

Seleção de Progênes de Meios-irmãos e Estimativas de Parâmetros Genéticos da População Tolerante à Seca de Milho IAC Tol 1

Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto Paterniani¹, Cristiani Santos Bernini², Paula de Souza Guimarães² e Paulo Boller Gallo³

¹Centro de Grãos e Fibras, IAC; elisa@iac.sp.gov.br. ²Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical – IAC, Campinas, SP; ³ Pólo Regional de Mococa, APTA

Apoio FAPESP.

RESUMO - Programas de melhoramento para tolerância à seca em milho têm se revestido de extrema importância, dadas as previsões ambientais que apontam para o aumento do aquecimento global nas próximas décadas e de situações de seca que acompanharão esse evento. Ressalte-se ainda que o déficit hídrico é um dos principais fatores de redução da produtividade da cultura. O presente trabalho teve por objetivo, a partir de uma população tolerante à seca, avaliar progênes de meios-irmãos quanto a caracteres relacionados à tolerância ao déficit hídrico, visando a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos e do primeiro ciclo de seleção. Avaliaram-se 180 progênes em experimentos em blocos casualizados com 3 repetições, na Apta Regional de Mococa, na Safrinha de 2011. Foram utilizadas 4 testemunhas: a população tolerante, uma população sensível, o híbrido 2B710 e um híbrido sensível. Foram avaliados os caracteres agrônômicos: altura da planta (AP) e da espiga (AE), florescimento feminino (FF) e masculino (FM); intervalo entre florescimentos (IF) e peso de grãos (PG), ajustado para estande ideal e umidade de 14%. As estimativas de parâmetros genéticos obtidas aliadas à produtividade e demais características agrônômicas demonstram o potencial da população IAC Tol. 1 para a continuidade do programa de seleção recorrente visando tolerância à seca.

Palavras-chave: *Zea mays* L., deficiência hídrica e produtividade.

Introdução

No Brasil, estima-se que 14,8% da área plantada com milho seja afetada pela seca, equivalendo a 1,9 milhões de hectares ou a uma perda na produção de mais de 3,7 milhões de toneladas. Periodicamente, estas áreas são submetidas a condições de seca que afetam significativamente a produtividade, chegando até a uma perda total de produção. Portanto, o

emprego de genótipos tolerantes à seca é uma estratégia eficiente para reduzir os riscos de produção de grãos em áreas sujeitas à estiagem.

Em trabalhos de melhoramento demonstra-se que a caracterização do estresse hídrico é um problema amplo, variando de um local para o outro. Além disso, é difícil distinguir os efeitos diretos de déficit hídrico de outros fatores, como baixa fertilidade do solo e altas temperaturas.

Por isso, colocar em disponibilidade genótipos produtivos e com características de tolerância à seca é um desafio contínuo para os programas de melhoramento de milho, pois a seca é a maior fonte de instabilidade do rendimento de grãos em áreas tropicais. Agrega-se a isto o fato de que a herdabilidade para a característica produção de grãos ser baixa; portanto, genótipos melhor adaptados e com maior rendimento poderiam ser mais eficientes se atributos que conferem rendimento sob condições limitantes de água pudessem ser identificados e usados como critério de seleção.

De acordo com Durães *et al.* (2004) as características primárias referem-se ao rendimento de grãos e aos componentes do rendimento, enquanto que as características secundárias são outros atributos de plantas, como ângulo foliar, folhas verde-escuras, *stay-green*, pendão pequeno, intervalo entre florescimentos masculino e feminino – características que se apresentam como de rápido e baixo custo de mensuração e alta herdabilidade (EDMEADES *et al.*, 1998).

Segundo Bänzinger *et al.* (2000) o caráter prolificidade é provavelmente o de maior importância em programas de melhoramento de milho para tolerância à seca, pois possui grande associação com produção de grãos sob condições de estresse. Assim como a prolificidade, o intervalo entre o florescimento feminino e masculino também é considerado um dos mais importantes caracteres a serem selecionados para a obtenção de genótipos de milho tolerantes à seca (BÄZINGER *et al.*, 2000; XIAO *et al.*, 2004, LI *et al.*, 2003). A característica de protandria no milho é acentuada sob condições de déficit hídrico devido a um maior retardamento do florescimento feminino em relação ao masculino. Desse modo, dependendo da extensão do período de seca, a produção de grãos tende a ser afetada em função da assincronia entre liberação de pólen e dos estilo-estigmas.

A ocorrência de seca durante o período de polinização na cultura do milho aumenta o abortamento de sementes refletindo em decréscimo de produção de milho em 25% antes da emissão dos estigmas e 50% na fase de florescimento. De acordo com Kiniry e Ritchie (1985), o estágio em que o número de grãos por espiga é mais sensível ao déficit hídrico compreende o período entre duas semanas antes e duas a três semanas após a antese. Porém,

Tollenaar *et al.* (1992) e Bänzinger *et al.* (2000) afirmam que o período mais crítico para a formação de grãos do milho é justamente o momento do florescimento.

Em virtude da escassez de programas de melhoramento para tolerância à seca, os objetivos do trabalho foram avaliar progênies de meios irmãos e estimar parâmetros genéticos e ganho de seleção de uma população de milho tolerante à seca do programa de melhoramento de milho do IAC.

Material e Métodos

Progênies de meios-irmãos foram obtidas a partir de um lote de polinização livre da população Tolerante à seca denominada Tol 1, obtida do intercruzamento de híbridos comerciais sabidamente tolerantes à seca. Avaliaram-se 180 progênies em experimentos em blocos casualizados com 3 repetições cada um, contendo 36 progênies, na Apta Regional de Mococa, sob condição de Safrinha em 2011. A parcela foi constituída por uma linha de 4 m de comprimento, com espaçamento de 0,80 m entre linhas e 4 plantas por metro. Em cada experimento foram ainda utilizadas 4 testemunhas: a população tolerante, uma população sensível, mais o híbrido comercial 2B710 (padrão de tolerância à seca) e um híbrido comercial sensível. Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos: altura da planta (AP) e da espiga (AE), florescimento feminino (FF) e masculino (FM); intervalo entre florescimentos masculino e feminino (IF), peso de grãos (PG) e de espigas (PE) de cada parcela, ajustados para estande ideal e umidade de 14%.

Análises de variância individuais e agrupada foram efetuadas, considerando-se o modelo aleatório. Os valores dos quadrados médios da análise de variância agrupada foram utilizados para estimar os componentes das variâncias de progênies de meios irmãos e do resíduo.

Também foram estimados os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo em nível de médias de progênies, a variância aditiva entre progênies de meios-irmãos, a herdabilidade no sentido restrito e o ganho de seleção dos caracteres relacionados ao déficit hídrico em milho, considerando-se a seleção de 20% das progênies ($k=1,40$).

Resultados e Discussão

Os Quadrados Médios da análise de variância foram significativos para todos os caracteres em questão, evidenciando variabilidade entre as progênies avaliadas.

Na Tabela 2 estão apresentadas as 20% de progênies selecionadas para PG. Ressalta-se em quase todos os experimentos que a população tolerante foi mais produtiva que a sensível

em condições adversas e que a testemunha comercial tolerante foi bastante divergente da sensível quanto a PG e PE, o que indica a escolha adequada das populações e dos controles. Destacam-se ainda progênies de alta produtividade em condições de Safrinha e déficit hídrico, indicando que haverá sucesso e progresso na seleção de progênies tolerantes no programa de melhoramento para tolerância à seca em questão.

Conclusões

As estimativas de parâmetros genéticos obtidas aliadas ao bom potencial de produção e demais características agronômicas demonstram o potencial da população IAC Tol. 1 para a continuidade do programa de seleção recorrente visando tolerância à seca.

Houve evidência que a seleção para produtividade de grãos em condições de déficit hídrico reduziu o caráter de protandria e o intervalo de florescimento das progênies.

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. 68p, 2000.

DURÃES, F.O.M.; SANTOS, M.X.; GAMA, E.E.G.; MAGALHÃES, P.C.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; GUIMARÃES, C.T. Fenotipagem associada à tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores. Sete Lagoas: EMBRAPA. 17p. (Circular Técnica, n.39), 2004.

EDMEADES, G. O.; BOLAÑOS, J.; BÄNZIGER, M.; RIBAUT, J.-M.; WHITE, J. W.; REYNOLDS, M. P.; LAFITTE, H. R. Improving crop yields under water deficits in the tropics. In: INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS, 2., 1996, New Delhi. Crop productivity and sustainability – Shaping the future: proceedings. New Delhi: Oxford and IBH. p. 437-451, 1998.

KINIRY, J.R.; RITCHIE, J.T. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. *Agronomy Journal*, Madison, v.77, p.711-715, 1985.

LI, X.H.; LIU, X.D.; LI, M.S.; ZHANG, S.H. Identification of Quantitative Trait Loci for Anthesis-Interval and Yield Components Under Drought Stress in Maize. *Acta Botanica Sinica*, Beijing, v.45, n7, p.852-857, 2003.

TOLLENAAR, M.; DWYER, L.M.; STEWART, D.W. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. *Crop Science*, Madison, v.32, p.432-428, 1992.

XIAO, Y.N.; LI, X.H.; ZHANG, S.H.; WANG, X.D.; LI, M.S.; ZHENG, Y.L. Identification of quantitative trait loci (QTLs) for flowering time using SSR marker in maize under water stress. Korean Journal of Genetics, Seoul, v.26, n.4, p.405-413, 2004.

Tabela 1. Quadrados médios da análise de variância agrupada de peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF) e intervalo de florescimento (IF), referentes a 180 progênes de meios-irmãos da população de milho IAC Tol 1. Mococa, 2011.

FV	G.L.	Quadrados Médios					
		PG	AP	AE	FM	FF	IF
Blocos	6						
Progênes	175	458,95**	341,86**	138,83*	4,88**	11,46**	4,60**
Erro	350	272,29	206,87	107,99	2,66	4,93	3,02

* e **: significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F

Tabela 2. Médias de PG, AP, AE, FM, FF e IF de 20% das progênes de meios-irmãos a serem selecionadas em condições de déficit hídrico e das testemunhas. Mococa, Safrinha de 2011.

Progênes	PG	AP	AE	FM	FF	IF
	kg ha ⁻¹	•••• cm ••••	•••••	•••••	dias •••••	•••••
PMI-54	5.302	157,27	85,97	67,08	68,12	-1,03
PMI-30	5.301	155,18	77,05	63,92	64,87	-0,95
PMI-2	5.240	141,85	58,72	66,25	66,53	-0,28
PMI-54	5.096	161,60	75,97	67,42	68,12	-0,70
PMI-16	5.062	150,18	78,72	63,92	64,87	-0,95
PMI-19	5.053	152,52	68,72	65,92	67,87	-1,95
PMI-8	5.004	143,52	73,72	65,92	67,87	-1,95
PMI-34	4.945	153,52	67,05	63,92	66,20	-2,28
PMI-22	4.904	156,85	77,05	64,58	64,87	-0,28
PMI-7	4.842	153,52	78,72	67,25	69,87	-2,62
PMI-147	4.831	162,02	73,97	68,00	68,70	-0,70
PMI-17	4.817	148,52	70,38	65,25	65,53	-0,28
PMI-75	4.815	156,93	84,30	65,08	65,12	-0,03
PMI-46	4.774	158,93	84,30	65,08	68,45	-3,37
PMI-33	4.754	148,18	73,72	65,58	68,20	-2,62
PMI-23	4.724	145,52	73,72	63,92	63,53	0,38
PMI-35	4.722	153,52	75,38	64,58	66,53	-1,95
PMI-56	4.688	163,93	82,63	66,42	66,45	-0,03
PMI-148	4.653	152,02	78,63	65,67	66,03	-0,37
PMI-29	4.648	141,52	75,38	65,25	65,87	-0,62
PMI-4	4.586	146,85	75,38	65,25	67,87	-2,62
PMI-60	4.572	158,93	80,97	63,75	63,12	0,63
PMI-5	4.564	155,18	68,72	66,92	67,87	-0,95

PMI-138	4.544	177,02	83,97	66,00	68,37	-2,37
PMI-25	4.533	131,85	70,38	67,25	68,87	-1,62
PMI-10	4.460	137,18	68,72	65,25	65,53	-0,28
PMI-51	4.455	155,60	80,97	66,42	68,12	-1,70
PMI-139	4.429	143,68	63,97	64,00	63,70	0,30
PMI-163	4.389	164,18	80,97	64,92	65,45	-0,53
PMI-64	4.385	160,60	77,63	68,08	68,12	-0,03
PMI-126	4.364	168,02	80,63	65,33	66,70	-1,37
PMI-14	4.341	143,52	73,05	64,58	64,87	-0,28
PMI-42	4.334	142,27	69,30	66,42	66,45	-0,03
PMI-72	4.313	140,93	79,30	68,08	68,12	-0,03
PMI-125	4.303	165,35	82,30	66,00	66,70	-0,70
PMI-70	4.301	150,60	79,30	67,75	67,45	0,30
Média Progênes	4.696	152,74	75,82	65,75	66,09	-1,03
Test. Tol.	5.288	159,87	79,80	64,80	65,20	-0,40
Test. Sens.	3.668	165,47	77,33	66,67	68,27	-1,60
Pop. Tol.	3.689	142,20	71,07	65,87	67,00	-1,13
Pop.Sens.	3.417	154,87	81,67	67,67	69,00	-1,33
Média Geral	4.628	153,03	74,14	66,75	66,75	-1,03

Tabela 3. Estimativas de componentes da variância, da herdabilidade em nível de médias e do Ganho de seleção entre progênes para os caracteres peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF) e intervalo entre os florescimentos (IF), referentes a 180 progênes de meios-irmãos da população de milho IAC Tol 1. Mococa, 2011.

Parâmetros	PG	AP	AE	FM	FF	IF
Genéticos	g planta ⁻¹	•••• cm••••	••••••••	••••••••	dias ••••••	••••••
$\hat{\sigma}_P^2$	28,89	45,00	10,28	0,74	2,18	0,52
$\hat{\sigma}_E^2$	272,29	206,87	107,99	4,88	4,93	3,02
$\hat{\sigma}_A^2$	115,55	180,00	41,12	2,96	8,71	2,11
h^2 (%)	24,14	39,49	22,21	45,40	57,07	34,38
b	0,53	0,49	0,44	0,62	0,73	0,46
CV _g (%)	9,16	4,93	6,09	1,45	2,96	63,37
CV _e (%)	17,03	9,99	13,81	2,32	4,02	137,52
GS	3,04	-3,88	-1,91	-0,82	-1,59	-0,54
GS (%)	3,60	-2,64	-2,69	-1,25	-2,37	0,59