

DESEMPENHO DE ACESSOS DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE MILHO (BAGMILHO) QUANTO A TOLERÂNCIA À SECA

Flavia França Teixeira¹, Reinaldo Lúcio Gomide¹, Paulo Emilio Pereira de Albuquerque¹, Camilo Lélis Teixeira de Andrade¹, Carlos Eduardo Prado Leite¹, Sidney Netto Parentoni¹, Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães¹, Lauro José Moreira Guimarães¹, Adelmo Resende Silva¹, Milton José Cardoso² e Edson Alves Bastos²

Resumo

O BAGmilho preserva cerca de 4000 acessos, porém seu uso é reduzido devido ao baixo desempenho destes acessos em relação aos genótipos elite. O pré-melhoramento visa contornar esse problema com a valoração do BAGmilho e introgressão de alelos. A seca atinge cerca de 15 % da área de cultivo do milho no Brasil, levando a perdas de produção e aumentando a importância de cultivares tolerantes à seca. O objetivo desse trabalho foi avaliar acessos da coleção núcleo de milho quanto à tolerância à seca. As avaliações foram conduzidas nas entressafas de 2005 e 2006, em Janaúba-MG e Teresina-PI com e sem imposição de estresse hídrico na pré-floração. Os resultados mostraram que fatores ambientais e genotípicos influenciaram a manifestação fenotípica, assim como algumas interações genótipos por ambientes. Os seguintes acessos foram destacados devido ao comportamento superior: SP154, BA166, MG099, CE002, SE025, BA154, BA194, BA085, MG076, PR053, Roxo Macapá, SE016 e AL018.

Introdução

O BAGmilho preserva cerca de 4000 acessos originários de coletas nacionais, programas de melhoramento e variedades exóticas. A manutenção do BAGMilho envolve diversas atividades, entre elas a avaliação agrônômica. As coleções núcleo são amostras representativas do germoplasma que visam manter a variabilidade genética com o mínimo de repetitividade e têm como principal vantagem a maior rapidez na avaliação e agregação de valor ao germoplasma. O BAGmilho conta com uma coleção nuclear de 300 acessos. Essa coleção é classificada em três estratos: variedades autóctones, materiais melhorados e introduções. O estrato variedades autóctones é dividido em 27 grupos, de acordo com a origem geográfica e o tipo de grão (ABADIE *et al.*, 1997). Apesar da grande importância dos bancos de germoplasma, o seu uso pelos programas de melhoramento tem sido baixo, especialmente no milho, porque as coleções de trabalho dos melhoristas atingiram altos desempenhos, desestimulando a busca de variação no BAGmilho (NASS; PATERNIANI, 2000). Essa situação leva à lacuna entre as áreas de recursos genéticos e melhoramento, o que impede que a variabilidade genética preservada no BAGmilho chegue à coleção elite do melhorista e ao produtor. O pré-melhoramento engloba a identificação de características especiais em materiais considerados não melhorados e a disponibilização desses materiais ao melhoramento de plantas (NASS *et al.*, 2007). No Brasil, 14,8% da área plantada com milho é afetada pela seca, equivalendo a 1,9 milhões de hectares ou a uma perda na produção de mais de 3,7 milhões de toneladas. A distribuição de chuvas durante a estação de crescimento também é crítica. A umidade do solo é necessária para germinação e durante o período vegetativo, entretanto as duas fases mais sensíveis ao déficit hídrico são florescimento e o enchimento de grãos (DURÃES, 2007). Devido à grande influência da seca na fase de florescimento, o intervalo entre o florescimento masculino e feminino é uma variável empregada para a seleção de genótipos tolerantes à seca (BRUCE *et al.*, 2002; GAMA *et al.*, 2006). O objetivo desse trabalho foi avaliar, em duas localidades e dois anos, acessos da coleção núcleo de milho quanto à tolerância ao déficit hídrico visando a identificação de fontes de tolerância a esse estresse e com potencial de emprego em programas de melhoramento.

