diferentes tratamentos, indica a possibilidade de melhoramento para esses caracteres com a obtenção de ganhos consideráveis com a seleção.

Para as variáveis NFG, FM e FF os valores de índice de seleção (b) foram maiores que um. Segundo Vencovsky e Barriga (1992), uma situação favorável para a seleção de progênies de milho é observada quando a estimativa do índice b apresenta valor próximo ou superior à unidade.

Conclusões

A alta herdabilidade para os caracteres AE, CE, DE, FM e FF, demonstraram forte controle genético na herança destes caracteres e a possibilidade de se obter altos ganhos com a seleção dentro de progênies.

As médias de produtividade e a magnitude das estimativas dos parâmetros genéticos obtidos das progênies indicam que, de maneira geral, há variabilidade genética para ser explorada nos próximos ciclos de seleção recorrente.

Agradecimentos

À FAPESP pela concessão da bolsa de estudo e aos funcionários da APTA Regional de Desenvolvimento do Nordeste Paulista – Mococa, José Geraldo de Figueiredo e Ronaldo Eduardo da Silva.

Literatura citada

CÂMARA, T.M.M.; VIEIRA BENTO, D.A.; ALVES, G.F.; SANTOS, M.F.; MOREIRA, J.U.V.; SOUZA JUNIOR, C.L. de. Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.595-603, 2007.

CRUZ, C.D. Programa Genes: Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.

FERNANDES, J.S.C.; RESENDE, M.D.V.; STURION, J.A.; MACCARI Jr., A. Estudo comparativo de delineamentos experimentais para estimativas de parâmetros genéticos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – Hil.). *Revista Árvore*, Viçosa, v.28, n.5, p.663-671, 2004.

RESENDE, M.D.V. Correções nas expressões do progresso genético com seleção em função da amostragem finita dentro de famílias de populações e implicações no melhoramento florestal. Boletim Pesquisa Florestal, Colombo, n.22/23, p.61-77, 1991.

SEBBENN, A.M.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; KAGEYAMA, P.Y.; MACHADO, J.A.R. Parâmetros genéticos na conservação da cabreúva – *Myroxylon peruiferum* L.F. Alemão. Scientia Forestalis, Piracicaba, n.53, p.31-38, 1998.

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

Tabela 1: Quadrados médios da análise de variância de altura da planta (AP), altura da espiga (AE), peso de grãos (PG), comprimento de espiga (CE) e do diâmetro da espiga (DE) referentes às 75 progênes de irmãos germanos interpopulacionais de milho. Mococa, 2011.

FV	GL	PG	AP	AE	CE	DE
Quadrados Médios						
Blocos	6	141,329	324,991	289,365	0,718	0,086
Progênes	72	217,306*	548,317*	352,720*	1,838*	0,064*
Resíduo	144	157,270	307,477	106,226	0,554	0,033
Total	222					
Média		91,769	86,679	170,342	13,657	4,507
CV(%)		11,30	14,51	10,52	5,50	4,00

(*) Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2: Quadrados médios de análise de variância do número de fileiras de grãos na espiga (NFG), “stay green” (SG), florescimento masculino (FM) e de florescimento feminino (FF), referentes às 75 progênes de irmãos germanos interpopulacionais de milho. Mococa, 2011.

FV	GL	NFG	SG	FM	FF
Quadrados Médios					
Blocos	6	1,969	0,640	4,276	8,707
Progênes	72	5,609*	0,299	12,429*	20,957*
Resíduo	144	1,301	0,243	2,289	4,559
Total	222				
Média		15,163	2,429	66,933	68,071
CV(%)		7,16	19,98	2,19	3,00

(*) Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3: Médias de peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de fileiras de grãos na espiga (NFG), “stay green” (SG), florescimento masculino (FM) e florescimento feminino (FF) referentes às 15 progênies de irmãos germanos interpopulacionais de milho selecionadas e de três testemunhas. Mococa, 2011.

Tratamento	PG	AP	AE	CE	DE	NFG	SG	FM	FF
	g/planta			cm			notas		dias
110B x 101A	103,80	197	105	12,90	4,89	16,67	1,87	66	68
114A x 139B	95,40	168	95	14,57	4,45	14,00	2,20	67	67
144A x 70B	108,53	169	90	15,10	4,47	16,00	2,20	68	68
3B x 2A	98,31	158	80	13,59	4,39	15,33	2,07	66	69
11B x 21A	97,91	180	99	13,23	4,31	15,47	1,87	64	66
18A x 22B	97,96	181	90	12,43	4,34	17,33	2,27	67	66
35B x 56A	96,95	181	97	13,94	4,43	16,40	2,27	69	71
43A x 14B	96,12	177	87	13,22	4,32	14,13	2,73	65	68
46A x 58B	103,20	200	103	14,44	4,48	14,67	2,00	69	66
89B x 109A	101,23	183	91	14,13	4,39	16,67	2,60	64	65
105B x 107A	103,57	173	107	14,78	4,61	15,87	2,40	67	66
42B x 67A	97,14	162	91	13,23	4,66	16,67	2,33	69	71
81A x 64B	97,05	173	90	13,83	4,55	14,47	2,13	66	68
98B x 140A	96,97	179	101	13,77	4,43	17,47	2,47	66	67
102A x 76B	95,40	172	100	13,63	4,77	15,33	2,60	67	69
Pop. Tol A	68,15	160	87	13,37	4,41	16,07	2,53	68	68
Pop. Sens B	60,84	160	91	13,39	4,5	15,04	2,42	70	72
IA 8390	69,13	175	99	13,52	4,26	14,4	2,24	69	72
Média	85,89	170	92	13,65	4,5	15,67	2,42	67	68

Tabela 4: Estimativas de componentes da variância e da herdabilidade em nível de médias para os caracteres peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), comprimento de espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de fileiras de grãos na espiga (NFG), “stay green” (SG), florescimento masculino (FM) e florescimento feminino (FF), referentes às 75 progênies de irmãos germanos interpopulacionais de milho. Mococa, 2011.

	PG	AP	AE	CE	DE	NFG	SG	FM	FF
	g/planta			cm			nota		dias
\hat{h}^2	0,276	0,439	0,699	0,699	0,490	0,768	0,189	0,816	0,782
$\hat{\sigma}_P^2$	20,011	80,280	82,165	0,428	0,010	1,436	0,019	3,380	5,466
$\hat{\sigma}_E^2$	175,27	307,48	106,23	0,554	0,033	1,301	0,243	2,289	4,559
Gs	2,580	16,455	26,796	0,140	0,002	0,515	0,002	1,287	1,996
b	0,376	0,488	0,872	0,867	0,571	1,074	0,304	1,263	1,157
CV _G	5,459	5,132	9,85	4,774	2,285	7,692	6,07	2,764	3,471
CV%	14,506	10,521	11,296	5,504	3,999	7,164	19,98	2,189	3,001