

Avaliação de produtividade, adaptabilidade e estabilidade genotípica de sorgo granífero em três ambientes

Luiz Carlos Andrade¹, Cícero Beserra de Menezes², Karla Jorge da Silva³, Crislene Vieira dos Santos¹, Beatriz Marti Emygdio⁴, Flávio Dessaune Tardin²

¹Graduando em Agronomia, Universidade Federal de São Del Rei, C.P. 56, 35701-970, Sete Lagoas, MG.
E-mail: luiz.andradeagronomia@gmail.com, cris-vieira15@hotmail.com;

²Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, C.P. 151, 35702-098, Sete Lagoas, MG.
E-mail: cicero.menezes@embrapa.br, flavio.tardin@embrapa.br;

³Doutoranda, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-900, Viçosa, MG.
E-mail: karla.js@hotmail.com;

⁴Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, C.P. 321, 96010-971, Pelotas, RS.
E-mail: beatriz.emygdio@embrapa.br

Resumo

Como a grande maioria das plantas cultivadas, a cultura do sorgo está sujeita a diferentes variações ambientais. Assim, a interação genótipos x ambientes presente no cultivo de sorgo granífero faz com que estudos de adaptabilidade e estabilidade sejam parte integrante dos programas de melhoramento vegetal. O trabalho teve por objetivo avaliar simultaneamente a adaptabilidade, estabilidade e produtividade de grãos de cultivares de sorgo avaliadas em três regiões. Foram avaliados 25 híbridos, com delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, em Sete Lagoas, Pelotas e Nova Porteirinha. Em todos os locais foram mensurados dias de florescimento, altura de plantas e produtividade de grãos. Para cada característica, foram realizadas análise de variância conjunta e teste de Scott & Knott (1974). Estimativas de adaptabilidade foram realizadas somente para produtividade de grãos, por ser a característica mais influenciada pelo ambiente. A seleção de genótipos baseada na produtividade, adaptabilidade e estabilidade genotípica foi baseada, no método de Lin & Binns e MHPRVG. Os híbridos 1167053, 1096009, 1167048, 1167026, 10102041, 1099034, e 1099044 se destacaram, sendo os mais estáveis e com altura de planta dentro dos limites aceitáveis em todos os ambientes. A correlação entre os dois métodos de estabilidade foi de 98%, selecionando os mesmos híbridos. Entre as testemunhas o híbrido AG 1040 apresentou melhor desempenho. Vários híbridos apresentaram produtividade de grão acima das testemunhas.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*; melhoramento vegetal; desempenho agrônômico.

Abstract

Yield evaluation, genotypic adaptability and stability of grain sorghum in three environments. As the majority of cultivated plants, sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench is subjected to different environmental variations. In this way, the genotypes x environments interaction (G×E) in grain sorghum require studies of adaptability and stability to different environments as important part of the breeding programs. The purpose of this work was to evaluate adaptability, stability and grain yield of grain sorghum cultivars cultivated in three locals. Twenty-five hybrids were evaluated under randomized blocks design, with three repetitions, at Sete Lagoas, Pelotas and Nova Porteirinha. It was evaluated days to flowering, plant height and grain yield. First was accomplished a combined analysis of variance and a Scott & Knott test for all traits. The adaptability and stability was estimated only for yield, due it is the trait most influenced by environment. It was used Lins & Binns and MHPRVG methods. The correlation between the two methods was very high (98%), selecting the same hybrids. The best hybrids were 1167053, 1096009, 1167048, 1167026, 10102041, 1099034, e 1099044, with high grain yield and plant height accepted for grain sorghum. The best check cultivar was the hybrid AG 1040, but several hybrids surpassed the check cultivars.

Keywords: *Sorghum bicolor*; plant breeding; hybrid production.

Introdução

As cultivares atuais de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) são resultados da intervenção do homem, que aperfeiçoou a cultura para atender as necessidades agrícolas, nutricionais e econômicas, o que a tornou de grande importância global, sendo atualmente um dos cereais mais cultivados no mundo, adaptadas ao cultivo de regiões áridas e semiáridas (Santos 2005).

