

Divergência genética entre genótipos de sorgo sacarino baseado em caracteres agroindustriais

Talieisse Gomes Fagundes¹, José Airton Rodrigues Nunes², Rafael Augusto da Costa Parrella³, Adriano Teodoro Bruzi⁴, Nayara Norrene Lacerda Durães⁵, Gabrielle Maria Romeiro Lombardi⁶

Resumo

Estudos sobre divergência genética têm utilidade para auxiliar melhoristas na escolha de potenciais cruzamentos a serem realizados, bem como no que se refere à contribuição relativa desses caracteres para a diversidade total. O objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética entre genótipos de sorgo sacarino, por meio de técnicas multivariadas, com base em onze caracteres agroindustriais. Foi utilizado o delineamento alfa - látice 9 x 5 com três repetições e parcela constituída por duas linhas de 5,0 m. As características mensuradas foram: número de dias para o florescimento, altura de planta, diâmetro do colmo, peso de panícula, toneladas de colmos por hectare, teor de sólidos solúveis totais, teor de sacarose, toneladas de brix por hectare, toneladas de pol por hectare, teor de fibra e teor de açúcares totais recuperáveis. A acurácia foi elevada para a maioria dos caracteres, indicando uma boa confiabilidade das informações experimentais. Pelo teste F-Snedecor, detectou-se divergência genética entre os caracteres estudados, com exceção do diâmetro do colmo, demonstrando a possibilidade de sucesso com a seleção. A dissimilaridade genética entre os genótipos foi aferida pela distância generalizada de Mahalanobis, com posterior agrupamento utilizando o método de otimização de Tocher. Os genótipos foram agrupados em quatro grupos, sendo que 86,6% desses alocaram-se no primeiro grupo formado. As linhagens macho-estéreis ficaram em um grupo separado das demais. Destaque para a linhagem 11, que ficou alocada em um grupo isolado, que associou expressões fenotípicas favoráveis para todos os caracteres agroindustriais.

Introdução

Durante a crise energética mundial, causada pela elevação do preço do petróleo, o Brasil começou a pesquisar fontes alternativas de energia. O etanol é responsável por 90% do total dos biocombustíveis produzidos em diferentes partes do mundo (Prabu and Murugesan 2011).

Dentre as culturas com potencial para a produção de etanol destaca-se no cenário nacional a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Outra cultura agrícola relevante nesta cadeia produtiva do etanol, principalmente na entressafra da cana-de-açúcar, é o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), o qual se assemelha à cana-de-açúcar, uma vez que o armazenamento de açúcares se localiza nos colmos. Além disso, o sorgo sacarino apresenta menor exigência de água (Reddy et al. 2005), é cultivado a partir de sementes e o ciclo vegetativo é de 120 a 130 dias.

No programa de melhoramento do sorgo sacarino, de forma análoga ao praticado em outras culturas, tem-se como ponto fundamental a escolha de genitores para então obter populações que associem média alta e com ampla variação genética para os caracteres-alvo a serem observados por ocasião da seleção (Ramalho et al. 2012).

Para a escolha de genitores vários procedimentos tem sido apontados (Ramalho et al. 2012), dentre os quais aqueles baseados em medidas de divergência genética calculadas a partir das performances per se dos genitores. Esse procedimento baseia-se no fato de que a heterose manifestada nos cruzamentos está diretamente relacionada à divergência genética entre os genitores (Falconer and Mackay 1996), além de auxiliar os melhoristas no intuito de concentrar seus esforços somente nas combinações mais promissoras.