Material e Métodos

Foram avaliados genótipos (G) do estrato variedades autóctones (subgrupos Caatinga e Cerrados) da coleção núcleo e como testemunhas, materiais elite do melhoramento e cultivares comerciais. Esses genótipos foram divididos em dois grupos (ensaio 1 e ensaio 2), de acordo com o ciclo, determinado em avaliação prévia, visando facilitar o manejo das irrigações. No ensaio 1, foram incluídos os acessos mais precoces e no ensaio 2, os mais tardios (Tab.1). Os fatores ambientais considerados foram: locais (L), Janaúba-MG e Teresina-PI; anos (A), plantio no período de estiagem em 2005 e 2006; e regimes de irrigação (I) com suprimento de água durante todo o ciclo (sem estresse) ou com corte de irrigação no período de pré-florescimento (com estresse). Nos ensaios sem estresse, a irrigação por aspersão foi mantida durante todo o ciclo da cultura. Em Janaúba, o estabelecimento das irrigações seguiu a planilha de manejo preconizada por ALBUQUERQUE (2007). Em Teresina, as irrigações foram diárias, sendo as lâminas estimadas com base na evapotranspiração da cultura do dia anterior de acordo com a metodologia apresentada por ANDRADE JÚNIOR *et al.* (1998). Nos ensaios com estresse, a irrigação foi interrompida no início do pendoamento até 20 dias após a polinização baseado na fase de desenvolvimento da cultura em que o estresse hídrico é mais significativo para a produção. Fim do este período, a irrigação foi reiniciada retornando o solo à capacidade de campo, previamente determinada.

O delineamento experimental utilizado nas avaliações foi o látice triplo 5 x 5 com parcelas de 2 linhas de 4 m, densidade de semeadura de 5 plantas por metro linear e espaçamento 0,90 m. Foram realizadas as análises estatísticas em cada ambiente e a conjunta. As médias foram comparadas empregando o teste de

1 – Embrapa Milho e Sorgo flavia@cnpmc.embrapa.br Rod MG 424 Km 65 CEP 35701-970 – Sete Lagoas - MG
2 – Embrapa Meio-Norte Av. Duque de Caxias, 5650 CEP 64006-220 – Teresina - PI

Tuckey a 5 % de probabilidade. As características consideradas foram: número de dias para florescimento masculino (FM), número de dias para florescimento feminino (FF), sendo considerado para ambos o número de dias entre a emergência das plântulas e o florescimento de 50 % das plantas da parcela; intervalo em dias entre florescimento masculino e feminino (IFMF); altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE), sendo obtida pela média de 10 plantas por parcela, em cm; prolificidade (PROL) obtida pela divisão entre o número total de espigas por parcela e o estande; e produtividade de grãos (PG) em t/ha.

Resultados e Discussão

As médias gerais dos caracteres mostraram que a variação média da PG nos ambientes com estresse, em relação aos sem estresse hídrico, foi de 35 % a 70 %, no ensaio 1 em Janaúba em 2006 e 2005, respectivamente. Desta forma, as reduções na PG com a supressão da irrigação se aproximaram ao valor de 50 % preconizado por BRUCE *et al.* (2002). O IFMF médio entre os ensaios com e sem estresse hídrico chegou a 6,85 dias no ensaio 1 em Janaúba-05. É oportuno salientar que o estresse hídrico imposto em ambos os ensaios em Janaúba-05 foi muito severo, levando a grande redução na PG, ampliação do IFMF em decorrência de retardo no FF e por não ter atingido a floração em algumas parcelas, ou seja, não foi atingido o percentual de 50 % de plantas em floração. Por essa razão, os acessos avaliados foram classificados em dois grupos: no primeiro, estão os acessos que não atingiram a floração e, no segundo, foram agrupados os que floresceram em todos os ambientes. Apenas os acessos: SP154, BA166, MG099, CE002, SE025, BA154, BA194, BA061, no ensaio 1 e SE016, AL018, BA085, MG076, PR053 e Roxo de Macapá, no ensaio 2, floresceram em todas as condições e foram considerados nas análises de variância para FM, FF e IFMF. Esse resultado foi considerado um indicativo preliminar de superioridade desses acessos em relação aos demais. Deve ser considerado que nenhuma das testemunhas floresceu sob as condições de estresse hídrico imposto em Janaúba-05.