Na recomendação de um cultivar, os efeitos da interação genótipos e ambientes são um dos maiores empecilhos, pois, o sorgo granífero é plantado em regiões muito diversas, sendo a produtividade diretamente ligada aos aspectos edafoclimáticos (Magalhães et al. 2003). Na análise de dados provenientes de multilocais, os genótipos apresentam resposta diferencial em função das variações entre os locais e anos. Desta forma deve-se considerar modelos estatísticos que se ajustem, de forma acurada, aos valores genotípicos, livres dos efeitos ambientais de locais, blocos e anos (Silva et al. 2006). A seleção de cultivares mais estáveis e com ampla adaptabilidade é a alternativa mais viável quando se trabalha com melhoramento para locais diversos de plantio, como no caso do sorgo.

Visando a seleção e recomendação de cultivares de sorgo granífero, diferentes métodos estatísticos são comparados para o estudo da estabilidade e adaptabilidade, como por exemplo, o método Lin & Bins, que analisa a estabilidade e adaptabilidade em uma única estatística, em que representa a cultivar mais apta para determinada região, levando em conta seu grau de adaptação e estabilidade às condições edafoclimáticas onde foi plantada, com o propósito de classificar em ambientes favoráveis ou desfavoráveis e seleciona genótipos com média superior nos ambientes analisados (Oliveira et al. 2005).

São várias as metodologias em que se aplicam os modelos mistos, como o método MHPRVG, que indica à média harmônica de performance relativa dos valores genéticos, é composto por várias outras vantagens que sobressaem aos outros métodos, pois considera os efeitos genotípicos como aleatórios, descarta os ruídos da interação genótipos x ambientes, considera a herdabilidade desses efeitos, produz resultados na própria grandeza ou escala da característica estudada (Resende 2007),

possibilitando a seleção simultânea para produtividade, estabilidade e adaptabilidade.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar a adaptabilidade, estabilidade e produtividade de grãos de cultivares de sorgo granífero semeadas em três distintas regiões.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012, na estação experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG e Nova Porteirinha – MG, e na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas – RS, regiões que apresentam condições climáticas distintas. Foram avaliados 25 híbridos (21 desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo) e quatro híbridos comerciais (BRS 332, BRS 330, BRS 304 e AG 1040), com delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de 5 m, com espaçamento de 0,5 m entre linhas, conservando 10 plantas por metro de sulco após desbaste. Apenas as duas fileiras centrais foram consideradas como área útil de avaliação e coleta de dados.

Sete Lagoas está na região central de Minas Gerais, 19° 27' 57" de latitude Sul e 44° 14' 49" de longitude Oeste, apresenta clima tropical de altitude, com verões quentes e chuvosos e invernos secos. O município de Pelotas está localizado no Sudeste do Rio Grande do Sul, 31° 46' 19" de latitude Sul e 52° 20' 33" de longitude Oeste, possui clima temperado úmido, com precipitação anual de 1.366,9 mm e temperatura média de 17,8° C. Nova Porteirinha, está localizada no norte de Minas Gerais, 15° 48' 10" de latitude Sul e 43° 18' 03" de longitude Oeste, apresenta clima semiárido com chuvas irregulares.

Na Figura 1 são exibidos os índices de precipitação pluviométrica e temperatura nas três regiões que foram instalados os experimentos. Em Sete Lagoas e Nova Porteirinha no período de dezembro a abril de 2012 as médias de chuvas foram de 86 e 61 mm, respectivamente, com temperaturas mínimas entre 18 a 21 °C e temperatura máxima entre 30 °C a 34°C. Pelotas apresentou no mesmo período, precipitação de 107 mm, temperatura mínima de 18°C e máxima de 26 °C.

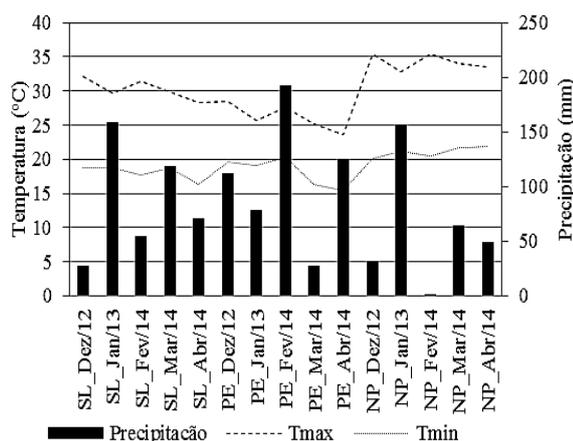


Figura 1. Dados meteorológicos de precipitação pluviométrica (mm) e de temperatura (°C) em Sete Lagoas (SL), Pelotas (PE) e Nova Porteirinha (NP), nos anos de 2012 a 2014. Fonte: Inmet.