- 1 Graduanda em Agronomia - UFLA/Lavras. e-mail: talieissefagundes@yahoo.com.br
- 2 Professor Adjunto do Departamento de Biologia – UFLA/Lavras. e-mail: jarnunes@dbi.ufla.br
- 3 Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo –CNPMs /Sete Lagoas. e-mail: parrella@cnpmis.embrapa.br
- 4 Professor adjunto do Departamento de Agricultura – UFLA/Lavras. e-mail: adriano@dag.ufla.br
- 5 Mestranda do PPG-Genética e Melhoramento de Plantas – UFLA/Lavras. e-mail: nayanorrene@hotmail.com
- 6 Graduanda em Agronomia - UFLA /Lavras. e-mail: gabriellemombardi@hotmail.com

Nos estudos de divergência genética têm sido amplamente empregadas técnicas multivariadas baseadas nas múltiplas informações fenotípicas, relacionando as diferenças fisiológicas, morfológicas e agronômicas dos genitores (Rao et al. 1981, Singh et al. 1981, Cruz 1990).

Ante o exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a divergência genética entre genótipos de sorgo sacarino baseado em caracteres agroindústrias, mediante emprego de técnicas multivariadas.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental situada no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária – Muquém da Universidade Federal de Lavras - UFLA localizada na cidade de Lavras a uma altitude de 918 m, 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste. O município de Lavras está situado ao sul do estado de Minas Gerais, apresenta temperatura média anual de 19,4 °C e a precipitação pluvial média anual de 1.529,7 mm.

Foram avaliados um total de 45 genótipos de sorgo sacarino, sendo 10 linhagens restauradoras de fertilidade (R), três linhagens macho-estéreis (A), 30 híbridos resultantes do cruzamento entre linhagens A e R, além de dois híbridos comerciais.

O experimento foi implantado no delineamento alfa - látice 9 x 5 com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por duas linhas de 5,0 m de comprimento e espaçadas por 0,60 m entre fileiras. As linhagens macho-estéreis foram alocadas em parcelas de quatro linhas de 5,0 m, sendo consideradas apenas as duas linhas centrais como área útil. A população adotada foi de 140.000 plantas ha⁻¹ ocupando uma área total de 1.200 m².

O plantio do experimento foi realizado no mês de novembro de 2012, que coincide com o início do período chuvoso na região sudeste. Os tratos culturais foram os recomendados para a cultura na região.

Foram avaliados os seguintes caracteres agroindustriais: número de dias para o florescimento, altura de planta (m), diâmetro do colmo (mm), peso de panícula (g), toneladas de colmos por hectare (TCH), teor de sólidos solúveis totais (Brix, %caldo), toneladas de brix por hectare (TBH), teor de sacarose (Pol C, %), toneladas de pol por hectare (TPH), teor de fibra (%), teor de açúcares totais recuperáveis (ATR, %).

Os dados foram analisados utilizando o método estatístico da análise de variância. Em virtude da baixa eficiência observada com o delineamento empregado relativo ao delineamento em blocos completos casualizados (DBCC), optou-se por prosseguir com as análises de acordo com este último (DBCC). Para aferição da precisão experimental foi estimada a acurácia seletiva (Resende and Duarte 2007).

A divergência genética entre os genótipos foi estimada a partir da distância generalizada de Mahalanobis (D2) e posterior agrupamento utilizando o método de otimização de Tocher (Cruz and Carneiro 2004). Ademais, foram estimadas as importâncias relativas dos caracteres para a divergência genética total pelo método de Singh (1981).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional genético-estatístico GENES (Cruz 2006).

Resultados e Discussão

Houve diferenças genéticas significativas ($P < 0,05$) para quase a totalidade das características agroindustriais dos genótipos de sorgo sacarino avaliados, com exceção do diâmetro (Tabela 1). A significância pode ser entendida como uma evidência da existência de variabilidade genética entre os genótipos.

A precisão experimental foi verificada pela acurácia, sendo esta elevada para características agroindustriais como: florescimento, altura, TCH, TBH, TPH e fibras, mostrando predominância do componente genético sobre o ambiental. Para a variável panícula foi moderada e para as demais características a acurácia foi alta, confirmando assim o que segundo Resende and Duarte (2007) indicam que houve boa precisão experimental. De acordo com Falconer and Mackay (1996), esta situação é altamente satisfatória visto demonstrar a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor genético.

