

**Capacidade Combinatória de
Linhagens de Sorgo Granífero
Cultivados em Segunda Safra**



ISSN 1679-0154
Dezembro, 2015

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 127

Capacidade Combinatória de Linhagens de Sorgo Granífero Cultivados em Segunda Safra

Cicero Beserra de Menezes
Crislene Vieira Santos
Marcos Paulo Mingote Júlio
Karla Jorge da Silva
Douglas Cirino Saldanha
Celso Henrique Tuma e Silva
Flávio Dessaune Tardin
José Avelino Santos Rodrigues

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges

Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Monica Matoso

Campanha, Roberto dos Santos Trindade, Rosângela Lacerda de

Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: Cícero Beserra de Menezes

1ª edição

Versão Eletrônica (2015)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Milho e Sorgo

Capacidade combinatória de linhagens de sorgo granífero cultivados em segunda safra / Cícero Beserra de Menezes ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

24 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 127).

1. *Sorghum bicolor*. 2. Melhoramento vegetal. 3. Safrinha. I. Menezes, Cicero Beserra de. II. Série.

CDD 633.174 (21. ed.)

© Embrapa 2015

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	13
Conclusões	21
Agradecimentos	21
Referências	22
Referências	23

Capacidade Combinatória de Linhagens de Sorgo Granífero Cultivados em Segunda Safra

Cicero Beserra de Menezes¹

Crislene Vieira Santos²

Marcos Paulo Mingote Júlio³

Karla Jorge da Silva⁴

Douglas Cirino Saldanha⁵

Celso Henrique Tuma e Silva⁶

Flávio Dessaune Tardin⁷

Jose Avelino Santos Rodrigues⁸

Resumo

Nos programas de melhoramento genético de sorgo é comum o desenvolvimento de elevado número de linhagens, sendo a escolha das mais promissoras um dos principais desafios enfrentados pelos melhoristas. A técnica de cruzamentos dialélicos permite a seleção daquelas linhagens detentoras de atributos de maior interesse identificados com base em algumas combinações híbridas, não necessitando a realização de todos os cruzamentos possíveis. O objetivo do presente trabalho foi estimar as capacidades geral (CGC) e específica de combinação (CEC), para as características rendimento de grãos, altura de plantas e dias para florescimento de 50 linhagens de sorgo. Assim, foram avaliados 141 híbridos experimentais,

¹Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Doutor em Fitotecnia, cicero.menezes@embrapa.br

²Graduanda Universidade Federal de São João del-Rei, cris-vieira15@hotmail.com

³Graduando Universidade Federal de São João del-Rei, marcospmj@yahoo.com.br

⁴Mestranda Universidade Federal de Viçosa, karla.js@hotmail.com

⁵Graduando em Engenharia Ambiental, UNIFEMM, douglasaudanha77@hotmail.com

⁶Graduando Universidade Federal de São João del-Rei, celsotuma@yahoo.com.br

⁷Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Doutor em Produção Vegetal, flavio.tardin@embrapa.br

⁸Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Doutor em Agronomia, avelino.rodrigues@embrapa.br

oriundos do cruzamento de 47 linhagens macho-estéreis com 3 linhagens restauradoras. Como testemunha, utilizaram-se os híbridos comerciais BRS 330, DKB 550 e 1G244. Para a característica rendimento de grãos, os efeitos da CEC foram bem superiores aos da CGC, evidenciando a importância dos efeitos de dominância. Para dias para florescimento e altura de plantas, os efeitos de CGC foram bem superiores aos efeitos de CEC. Vinte e cinco linhagens macho-estéreis apresentaram CGC positivas para rendimento de grãos, com destaque para 0803085, 1105405-2, 1105417-2, 1105419-1, 1105419-2, 1105521-2 e 1105451-2, com contribuições no rendimento de grãos acima de $0,5 \text{ t.ha}^{-1}$ nos híbridos em que participaram. A linhagem 9910032 foi a melhor restauradora por contribuir para aumentar o rendimento de grãos, reduzir os dias para florescimento e não aumentar a altura de plantas, nos híbridos em que participa. Vários híbridos superaram as testemunhas para todas as características.