Em todos os locais foram mensurados dias de florescimento (dias decorridos da semeadura até o florescimento de pelo menos 50% das plantas pertencentes à área útil da parcela), altura de plantas (medida em cm, no dia da colheita, medida do colo da planta até a ponta da panícula) e avaliação da produtividade de grãos (colhidas todas as plantas da área útil, trilhadas e corrigiu a umidade dos grãos, a qual foi extrapolada para toneladas por hectare).

Para cada característica, foi realizada análise de variância conjunta e teste F, baseada no modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{jk} + e_{ijk},$$

Em que Y_{ijk} : observação do genótipo i no ambiente j e no bloco k ; μ : média geral; G_i : efeito do i -ésimo genótipo; A_j = efeito do j -ésimo ambiente; B_j : efeito do j -ésimo bloco.

Para o agrupamento de médias dos 25 genótipos, foi realizado o teste de Scott & Knott (1974).

A seleção de genótipos baseada na produtividade, adaptabilidade e estabilidade genotípicas foi baseada no método de Lin & Binns e MHPRVG. As análises foram realizadas com o auxílio do programa GENES (Cruz 2013) e SELEGEN-REML/BLUP (Resende 2007).

A medida de superioridade de Lin & Binns consiste no modelo:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

Onde: P_i é o índice de estabilidade do genótipo i , Y_{ij} é produtividade do genótipo i no ambiente j , M_j é a produtividade do genótipo com resposta máxima dentre todos no ambiente j e n é o número de ambientes.

Para estimativas dos valores da média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos (MHPRVG) para a estabilidade, a adaptabilidade e a produtividade, simultaneamente, foi utilizado o modelo:

$$y = X_r + Z_g + W_p + T_i + e,$$

Em que y é o vetor de dados, r é o vetor dos efeitos de repetição, somados à média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos, p é o vetor dos efeitos de parcela, i é o vetor dos efeitos da interação genótipos x ambientes e e é o vetor de erros ou resíduos. As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Para a correlação de Pearson entre as metodologias de Lin & Binns e MHPRVG foi utilizado o software R (R CORE TEAM 2014).

Resultados e discussão

Houve diferenças significativas para a fonte de variação genótipos e interação genótipos x ambientes, pelo teste F, para todas as características, mostrando variabilidade entre os genótipos estudados e influência diferenciada dos ambientes nos genótipos. O efeito de ambientes foi significativo para florescimento e altura de plantas, mas não foi significativo para produtividade de grãos.

Apesar dos ambientes se mostrarem similares para produtividade de grãos, a interação $G \times A$ indica a necessidade de estudos de adaptabilidade e estabilidade para realização de uma seleção mais confiável. Estes resultados corroboram com outros estudos de avaliação de sorgo granífero que mostram a grande interação existente entre híbridos e ambientes (Silva et al. 2013, Menezes et al. 2014).

Os coeficientes de variação foram inferiores a 20%, o que indica precisão experimental adequada, considerados dentro do limite aceitável para característica de

florescimento (3,13 %), altura de planta (5,37 %) e produtividade de grãos (15,15 %) (Gomes 2000).

Na tabela 2 são mostradas as médias das características florescimento, altura de planta e produtividade de grãos por ambiente, em razão da significância da interação genótipos x ambientes.

Para dias de florescimento (FLOR), a média geral (três ambientes) e em Pelotas foram agrupadas em seis grupos, porém, em Sete Lagoas e Nova Porteirinha, o teste de média agrupou em três e quatro grupos,

respectivamente. Em geral, os híbridos avaliados em Sete Lagoas e Nova Porteirinha apresentaram florescimento dentro de níveis aceitáveis, de 57 a 73 dias, sendo próxima da média geral. A média de florescimento dos híbridos em Pelotas foi de 75 dias após o plantio, ficando bem acima da média dos outros dois locais. O florescimento de planta é muito influenciado pela temperatura ambiente. Na Figura 1 observa-se que a temperatura em Pelotas esteve mais baixa que nos outros dois locais no período dos ensaios.

Tabela 1. Resumo das análises de variância conjunta para características de florescimento (flor), altura de plantas (ALT), produtividade de grãos t.ha⁻¹ (PROD), avaliadas em Sete Lagoas, MG, Pelotas, RS e Nova Porteirinha, MG, 2012.