Tabela 1. Resumo das análises de variância de caracteres agroindustriais mensurados em genótipos de sorgo sacarino. Lavras- MG, 2013.

FV	GL	Quadrados Médios										
		FLOR	ALT	DIAM	P.P.	TCH	BRIX	TBH	Pol C	TPH	FIBRA	ATR
Genótipos	44	55,79**	0,53**	2,48 ^{ns}	58806,4**	355,1**	13,67**	6,2**	9,94**	5,4**	10,89**	703,12**
Erro	88	10,98	0,06	2,75	35533,7	44,4	3,32	0,7	2,28	0,7	1,68	158,94
Média Geral		77,00	2,96	13,80	476	41,20	12,41	3,63	6,19	2,69	13,62	71,09
Mínimo		71	1,32	7,02	50	10,7	7,75	0,66	1,72	0,33	8,00	37,66
Máximo		91	3,94	18,01	1200	76,9	18,38	9,48	11,32	8,03	22,68	115,00
Acurácia		0,90	0,94	-	0,63	0,94	0,87	0,94	0,88	0,94	0,92	0,88

Flor.: número de dias para o florescimento; ALT: altura de planta; DIAM.: diâmetro do colmo; P.P.: Peso da Panícula; TCH: Tonelada de colmo por hectare; BRIX: sólidos solúveis; TBH: Tonelada de BRIX por hectare; Pol C: sacarose; TPH: Tonelada de Pol por hectare; ATR: açúcar total redutor.

* Significativo, pelo teste F a 5% de probabilidade.

** Significativo, pelo teste F a 1% de probabilidade.

^{ns}. Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os métodos de agrupamento reúnem a partir de um grupo heterogêneo, os genótipos mais homogêneos, separando-os em grupos de divergência. O método de agrupamento de Tocher é o mais conhecido e comumente utilizado em programas de melhoramento genético (Cruz et al. 2004). Nesse estudo os 45 genótipos formaram quatro grupos, com 86,6% dos genótipos reunidos no primeiro grupo (Tabela 2).

Pelo agrupamento destaca-se o fato das linhagens macho-estéreis terem sido alocadas em um grupo separado. Estas linhagens caracterizaram-se por apresentarem porte baixo (1,58m), enquanto que as demais linhagens e híbridos apresentaram altura média de 3,05m. Estas linhagens associaram, ainda, baixos teores de brix (9,2%), sacarose (3,5%) e ATR (49%), além da baixa produtividade de colmos (16,5 t/ha). Esses resultados mostram a necessidade de se fazer o melhoramento genético dessas linhagens, especialmente com relação aos teores de açúcares.

A linhagem 11 destacou-se dos demais genótipos avaliados, apresentando teores elevados de brix (16,5%), sacarose (9,5%) e ATR (100,96%). Além disso, esta linhagem exibiu baixo peso de panícula (222 g) e elevada produtividade de colmos (66,8 t/ha).

Em outro grupo ficaram alocados os híbridos experimentais 32 e 42. Pela genealogia observa-se que estes híbridos tiveram em comum a L12 como genitor masculino. Estes associaram elevados valores fenotípicos para os caracteres peso de panícula (674,5g), altura (3,5m) e teor de fibra (20,05%).

Com relação à contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética, observou-se que os caracteres tecnológicos relacionados com os teores de açúcar, bem como aqueles que associaram produção de colmos com os teores de açúcar foram os de maior importância relativa para a divergência, enquanto que os caracteres morfo-agronômicos (diâmetro, peso de panícula e florescimento) apresentam relativamente menor importância. Dentre as características estudadas, os teores de ATR e de sacarose apresentaram as maiores magnitudes de contribuições relativas para a divergência genética total, de 33% e 17%, respectivamente (Figura 1).