Termos para indexação: *Sorghum bicolor*, análise dialélica, seleção de linhagens, melhoramento vegetal.

Combinatorial Capacity of Grain Sorghum Strains Cultivated at Second Crop

Cicero Beserra de Menezes¹

Crislene Vieira Santos²

Marcos Paulo Mingote Júlio³

Karla Jorge da Silva⁴

Douglas Cirino Saldanha⁵

Celso Henrique Tuma e Silva⁶

Flávio Dessaune Tardin⁷

Jose Avelino Santos Rodrigues⁸

Abstract

The development of a large number of parental lines is very common in a sorghum breeding program, and the choice of those most promising ones is the main challenge faced by the plant breeder. The technique of diallel analysis allows for the selection of those most promising lines based on some hybrid combinations, not needing to carry out all possible crossings. The purpose of this study was to estimate the General (GCA) and Specific Combine Abilities (SCA), for grain yield, plant height and days to flowering of fifty grain sorghum lines. 141 hybrids were evaluated. The hybrids BRS 330, DKB 550 e 1G244 were used as check cultivars. For grain yield effects SCA were well above those of the CGC, highlighting the importance of the effects of dominance. For days to flowering and plant height the effects of CGC. Twenty-five male sterile lines presented positive CGC for grain yield, standing out 0803085, 1105405-2, 1105417-2, 1105419-1, 1105419-2, 1105521-2 and 1105451-2 that contributed with more than 0.5 t. ha⁻¹ in the crossings they were involved. The line 9910032 was the best restorer, increasing

grain yield, reducing days to flowering and not increasing plant height hybrids in the crossings it was involved. Several hybrids outperformed the check cultivars for all the traits.

Index terms: *Sorghum bicolor*, diallel analysis, line selection, plant breeding, grain sorghum

Introdução

O sorgo granífero tem se expandido nos últimos anos como cultura de sucessão, após cultivos de verão. Por ser uma cultura mais tolerante a estresses hídricos, quando comparado a outros cereais, o sorgo tem sido uma boa escolha para plantios de segunda safra, período este conhecido popularmente como safrinha, após o cultivo da soja, principalmente na região Centro-Oeste, no Triângulo Mineiro e no Sudoeste Baiano. Estudos na área de melhoramento genético de sorgo têm permitido a oferta contínua de novas cultivares mais adaptadas a essas regiões produtoras.

O sorgo está entre os cereais mais plantados no Brasil, após o milho, arroz e trigo. Porém, o sorgo ainda é amplamente utilizado como cultura alternativa em regiões e épocas em que outras plantas possuem dificuldade de adaptação e produção. Estimativas recentes de mudanças climáticas apontam para aumento da temperatura do ar e fenômenos extremos de chuvas, como falta e excesso, intercalados em curtos espaços de tempo. Dessa forma, culturas com baixa exigência hídrica e mecanismos de resistência a períodos com baixa precipitação serão de grande importância no mercado agrícola de forma geral.

Na busca por cultivares mais adaptadas a estas condições, os programas de melhoramento de sorgo das empresas de sementes têm buscado novas combinações de híbridos com alto rendimento de grãos, altura de planta ideal para colheita, precocidade, tolerância a doenças foliares e qualidade de grãos.

No Brasil, o plantio de sorgo granífero utiliza híbridos simples, em quase sua totalidade, com exceção de pequenos produtores no Nordeste, que utilizam variedades de duplo propósito para grãos e forragem.

Em programas de avaliação e desenvolvimento de híbridos de sorgo, estão envolvidas pelo menos quatro etapas: a escolha das populações, a obtenção das linhagens, a avaliação da capacidade de combinação delas e o teste extensivo das combinações híbridas obtidas (PATERNIANI; CAMPOS, 2005). Destas etapas, uma das mais importantes é a seleção das linhagens a serem cruzadas, por causa do grande número, normalmente disponíveis nos programas de melhoramento.