F.V.	GL	Quadrado Médio		
		FLOR	ALT	PROD
Blocos/Ambientes	6	20,120	87,293	1,540
Genótipos (G)	24	3226,360**	3713,590**	4,99**
Ambientes (A)	2	178,079**	3787,738**	1,581 ^{ns}
G x A	48	14,152**	241,278**	1,658**
Resíduo	144	4,527	50,416	0,597
Média		67,92	132,48	5,10
C.V.(%)		3,133	5,373	15,151

^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente.

Os híbridos 1096020, 10102063, 1169054, 1167048 e 1096019 se destacaram por serem os mais precoces em todos os ambientes. Os híbridos 1099038, 1170010, 1167092, 1167026, BRS 330 e AG1040 foram os híbridos mais tardios de florescimento.

Para sorgo granífero é ideal que a planta tenha uma altura entre 100 e 150 cm. A altura está diretamente correlacionada com produtividade, portanto híbridos mais altos melhores. No entanto planta acima de 150 cm tende a ser mais suscetível a tombamento ou pode cair fora da trilhadeira durante a colheita. A média de altura de plantas em Pelotas foi mais baixa que Sete Lagoas e Nova Porteirinha (Tabela 2). Sete Lagoas apresentou as plantas mais altas. Exceto pelos híbridos 1099020, 1096020, 1096030, 1099038, 1170010, 10102063 e 1096019, todos os outros estão dentro da faixa de altura aceitos pelo mercado de sorgo granífero.

A média de produtividade de grãos foi similar nos ambientes avaliados, não havendo

diferenças significativas entre os locais. A média geral dos ensaios foi de 5,1 t.ha⁻¹, o que reflete produtividade bem superior à média nacional em relação ao ano agrícola de 2012, 2,8 t ha⁻¹ (CONAB 2012). Quinze híbridos mostraram produtividade de grãos semelhantes ou superiores às três testemunhas. O híbrido AG 1040 foi a testemunha mais produtiva com 5,5 t.ha⁻¹. Os híbridos 1167053, 1096030 e 10102063 foram estatisticamente superiores aos demais. No entanto os dois últimos apresentaram plantas muito altas para sorgo granífero.

A interação entre genótipos e ambientes é de grande consideração nas pesquisas que envolvem o melhoramento de plantas, uma vez que o genótipo pode se destacar positivamente em um ambiente e em outro negativamente, sendo um empecilho à recomendação de cultivares para diferentes regiões (Almeida Filho 2010). Como a característica produtividade de grãos normalmente é a mais influenciada pelos ambientes, foi realizada

estimativas de adaptabilidade e estabilidade para esta característica para facilitar a seleção daqueles híbridos melhores.

As estimativas das médias dos genótipos e parâmetros de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos obtidas pelo método Lin & Binns (1988) e a seleção dos genótipos pela produtividade, estabilidade e adaptabilidade simultaneamente, avaliada pelo método da média harmônica da performance relativa dos valores genéticos preditos (MHPRVG), avaliadas em Sete Lagoas, Pelotas

e Nova Porteirinha, são citadas na Tabela 3. Os híbridos mais estáveis pelo método de Lin & Binns foram 1167053, 1096030, 10102063, 1167048, 1099020 e 1096009, de acordo com as estimativas do parâmetro Pi, sendo estes considerados os genótipos ideais por esse método, apresentaram menores valores de Pi geral e média elevada de rendimento de grãos. Em geral, observou-se que os híbridos classificados com o rendimento elevado e intermediário foram os que obtiveram desempenho superior para adaptabilidade geral.

Tabela 2. Médias para as características florescimento (flor), em dias decorridos, altura de plantas, em cm, (ALT) e produtividade de grãos, t ha⁻¹, (PROD), de 25 híbridos de sorgo granífero, avaliadas em Sete Lagoas (SL), Pelotas (PLT) e Nova Porteirinha (NP), 2012.