Foram observados os efeitos de local, ano e regime hídrico, assim como grande parte das interações entre esses fatores para a maioria dos caracteres, o que mostra que a expressão fenotípica para diversos caracteres foi influenciada pelos fatores ambientais. O efeito dos genótipos afetou a maioria dos caracteres, exceto PROL no ensaio 1, e FM, FF e IFMF no ensaio 2, indicando que a diferença para o IFMF entre os ambientes com e sem estresse não foi significativa. Foram estimados os efeitos dos genótipos dentro e entre grupos. A decomposição do efeito dos genótipos dentro e entre os grupos caatinga, cerrado e testemunhas mostrou que, no ensaio 1, houve diferença entre e dentro estes grupos para AP, AE, PG, FM e FF e apenas dentro do grupo cerrado para IFMF. No ensaio 2, foram observados os efeitos dentro e entre grupos para AP, AE, PROL, PG. A decomposição do efeito do genótipo dentro e entre grupos formados pelo tipo de grão mostrou, no ensaio 1, diferenças significativas para a maioria das decomposições exceto: dentro do grupo duro para AP, AE, e PG, entre grupos para AE e FF e para IFMF para qualquer fator da decomposição. Já no ensaio 2, a decomposição de acordo com o tipo de grão mostrou efeitos significativos para todos os caracteres, exceto para AP dentro do grupo duro e PROL dentro do grupo semiduro.

A coleção núcleo é um conjunto de acessos que representam a variabilidade da coleção base com um número reduzido de entradas, e por essa razão é esperado que a divergência entre esses acessos seja elevada (ABADIE *et al.*, 2000). Essa expectativa foi confirmada com as divergências encontradas entre os genótipos e suas decomposições. Entretanto, o número reduzido de acessos usados em cada grupo deve ser considerado ao serem feitas algumas considerações. De uma maneira geral, tem sido relatada maior variabilidade dentro do grupo de grãos do tipo duro do que dentro de grupo de grãos do tipo dentado nas coleções núcleo e base (ABADIE *et al.*, 2000; NETTO *et al.*, 2004), porém no presente trabalho a variabilidade dentro do grupo dentado foi mais pronunciada. Esse fato poderá ter sido causado pela natureza do caráter, pois a maioria dos estudos que visa quantificar a divergência genética são considerados, caracteres neutros e, no presente estudo, foram enfocados caracteres de importância agrônoma. Outro fator que deve ser destacado é que as variâncias estimadas “entre grupos” foram, na maioria dos casos, maior do que aquelas obtidas “dentro de grupos”, o que era esperado principalmente devido a grande divergência fenotípica entre acessos do BAGMilho e materiais elite (NASS *et al.*, 2007), o que faz com que ações de pré-melhoramento sejam fundamentais para que os acessos do BAGmilho com variabilidade útil possam ser usados no melhoramento.

As interações entre genótipos e fatores ambientais estiveram presentes em algumas situações. Entretanto, foram estimadas apenas interações entre os fatores locais e/ou anos por genótipos. Ausência da interação entre genótipos e regimes de irrigação, relatada também por SILVA *et al.* (2008); para todos os caracteres em todas as condições empregadas e a presença acentuada das interações entre genótipos e os demais fatores ambientais devem ser destacadas. As alterações na manifestação fenotípica possivelmente são respostas diferenciadas aos efeitos ambientais de locais e anos e não, aos regimes de irrigação, principalmente ao ser considerada a influência das interações $G \times A$ e $G \times L$ relatadas em diversos estudos (GAMA *et al.*, 2004). Não obstante aos custos elevados da implantação de um experimento com avaliações com e sem estresse de seca, o principal entrave é que os ensaios são conduzidos em campo no período de estiagem, ou seja, fora do período normal da safra do milho, o que pode mascarar o desempenho. Segundo MONNEVEUX *et al.* (2006), os efeitos da seleção realizada em condições de suprimento água ideal para produtividade sobre o desempenho em condições de estresse é controverso. As avaliações que incluem testes com e sem estresse hídrico são de suma importância pois permitem identificar genótipos mais e menos afetados pela redução na disponibilidade de água, caso haja interação genótipos por regimes de irrigação. A identificação de genótipos que cuja produtividade é menos afetada sob condições de estresse

ambiente de avaliação, pois a significância ($p < 0,01$) da interação entre tratamentos e ambientes (TxA) indica que existem alterações nas classificações entre as cultivares quando avaliadas nos diferentes ambientes. Desta forma, uma cultivar com excelente desempenho em um determinado ambiente pode apresentar-se medíocre quando cultivada em outro ambiente.