A escolha das linhagens mais promissoras permite que a maioria dos esforços do melhorista seja dedicada àquelas combinações específicas, potencialmente capazes de fornecer cultivares superiores, traduzindo-se em maior eficiência do programa de melhoramento (RAMALHO et al., 1993). A técnica de cruzamentos dialélicos assume grande importância nesta questão, pois auxilia o melhorista na escolha de progenitores com base nos seus valores genéticos e, principalmente, considerando-se a capacidade de se combinarem em híbridos promissores (RAMALHO et al., 1993; CRUZ et al., 2012). Através deste método, é possível também conhecer o controle genético

dos caracteres, que orienta na condução das populações segregantes e na seleção.

A característica principal utilizada para a seleção de híbridos de sorgo granífero é o rendimento de grãos, necessitando-se de experimentos em vários locais e anos, para a seleção daquelas combinações mais promissoras. No entanto, em etapas iniciais de seleção, é possível reduzir o número de linhagens do programa pela seleção daquelas que não apresentam complemento de altura ou que são muito tardias. No sorgo granífero utilizam-se linhagens 3-anão para produção de híbridos, mas o cruzamento de duas linhagens 3-anão pode resultar em híbridos altos, 2-anão. Da mesma forma pode-se inferir para o florescimento. Dessa forma, com as características altura e florescimento, que são menos influenciadas pelo ambiente, é possível a seleção precoce das melhores linhagens, gerando economia de tempo e reduzindo a área de experimentação no campo.

O presente estudo teve como objetivo estimar a capacidade geral (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC), para as características: rendimento de grãos, altura de plantas e dias para florescimento, para linhagens de sorgo granífero, de forma a selecionar híbridos mais promissores para plantio na safrinha.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2014, na estação experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas- MG, tendo sido avaliados 141 híbridos experimentais de sorgo granífero, oriundos do cruzamento

de 47 linhagens macho-estéreis (Figura 1) com 3 linhagens restauradoras (Figura 2). O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados, com duas repetições. Como testemunha utilizaram-se os híbridos comerciais BRS 330, DKB 550 e 1G244.

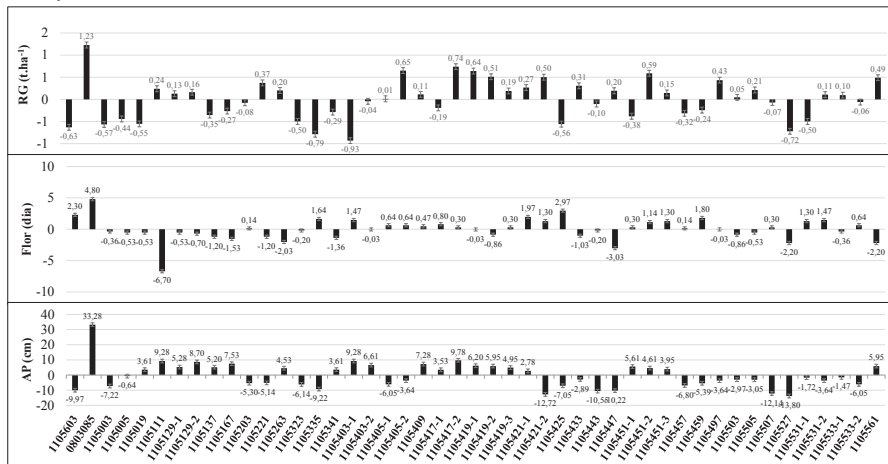


Figura 1. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) para os caracteres rendimento de grãos (RG) e altura de plantas (AP) de 47 linhagens macho-estéreis de sorgo granífero. Sete Lagoas, 2014.