Genótipos	FLOR ¹				ALT ¹				PROD ¹			
	SL	NP	PLT	Média	SL	NP	PLT	Média	SL	NP	PLT	Média
1167053	66 c	67 c	80 d	71 e	153 d	142 c	84 a	148 e	6,2 c	6,0 c	7,0 c	6,4 d
1099034	64 b	63 b	74 c	67 c	120 b	117 b	105 b	116 b	4,6 a	5,4 b	5,5 b	5,2 c
1099020	64 b	62 b	74 c	67 c	167 e	168 e	107 b	161 f	6,3 c	5,1 a	5,9 b	5,8 c
1096009	67 c	68 c	77 d	71 e	151 d	143 c	108 b	145 e	5,8 c	5,3 b	5,9 b	5,7 c
1096012	68 c	67 c	76 d	70 e	122 b	118 b	109 b	119 b	3,8 a	5,2 b	5,5 b	4,8 b
1105653	63 b	66 c	77 d	69 d	130 b	105 a	112 b	114 b	4,3 a	4,2 a	3,9 a	4,1 a
1096020	62 b	61 b	67 a	63 b	168 e	182 f	112 b	166 f	6,4 c	5,0 a	4,7 a	5,4 c
1096030	63 b	64 b	79 d	69 d	179 e	180 f	114 b	174 g	8,3 d	4,4 a	5,3 b	6,0 d
1099044	68 c	66 c	74 c	69 d	122 b	110 a	114 b	116 b	5,3 b	4,6 a	5,1 b	5,0 c
1105661	60 a	62 b	74 c	66 c	124 b	108 a	115 b	115 b	5,3 b	4,3 a	3,9 a	4,5 b
1099038	70 c	67 c	81 e	73 f	93 a	97 a	115 b	91 a	3,1 a	4,5 a	3,1 a	3,5 a
10102041	63 b	60 b	72 c	65 c	138 c	122 b	117 b	125 c	5,6 b	4,9 a	4,8 a	5,1 c
1170010	68 c	71 d	81 e	73 f	175 e	135 b	122 b	154 e	5,0 a	4,9 a	5,8 b	5,2 c
10102063	61 a	57 a	69 b	62 b	155 d	188 f	123 b	158 f	5,7 c	7,1 c	6,8 c	6,5 d
1167055	63 b	62 b	72 c	66 c	154 d	147 c	128 c	149 e	6,1 c	4,4 a	5,7 b	5,4 c
10102155	63 b	61 b	70 b	65 c	123 b	112 a	132 c	119 b	4,5 a	5,4 b	3,8 a	4,6 b
1169054	59 a	54 a	65 a	59 a	139 c	140 c	133 c	136 d	4,1 a	5,3 b	4,2 a	4,5 b
1167092	67 c	69 c	81 e	72 f	128 b	108 a	139 c	115 b	5,0 a	4,4 a	5,1 b	4,8 b
1167026	69 c	73 d	80 e	74 f	143 c	125 b	141 c	134 d	5,4 b	4,9 a	5,9 b	5,4 c
1167048	60 a	58 a	70 b	62 b	124 b	125 b	147 d	124 c	5,6 b	6,0 b	5,5 b	5,7 c
1096019	57 a	57 a	66 a	60 a	153 d	157 d	147 d	150 e	5,5 b	5,0 a	6,6 c	5,7 c
BRS 304	59 a	62 b	79 d	67 c	129 b	115 a	148 d	116 b	4,3 a	4,5 a	3,3 a	4,1 a
BRS 332	65 c	65 c	81 e	70 e	136 c	118 b	150 d	123 c	5,1 a	4,3 a	3,6 a	4,3 b
BRS 330	67 c	69 c	84 f	73 f	127 b	113 a	151 d	116 b	4,7 a	4,3 a	4,2 a	4,4 b
AG 1040	68 c	72 d	85 f	75 f	138 c	125 b	164 e	127 c	5,8 c	5,8 b	4,8 a	5,5 c
MÉDIA	64	64	75	68	140	132	125	132	5,3	5,0	5,0	5,1

¹ Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

O método MHPRVG fornece os valores genotípicos, descontados a alteração causada pela oscilação dos híbridos, nos três locais avaliados. Os genótipos que se destacaram em ordem decrescente por esse método foram respectivamente, 10102063, 1167053, 1096030, 1096009, 1167048 e 1099020. O comportamento deles é similar entre si e todos responderam em média aproximadamente 1,19 vezes a média dos locais onde foram cultivadas.

O resultado de MHPRVG*MG mostra o valor genotípico médio dos genótipos nos ambientes avaliados, resultado já penalizado pela instabilidade e capitalizado pela adaptabilidade. Desta forma, a estatística MHPRVG pode ser aplicado positivamente na

utilização dos modelos mistos com efeitos genéticos aleatórios (Resende 2004).