Tabela 2. Grupos de similaridade genética formados pelo método de otimização de Tocher com base em onze características agroindustriais avaliadas nos 45 genótipos de sorgo sacarino. Lavras – MG, 2013.

Grupos	Genótipos
1	4L 5L 6L 7L 8L 9L 10L 12L 13L 14H 15H 16H 17H 18H 19H 20H 22H 23H 24H 25H 26H 27H 28H 29H 30H 31H 33H 34H 35H 36H 37H 38H 39H 40H 41H 43H 44HC 45HC
2	32H 42H
3	1ME 2ME 3ME
4	11L

L – linhagem H – híbrido HC – híbrido comercial ME – linhagem macho-estétil

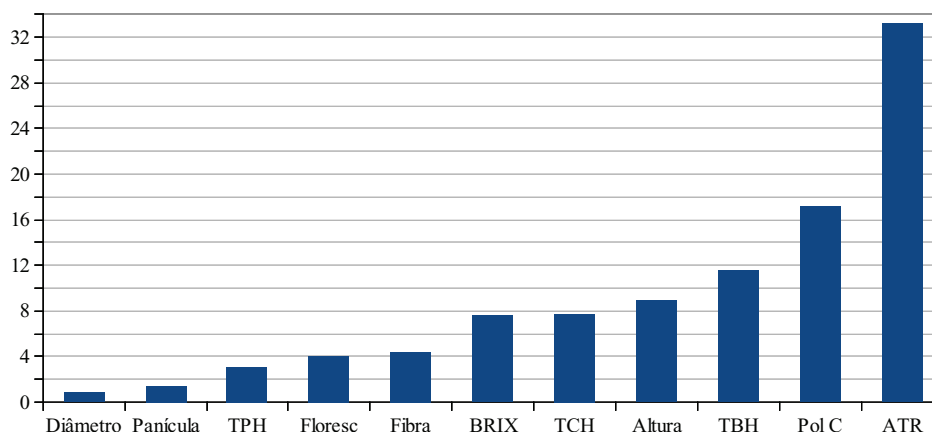


Figura 1. Importância relativa (%) de onze caracteres agroindustriais para a divergência genética entre genótipos de sorgo sacarino.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Embrapa Milho e Sorgo, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio concedido na condução do projeto.

Referências

- Cruz CD (1990) **Aplicações de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Editora ESALQ/USP, Piracicaba, 188p. Tese de Doutorado.
- Cruz CD (2006) **Programa GENES: estatística experimental e matrizes**. Editora UFV, Viçosa, 285p.
- Cruz CD, Regazzi AJ and Carneiro PCS (2004) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 480p.
- Falconer DS and Mackay TFC (1996) **Introduction to quantitative genetics**. Edinburgh: Longman Group Limited, 4 ed, 464p.
- Prabu CS and Murugesan AG (2011) Potential utilization of sorghum field waste for fuel ethanol production employing *Pachysolen tannophilus* and *Saccharomyces cerevisiae*. **Bioresource Technology**: 2788-2792.
- Ramalho MAP, Abreu AFB, Santos JB dos and Nunes JAR (2012) **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Editora UFLA, Lavras, 522p.
- Rao AV, Prasad ASR, Krishna TS, Seshu DV and Srinivasan TE (1981) Genetic divergence among some brown planthopper resistant rice varieties. **India Journal of Genetics and Plant Breeding**: 179-185.
- Reddy BVS, Ramesh S, Reddy PS, Ramaiah B, Salimath PM and Kachapur R (2005) Sweet Sorghum—A Potential Alternate Raw Material for Bio-ethanol and Bio-energy. **Int. Sorghum Millets Newslett**: 79–86.
- Resende MDV and Duarte JB (2007) Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**: 182-194.
- Singh YP, Kumar A. and Chauhan BPS (1981) Genetic divergence in pearl millet. **India Journal of Genetics and Plant Breeding**: 186-190.