As parcelas experimentais foram compostas por duas linhas de 5 metros de comprimento, com espaçamento de 0,5 m entre linhas, conservando-se 10 plantas por metro de sulco após desbaste, o que equivaleria a uma população de 200.000 plantas por hectare. As operações de plantio e colheita foram mecanizadas. A adubação de semeadura consistiu da aplicação de 300 kg.ha⁻¹ do fertilizante 8-28-16 (N-P-K) e, para a adubação de cobertura, utilizaram-se 150 kg.ha⁻¹ de ureia, 30 dias após o plantio. A semeadura foi realizada em 20 de fevereiro de 2014 e a colheita, em 26 de junho de 2014. Realizou-se, no momento

da sementeira, aplicação do herbicida Glyphosate na dose de 2 kg.ha⁻¹ do p.c.. Quinze dias após o plantio aplicou-se o herbicida pós-emergente Atrazine, na dose de 3 L.ha⁻¹. Posteriormente, realizou-se capina manual com o intuito de que as plantas daninhas não interferissem no resultado experimental. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura do sorgo na região.

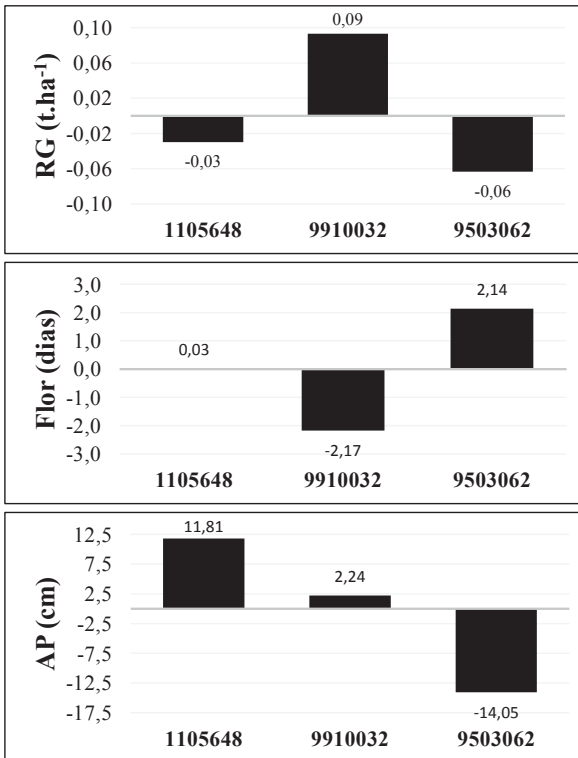


Figura 2. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) para os caracteres rendimento de grãos (RG), altura de plantas (AP), florescimento (Flor) e tamanho de panículas (TP) de 47 linhagens restauradoras de sorgo granífero. Sete Lagoas, MG. 2014.

As características avaliadas foram: florescimento de plantas, mensurado pela contagem de dias decorridos da semeadura até o florescimento de 50% das plantas da parcela; altura de plantas, mensurada em centímetros, medida do colo da planta até a ponta da panícula, e rendimento de grãos. Para esta avaliação, a massa de grãos da parcela foi pesada, corrigida para 13% de umidade e, posteriormente, convertida para quilogramas por hectare.

A análise dialélica foi realizada de acordo com o Método de Griffing (1956), que estima os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) de cada parental e os efeitos da capacidade específica de combinação (CEC), para dialelos parciais, utilizando-se somente os híbridos F_1 s, segundo modelo abaixo.

$Y_{ij} = \mu + g_i + g'_j + s_{ij} + \epsilon_{ij}$, em que:

Y_{ij} = média do cruzamento envolvendo o i-ésimo genitor do grupo 1 e o j-ésimo genitor do grupo 2;

μ = média geral do dialelo;

g_i = efeito da capacidade geral de combinação do i-ésimo genitor do grupo 1;

g'_j = efeito da capacidade geral de combinação do j-ésimo genitor do grupo 2;

s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação; e

ϵ_{ij} = erro experimental médio.

As análises foram realizadas utilizando-se o programa GENES (CRUZ, 2001) e as figuras foram criadas utilizando-se o programa Excel 2013.