O método MHPRVG tem a vantagem de fornecer resultados na própria escala de medição do caráter, os quais podem ser interpretados diretamente como valores genéticos para o caráter avaliado, realiza a seleção simultânea para a produtividade, adaptabilidade e estabilidade, o que não é possível com o método de Lin & Binns. A correlação estimada entre os parâmetros dos dois métodos (Figura 2) foi de alta magnitude (-0,98), isso mostra que os métodos utilizam princípios semelhantes.

Tabela 3. Estimativa do parâmetro de estabilidade fenotípica (p_i geral) de lin & binns (1988), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) e valores genotípicos médios nos locais (MHPRVG*MG) para a variável produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$) de 25 híbridos de sorgo granífero, avaliadas em Sete Lagoas, Pelotas e Nova Porteirinha, 2012.

Genótipos	Média		Pi geral	Genótipo	MHPRVG	MHPRVG*MG
1167053	6,41	d	0,92	10102063	1,23	6,23
10102063	6,54	d	1,09	1167053	1,19	6,05
1099020	5,78	c	1,52	1096030	1,15	5,83
1096030	5,98	d	1,74	1096009	1,10	5,58
1096009	5,68	c	1,76	1167048	1,10	5,58
1167048	5,68	c	1,84	1099020	1,10	5,57
1096019	5,69	c	2,08	1096019	1,09	5,55
1096020	5,36	c	2,24	1167026	1,06	5,38
1167055	5,40	c	2,31	1167055	1,05	5,35
1167026	5,38	c	2,43	AG 1040	1,04	5,28
10102041	5,12	c	2,78	10102041	1,02	5,20
1170010	5,22	c	2,90	1096020	1,02	5,16
AG 1040	5,49	c	2,99	1099034	1,01	5,10
1099044	5,02	c	3,09	1170010	1,00	5,09
1099034	5,17	c	3,11	1099044	0,99	5,01
1167092	4,83	b	3,65	1167092	0,95	4,81
1096012	4,83	b	4,38	1096012	0,94	4,76
1105661	4,47	b	4,51	1105661	0,91	4,60
10102155	4,57	b	4,59	1169054	0,91	4,60
1169054	4,51	b	4,85	BRS 332	0,89	4,49
BRS 330	4,36	b	4,89	10102155	0,89	4,49
BRS 332	4,33	b	4,95	BRS 330	0,86	4,34
1105653	4,11	a	5,78	1105653	0,84	4,24
BRS 304	4,05	a	6,05	BRS 304	0,83	4,21
1099038	3,54	a	8,29	1099038	0,72	3,63

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$), pelo teste de Scott-Knott.

Os seis melhores genótipos ordenados conforme MHPRVG (10102063, 1167053, 1096030, 1096009, 1167048 e 1099020), coincidiram com os mais adaptados e estáveis de acordo com o método de Lin & Binns, houve apenas inversão de ordem dentre os coincidentes. Esses métodos são similares, no contexto genotípico e não no contexto fenotípico (Resende 2004), isso mostra a boa performance genotípica e fenotípica das cultivares, assim foram classificados híbridos potencialmente fortes para serem lançados em um futuro próximo para região estudada, para aumentar a segurança aos agricultores no plantio.

A testemunha mais estável foi o híbrido AG1040, apresentando em nível geral uma estabilidade intermediária. As outras testemunhas BRS 330, BRS 332 e BRS 304 mostraram bastante instáveis para plantio de verão. O desempenho destas testemunhas reflete de certa forma o que ocorre nos programas nacionais de melhoramento, nos quais a seleção de genótipos é feita principalmente para atender ao Cerrado durante os plantios de safrinha, a qual é uma época bem diferente do verão em termos de temperatura, pluviosidade e fotoperíodo.

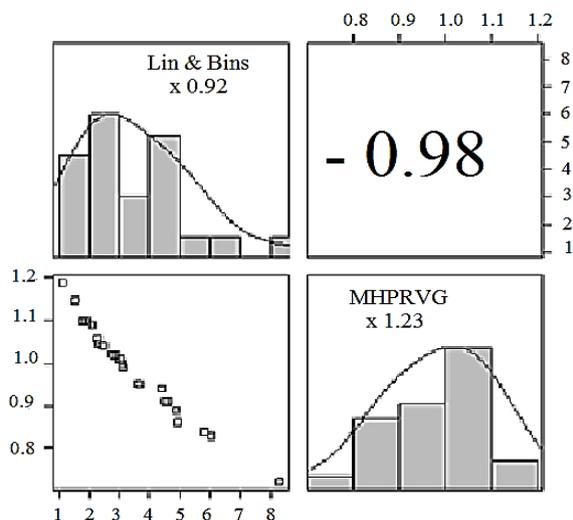


Figura 2. Correlação de Pearson estimada entre os parâmetros do método de Lin & Binns e MHPRVG.