Apesar da existência de forte interação TxA, observa-se que existem cultivares com boa adaptabilidade e estabilidade de produção. O uso da estatística Pi permitiu a identificação de variedades superiores quanto à produtividade de grãos, com adaptabilidade ampla e boa estabilidade de produção. As variedades BRS Caimbé, AL Piratininga e AL Bandeirante foram as cultivares de polinização aberta de melhor desempenho, com produtividades acima de 5.800 kg de grãos por hectare, na média dos 22 locais, não diferindo da testemunha (BRS 2020), que é um híbrido duplo, nem da cultivar mais produtiva (Bio 2), que é um híbrido intervarietal. O teste de Scott e Knott foi capaz de diferenciar quatro grupos de médias distintas, sendo que estas cinco cultivares de maior produtividade estavam todas classificadas no primeiro grupo (Tab. 2).

Estas três variedades e os dois híbridos também apresentaram alta estabilidade de produção, pois exibiram valores relativamente baixos para a medida Pi (Tab. 2), o que é adequado, pois quanto menor o valor de Pi, maior é a estabilidade de produção, sendo que os genótipos que apresentam baixos valores para Pi também podem ser considerados de adaptabilidade ampla.

Quanto às demais características avaliadas, verifica-se na Tabela 2 que o ciclo das cultivares variou entre 57 e 62 dias após o plantio, considerando o florescimento masculino. Para porte, as médias de altura de plantas e de espigas variaram entre 224 e 119 cm, respectivamente, sendo que, dentre as cinco cultivares mais produtivas o BRS 2020 foi o material de menor porte, mas considerando as variedades, a BRS Caimbé se destacou pela baixa inserção de espigas e pela baixa porcentagem de planta quebrada mais acamadas (10% na soma destas características). A população média foi de 54.187 plantas por ha, sendo que houve pouca variação para esta característica na média geral dos 22 ambientes. A média geral de umidade dos grãos foi de 16,2%, sendo esta característica importante para correção dos dados de produtividade para padronização em 13%, permitindo comparações adequadas entre médias de cultivares de diferentes ciclos de maturação e colhidos com teores de água diferentes. A variedade BRS Caimbé apresentou ótimo desempenho produtivo, adaptabilidade ampla e alta estabilidade de produção, além de ser a mais baixa entre as variedades de melhor desempenho produtivo, com os menores níveis de quebra e acamamento, apresentando alto potencial de para ser cultivada nas regiões do Brasil Central e no Norte do país.

Conclusões

Os programas de melhoramento que desenvolvem cultivares de polinização aberta têm conseguido gerar variedades com potencial produtivo e adaptabilidade comparáveis a híbridos duplos existentes no mercado.

A variedade BRS Caimbé teve ótimo desempenho produtivo e características agrônomicas adequadas, apresentando alto potencial de para ser cultivada nas regiões do Brasil Central e no Norte do país.

Agradecimentos

À Embrapa Milho e Sorgo e aos parceiros das diversas Empresas Públicas e Privadas que colaboram na condução dos Ensaio de Variedades.

Referências

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira : Grãos, oitavo levantamento, maio/2009. – Brasília : Conab, 2009. 39 p.

Cruz, C. D. 2009. Programa Genes - Aplicativo computacional em genética e estatística. www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm

Cruz, C. D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

Cruz, J. C. e Filho, I. A. P. 2009. Milho - Cultivares para 2008/2009. <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php> . Acessado em: 25/05/09.

Lin, C.S.; Binns, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, v.68, n.1, p.193-198, 1988.