Resultados e Discussão

O resultado da análise de variância com seus respectivos quadrados médios e capacidade combinatória foram expressos na Tabela 1, em que os híbridos mostraram significância ($P < 0,01$) para todas as características. A herdabilidade foi alta para altura de plantas, intermediária para florescimento, e baixa para rendimento de grãos. Os dados sugerem maior dificuldade para seleção para rendimento de grãos, o que é explicado pelo controle genético poligênico deste caráter e, portanto, mais influenciado pelo ambiente. Os valores do coeficiente de variação (CV%) mantiveram-se abaixo de 20%, demonstrando boa condução e precisão experimental (PIMENTEL GOMES, 2009).

A relação entre coeficiente de variação genética (CVg) e coeficiente de variação ambiental (CVe) apresentou valores acima da unidade para florescimento e altura de plantas, indicando que a seleção poderá ser efetiva para estes caracteres neste ensaio. Os valores de CVg/CVe revelaram-se inferiores à unidade para rendimento de grãos, significando grande influência ambiental. Os efeitos de CGC das linhagens do grupo I (CGC I) e grupo II (CGC II) foram significativos para todas as características, exceto CGC II para rendimento de grãos. No geral, a significância das variáveis é o que evidencia a variabilidade genética e indica a possibilidade do uso da análise dialélica para o estudo de híbridos e o controle dos caracteres. Com exceção de rendimento de grãos, os efeitos

de CGC foram bem superiores aos efeitos de CEC, indicando grande importância dos efeitos aditivos para o controle destes caracteres. Para rendimento de grãos, os efeitos de dominância são tão ou mais importantes que os efeitos aditivos. Para CEC, observaram-se efeitos significativos para as três características (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para capacidade de combinação, com a decomposição da soma de quadrados de genótipos (tratamentos) envolvendo 141 híbridos resultantes dos cruzamentos de 47 linhagens macho-estéreis e 3 linhagens restauradores de sorgo granífero. Sete Lagoas, MG. 2014.

FV	GL	Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)	Florescimento (dias)	Altura de plantas (cm)	Tamanho de panícula (cm)
		Quadrado Médio			
Blocos	1	6,0193	13,631	7,022	2,071
Híbridos	140	0,9643**	15,286**	421,420**	8,635**
CGC I	46	1,2387**	18,205**	422,915**	10,000**
CGC II	2	0,6399 ^{NS}	436,309**	16077,455**	233,474**
C.E.C.	92	0,8342*	4,674 ^{NS}	80,324*	3,065 ^{NS}
RESÍDUO	140	0,5911	5,038	54,835	2,644
Média híbridos		4,27	61,36	134,39	26,23
Média testemunhas		4,35	66,5	125,8	26,8
DP(u)		0,0458	0,1337	0,4410	0,0968
CV%		18,00	3,65	5,51	6,20
h ²		38,70	67,04	86,99	69,38
CVg/CVe		0,56	1,01	1,83	1,06

** , * significativo pelo teste F, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

O rendimento variou de 1,8 a 8,2 t.ha⁻¹, com média de 4,3 t.ha⁻¹, sendo considerada alta, se comparada à média nacional, que é de 2,7 t.ha⁻¹, porém baixa, se comparada a dados experimentais onde se têm encontrado rendimentos de grãos acima 10,0 t.ha⁻¹ (RESENDE et al., 2009). A média de rendimento dos híbridos (4,3 t.ha⁻¹) apresentou-se semelhante à média das testemunhas comerciais (4,35 t.ha⁻¹).

A média de florescimento dos híbridos foi de 61 dias, o que é considerado de ciclo precoce, em relação aos híbridos comerciais utilizados como testemunhas. O florescimento tem alta correlação com o ciclo da cultura, e é uma importante medida para o sorgo safrinha, por ser uma fase muito sensível ao estresse hídrico, e quanto mais cedo a planta completar seu ciclo, maior chance ela terá de escapar do período seco, favorecendo que a cultura atinja rendimento satisfatório.

A média para altura de plantas foi de 134 cm, sendo considerada ideal para a cultura do sorgo granífero. A altura de planta é correlacionada com o rendimento de grãos, mas plantas de sorgo granífero acima de 150 cm não são desejadas, em razão da dificuldade na colheita, pela utilização de colhedoras adaptadas de soja que trabalham abaixo desta faixa. Outro problema decorrido de plantas altas é a suscetibilidade de tombamento por vento próximo da colheita, por causa do peso da panícula no momento em que o caule já se encontra seco.

As estimativas de capacidade geral de combinação (CGC) das linhagens macho-estéreis são apresentadas na Figura 1. Vinte e cinco linhagens apresentaram CGC positivas para rendimento de grãos, sendo que dentre estas pode-se destacar 0803085,

1105405-2, 1105417-2, 1105419-1, 1105419-2, 1105521-2 e 1105451-2 com contribuições acima de $0,5 \text{ t.ha}^{-1}$ nos híbridos em que participam. Para rendimento de grãos, os destaques negativos foram as linhagens 1105603, 1105003, 1105019, 1105323, 1105335, 1105403-1, 1105425, 1105527 e 1105531-1, que contribuíram para reduzir o rendimento em mais de meia tonelada por hectare.

Para a característica dias para florescimento, busca-se selecionar linhagens que reduzam o ciclo de seus híbridos. Por ser plantado na safrinha, época com restrições hídricas na fase final do ciclo, o sorgo granífero precisa ser de ciclo precoce, para escapar deste estresse. As estimativas de CGC para florescimento são apresentadas na Figura 1. Vinte e quatro linhagens contribuíram para reduzir os dias para florescimento. Dentre estas, vale destacar aquelas que também contribuíram para aumentar o rendimento de grãos: 1105111, 1105221, 1105263, 1105419-2, 1105433, 1105447, 1105505 e 1105561.

A altura de plantas é uma característica de alta herdabilidade, de fácil mensuração e menos influenciada pelo ambiente quando comparada ao rendimento de grãos. Para o sorgo granífero esta é uma característica que deve ser priorizada nas avaliações de híbridos experimentais, na forma de estimativas de capacidade de combinação, pois linhagens que proporcionam plantas com altura demasiada já podem ser descartadas, ou direcionadas para sorgo silageiro, em fases iniciais de melhoramento. De forma geral não houve materiais com altura demasiada, exceto pela linhagem 0803085, o que é considerado satisfatório para sorgo granífero. Como a altura de planta é controlada por quatro genes, e para sorgo granífero são utilizadas linhagens 3-anão, ou seja, com 3 genes recessivos, é comum encontrar híbridos com plantas

de altura acima de 150 cm, o que equivale a híbridos 2-anão. As linhagens com maiores CGC para altura de plantas foram 0803085, 1105111, 1105129-2, 1105167, 1105403-1, 1105409 e 1105417-2, e as linhagens com menores CGC foram 1105603, 1105003, 1105335, 1105421-2, 1105425, 1105443, 1105447, 1105507 e 1105527. As linhagens que mais contribuíram para aumentar a altura também o fizeram para rendimento de grãos, exceto pelas linhagens 1105421-2 e 1105447, que contribuíram para reduzir a altura de planta e aumentar o rendimento de grãos.

As estimativas do efeito de capacidade geral de combinação para as linhagens restauradoras são apresentadas na Figura 2. Dentre as três linhagens restauradoras a melhor foi a 9910032, que contribuiu para aumentar o rendimento de grãos, não influenciou na altura das plantas e reduziu, em relação às demais avaliadas, os dias para florescimento. A linhagem restauradora 1105648 influenciou pouco no rendimento de grãos e no florescimento, mas aumentou significativamente a altura de planta dos híbridos em que participou. A linhagem 9503062 reduziu a média de rendimento de grãos e aumentou os dias para florescimento nos híbridos em que participou, o que é indesejável para sorgo granífero.

Os efeitos de capacidade específica de combinação (CEC) podem ser mencionados como desvios de comportamento do híbrido, em relação ao esperado na CGC. É interessante que o híbrido tenha ao menos um dos pais com efeito favorável para a capacidade geral de combinação, mostrando-se promissor para a transmissão e controle de caracteres (CRUZ et al. 2012). Vários híbridos apresentaram estimativas de CEC desejáveis, ou seja, alta para rendimento de grãos, baixa para florescimento e próximo de zero para altura de plantas. Na

Tabela 2 são apresentadas as médias e estimativas de CEC dos híbridos com rendimento acima da média das testemunhas, dias para florescimento abaixo da média geral e altura de planta abaixo de 150 cm. Foi possível a seleção de 26 híbridos que se enquadram nesta seleção. Os híbridos 1105403-2 x 9910032, 1105419-1 x 9503062, 1105203 x 9910032, 1105417-1 x 9503062, 1105405-2 x 1105648, 1105419-2 x 1105648, 1105263 x 9503062 e

1105561 x 9503062 apresentaram ótimo rendimento de grãos, elevada CEC para rendimento de grãos e aceitável CEC para florescimento e altura de plantas. Destes cruzamentos, apenas quatro (1105167 x 9503062, 1105403-2 x 9503062, 1105203 x 1105648 e 1105341 x 1105648) não apresentaram um dos pais com efeito favorável para rendimento de grãos.

A variação das estimativas de CEC para dias para florescimento foi pequena, de forma que nenhum híbrido se destacou dos demais. Todos os híbridos da Tabela 2 podem ser considerados de ciclo superprecoces, o que é uma característica muito importante para semeadura na safrinha em sucessão à soja.

Com relação à altura de planta, os híbridos 1105443 x 9910032 e 1105129-1 x 9910032 apresentaram altura de planta de 146 e 148 cm, respectivamente, estando muito próximos do limite recomendado para sorgo granífero, e ainda apresentaram estimativas de CEC que contribuem para aumento desta característica. Portanto, estes dois híbridos devem ser selecionados com ressalva sobre altura de plantas.

Tabela 2. Médias e estimativas de Capacidade Específica de Combinação para híbridos com rendimento de grãos (RG) acima da média, dias para florescimento (Flor) abaixo da média e altura de plantas (AP) abaixo de 150cm.

Híbridos	RG (t.ha ⁻¹)	RG (CEC)	Flor (dias)	Flor (CEC)	AP (cm)	AP (CEC)
1105443 x 9910032	5,50	-0,01	60	0,50	146	8,93
1105167 x 9503062	5,45	0,19	61	-0,97	144	-0,11
1105129-1 x 9910032	5,38	0,27	61	-0,16	148	7,34
1105561 x 9503062	5,32	0,62	60	-1,30	129	2,97
1105263 x 9503062	5,28	1,12	59	0,03	141	5,39
1105447 x 1105648	5,22	0,10	58	1,63	143	-4,73
1105417-1 x 9910032	5,20	-0,19	59	2,00	145	2,59
1105419-2 x 1105648	4,87	0,58	61	0,47	137	-1,40
1105405-2 x 1105648	4,80	0,49	57	-1,03	124	4,94
1105403-2 x 9503062	4,77	-0,46	59	1,03	149	3,55
1105405-2 x 9910032	4,68	-0,52	58	1,67	138	-5,99
1105403-1 x 9910032	4,67	0,10	58	-0,66	127	0,59
1105421-1 x 1105648	4,65	0,04	56	-1,37	129	6,02
1105419-2 x 9503062	4,63	-0,12	60	-0,64	134	-3,03
1105419-1 x 9910032	4,62	-0,39	61	1,84	143	0,18
1105203 x 1105648	4,53	-0,18	59	-0,03	126	1,35
1105203 x 9910032	4,53	0,51	60	-2,33	131	-7,32
1105263 x 9910032	4,53	-0,03	60	-1,66	135	-11,41
1105405-2 x 9503062	4,53	0,02	56	-0,64	130	1,05
1105417-1 x 9503062	4,53	0,75	59	-1,81	127	-0,11
1105341 x 1105648	4,50	0,10	60	-0,03	144	3,44
1105421-2 x 1105648	4,47	0,22	60	-1,20	146	-20,98
1105419-1 x 9503062	4,42	0,55	59	-1,97	147	-4,53
1105421-2 x 9503062	4,40	0,01	60	1,70	132	10,64
1105451-2 x 1105648	4,37	0,35	55	-0,03	129	-2,81
1105403-2 x 9910032	4,37	0,88	55	-0,16	148	1,51

A estimativa de capacidade combinatória pode auxiliar bastante o melhorista na escolha das melhores linhagens a serem utilizadas em hibridações. No presente trabalho foi possível a seleção de linhagens macho-estéreis promissoras que serão utilizadas em novos cruzamentos com número maior de linhagens restauradoras. Em sorgo granífero são utilizadas plantas 3-anão, no entanto, no cruzamento de duas linhagens 3-anão, ocorre com elevada frequência a complementação de altura, resultando em linhagens 2-anão, as quais são demasiado altas para esta finalidade. Com as estimativas de capacidade combinatória de linhagens é possível a seleção ainda no início do programa daquelas que não apresentam efeito sinérgico para o fator altura de plantas, o que não é desejável, reduzindo bastante o número de linhagens a avançar no programa. No presente trabalho, dos 144 híbridos avaliados, apenas 22 apresentaram altura de planta acima de 150 cm, mas este fator é altamente dependente das linhagens utilizadas como testadoras. Como a herdabilidade foi elevada e o coeficiente de variação foi baixo para altura de planta, a seleção das melhores linhagens pode ser feita com segurança.

As estimativas das capacidades gerais e específicas de combinações apresentadas no trabalho estão em corroboração com outros autores (MENEZES et al., 2014; KENGA et al., 2004), os quais mostram a importância dos efeitos dominantes para a característica de rendimento de grãos, sem, no entanto, desprezar os efeitos aditivos no controle do caráter. De forma geral, os híbridos mostraram-se satisfatórios quanto aos dias para florescimento, sendo em sua maioria bem mais precoces do que as testemunhas comerciais.

Conclusões

As estimativas de capacidades de combinação permitiram a seleção de linhagens de sorgo com características agronômicas e genéticas superiores para sorgo granífero.

Vinte e cinco linhagens macho-estéreis apresentaram CGC positivas para rendimento de grãos, destacando-se 0803085, 1105405-2, 1105417-2, 1105419-1, 1105419-2, 1105521-2 e 1105451-2, com contribuições acima de 0,5 t.ha⁻¹ nos híbridos em que foram genitoras.

Dentre as linhagens paternas, a 9910032 foi superior, por contribuir para aumentar o rendimento de grãos, reduzir os dias para florescimento e não aumentar a altura de plantas, nos híbridos em que participou.

Todos os híbridos avaliados se mostraram mais precoces do que as testemunhas utilizadas, o que é uma característica importante para a seleção de cultivares.

Dos 141 híbridos avaliados somente 22 apresentaram altura de planta acima do recomendado para sorgo granífero.

Agradecimentos

À Embrapa Milho e Sorgo, à Fapemig e ao CNPq, pelo apoio financeiro na realização e divulgação dos resultados.

Referências

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 648 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012. v. 1, 514 p.

GRIFFING, B. Concept general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v. 9, p. 463-493, 1956.

KENGA, R.; ALABI, S. O.; GUPTA, S. C. Combining ability studies in tropical sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 88, p. 251-260, 2004.

MENEZES, C. B.; CARVALHO JÚNIOR, G. A. de.; SILVA, L. A.; BERNARDINO, K. C.; SOUZA, V. F.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Combining ability of grain sorghum lines selected for aluminum tolerance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 14, p. 42-48, 2014.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 491-552.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações no melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RESENDE, A. V. de; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. C. **Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 119).

Literatura Recomendada

BAENZIGER, P. S.; PETERSON, C. J. Genetic variation: its origin and use for breeding selfpollinated species. In: STALKER, H. T.; MURPHY, J. P. (Ed.). **Plant breeding in the 1990s**. Wallingford: CAB International, 1992. p. 69-100.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2014/15: quinto levantamento**. Brasília, 2015.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2003. 4 p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 86).

SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. General vs specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy, Washington**, v. 34, p. 923-932, 1942.