Alguns híbridos superaram as testemunhas em produtividade e estabilidade, o que representa um avanço na pesquisa de melhoramento, com possibilidade de liberação de cultivares mais produtivas para ambientes tão diversos. Dentre os híbridos mais estáveis

alguns apresentaram altura acima de 150cm, o que aliado à sua alta produtividade tende a ser suscetível a tombamento. Os mesmos devem ser evitados para sorgo granífero. Dentre os híbridos mais estáveis e com altura de planta entre 100 e 150 cm podemos destacar 1167053, 1096009, 1167048, 1167026, 10102041, 1099034, e 1099044. Atenção especial deve ser dada aos híbridos 1167048, 10102041 com florescimento mais precoce do que BRS 304, que é a testemunha mais precoce. Estes híbridos selecionados devem entrar em ensaios de avaliação de valor e cultivo (VCU) para ensaios em maior escala.

Conclusão

Foi possível a seleção de híbridos mais produtivos e estáveis do que as testemunhas. Os métodos de Lin & Binns e MHPRV foram altamente correlacionados e selecionaram os mesmos híbridos

Os melhores híbridos considerando os dois métodos de estimativas de estabilidade foram 1167053, 1096009, 1167048, 1167026, 10102041, 1099034, e 1099044.

Referências

- ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; SOUZA, S. A.; GODINHO, V. P.; CARDOSO, M. J. Desempenho agrônomo e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, p. 51-64, 2010.
- AMORIM, E.P.; CAMARGO, C.E.O.; FILHO, A.W.P.F.; PETTINELLI JUNIOR, A.; GALLO, P.B.; AZEVEDO FILHO, J.A. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.65, p.575-582, 2006.
- CARGNELUTI FILHO, A.; PERECIN, D.; MALHEIROS, E.B.; GUADAGNIN, J. P. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. **Bragantia**, v.66, p.571-578, 2007.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro, 2009. Brasília: **Conab**, 2009. 42p.

- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14a Edição. Nobel: São Paulo. 2000.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 68, p. 193-198, 1988.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da Planta de Sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. 4p.
- MENEZES, C. B.; TICONA-BENAVENTE, C. A.; TARDIN, F. D.; CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; NOGUEIRA, D. W.; PORTUGAL, A. F.; SANTOS, C. V.; SCHAFFERT, R. E. Selection indices to identify drought-tolerant grain sorghum cultivars. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 4, p. 9817-9827, 2014.
- OLIVEIRA, R.A.; RESENDE, M.D.V.; DAROS, E.; BESPALHOK FILHO, J.C.; ZAMBON, J.L. C.; IDO, O.T.; WEBER, H.; KOEHLER, H.S. Genotypic evaluation and selection of sugarcane clones in three environments in the state of Paraná. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.426-434, 2005.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- SILVA, A. G. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha no sudoeste do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 168-174, abr./jun. 2009.
- SILVA, G. A. P.; CHIORATO, A. F.; GONÇALVES, J. G. R.; CARBONELL, S. A. M. Análise da adaptabilidade e estabilidade de produção em ensaios regionais de feijoeiro para o Estado de São Paulo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 59-65, jan./fev. 2013.
- SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.23-30, 2006.
- SILVA, K. J. da; MENEZES, C. B. de; TARDIN, F. D.; EMYGDIO, B. M.; SOUZA, V. F. de; CARVALHO, G. A. de; SILVA, M. J. da Seleção de híbridos de sorgo granífero cultivados no verão em três localidades. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 44-53, 2013.
- R CORE TEAM (R version 3.1.1). **The R project for statistical computing**. Disponível em: < <http://www.r-project.org/index.html>>. Acesso em: 26 abril. 2014.
- RESENDE, M.D.V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 65p. (Documentos 100)
- RESENDE, M.D.V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2002. 975p.
- RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.182-194, 2007.
- RESENDE, M. D. V. SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2007b. 361p.
- SANTOS, F. G.; CASELA, C. R.; WAQUIL, J. M. Melhoramento de sorgo. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. p. 605-658
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A cluster analysis method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.