Tabela 1 – Análise de variância conjunta para PG (kg/ha)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	35	211974502	6056414	12,5**
Ambientes	21	1831917669	87234175	179,4**
T x A	735	629380244	856300	1,8**
Erro Ef. Médio	550	267407918	486196	

**; significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 2 – Médias para as características FL (dias), AP (cm), AE (cm), AC (%), QU (%), ST (plantas.ha⁻¹), U (%) e PG (kg.ha⁻¹); medidas Pi de adaptabilidade e estabilidade (Lin e Bins) e produtividade em relação à testemunha (% BRS2020)

TR	Nome	FL	AP	AE	AC %	QU %	ST	U%	PG	#	Pi (Lin e Bins)	% BRS2020
34	Bio 2	61	226	120	5	7	55213	16,9	6155	a	702178	102
27	BRS 2020	60	222	111	3	7	54886	16,4	6062	a	679294	100
32	BRS Caimbé	59	229	119	4	6	54825	16,6	5938	a	785130	98
2	AL Piratininga	61	233	130	4	9	54893	16,4	5832	a	1042038	96
5	AL Bandeirante	61	233	129	7	10	53878	16,4	5807	a	1174671	96
31	Sintético 1 X	58	222	107	3	4	54587	16,0	5668	b	1047655	93
11	UFV 7	60	222	116	2	9	55895	16,3	5649	b	1173435	93
21	Fundacep 49	60	232	125	7	11	55076	15,9	5595	b	1449127	92
1	AL 30/40	61	227	123	5	7	53721	16,3	5548	b	1457023	92
20	Fundacep 35	59	227	124	3	8	55310	16,6	5544	b	1342474	91
17	SCC 154 - Fortuna	60	227	119	6	8	54096	15,7	5534	b	1395978	91
13	SHS 3031	59	221	117	3	6	55333	16,1	5513	b	1456393	91
10	UFV 8	59	223	116	3	6	55198	16,3	5486	b	1550279	90
4	AL Alvorada	61	230	126	6	7	54104	16,2	5449	b	1556299	90
30	BRS 4103	59	210	102	3	6	54231	16,2	5431	b	1342040	90
14	SHS 500EX	61	235	131	6	7	54709	16,2	5427	b	1611010	90
35	Sintético RxS Spod	60	216	117	3	12	54552	16,2	5421	b	1504113	89
28	Sintético 256 L	59	216	109	4	6	55148	16,7	5414	b	1714534	89
18	CEPAF 2	59	226	122	4	7	53338	15,8	5392	b	1746312	89
22	PC 0402	59	219	113	3	5	53057	16,4	5381	b	1456043	89
9	MC 60	60	239	130	8	14	54353	16,3	5368	b	1596547	89
x	Média	60	224	119	5	9	54187	16,2	5601	b		88
23	IPR 114	60	211	107	4	7	52664	16,1	5351	b	1593019	88
8	MC 20	60	226	126	6	12	53949	16,2	5282	c	1813272	87
7	BRS Eldorado	61	241	129	8	12	54234	16,3	5254	c	1904648	87
26	VSL FB 33	60	216	113	3	9	55437	16,4	5248	c	1909723	87
16	Missões	59	228	121	5	10	53522	15,7	5226	c	1841073	86
3	AL Ipiranga	61	222	122	6	8	54476	16,9	5188	c	2086537	86
24	CPATC 4	62	220	117	6	14	52565	16,9	5075	c	2269847	84
12	UFV 6	61	216	114	4	7	55118	16,2	5060	c	2121608	83
15	BRS PLANALTO	58	226	120	6	14	53499	15,5	5031	c	2149305	83
33	BR 473	60	228	123	4	8	54170	16,4	4884	d	2460030	81
29	BR 106 A	61	227	122	6	7	53658	16,1	4883	d	2828578	81
19	Fundacep 34	60	227	118	6	9	52427	16,0	4882	d	2519978	81
36	Sintético SPI	57	202	103	3	7	52735	15,9	4816	d	2757925	79
6	BRS Sol da manhã	59	223	117	7	13	52703	15,7	4597	d	3277819	76
25	BR 5011 - Sertanejo	60	223	120	8	17	53159	16,0	4572	d	3230662	75
	Nº de Locais para compor as médias	16	22	22	15	17	22	19	22			

#; Médias seguidas por mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott.