

Análise de trilha no volume de caldo em genótipos de sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]¹

Taniele Carvalho de Oliveira², Paulo Ricardo Junges dos Santos³, Maurício Daniel Kolling⁴, Marco Antonio Aparecido Barelli⁵, Flávio Dessaune Tardin⁶, Leonarda Grillo Neves⁷, Claudete Rosa da Silva⁸.

Resumo

O objetivo do trabalho foi desdobrar as correlações genotípicas por meio da análise de trilha em efeitos diretos e indiretos para obter informações sobre quais variáveis estão envolvidas no volume de caldo, em 25 genótipos de sorgo sacarino. O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Recursos Genéticos & Biotecnologia localizado na UNEMAT, Campus de Cáceres-MT. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, onde as parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de 5 m, com espaçamento de 0,8 m entre linhas. Foram avaliados 25 genótipos de sorgo sacarino proveniente do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo. As variáveis analisadas foram: florescimento (FLOR), altura de planta (ALTP), diâmetro do colmo (DC), peso da planta (PP), peso do caldo (PC), volume do caldo (VC) e °brix do caldo (BRX). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e posteriormente realizada a análise de trilha utilizando o programa Genes. O coeficiente de determinação da análise de trilha foi igual a ($R^2 = 0,918$) sugerindo que o volume de caldo de sorgo sacarino, pode ser explicado com base no efeito das variáveis analisadas e efeito residual baixo (0,286), o que reflete a excelente contribuição das variáveis do modelo para a variável básica. Os caracteres estudados diferiram em seu grau de influência direta sobre o volume de caldo. Entretanto, o peso de planta foi o que teve efeito positivo e relativamente alto, o que indica a presença de causa e efeito, esse caráter está relacionado a ganhos no volume de caldo, já o caráter peso de caldo pode ser considerado secundário na influência sobre o volume de caldo.

Introdução

O sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] pertence à família das gramíneas, é originária do continente africano, apresenta ciclo anual, colmos eretos e suculentos com teores de açúcares elevados, altura média de 2,5m, se adapta a diversos ambientes de cultivo, principalmente em regiões com alta temperatura e deficiência hídrica, que são condições desfavoráveis à maioria dos grãos produzidos (Borém 2005; Santos et al. 2005).

O cultivo do sorgo sacarino é uma alternativa economicamente viável para o fornecimento de matéria-prima para destilarias, pois apresenta grande quantidade de açúcares, o que faz dele uma fonte de açúcar e álcool, cerca de 8% inferior a da cana-de-açúcar, com o °brix variando de 16 até 23% e biomassa entre 40-70 t ha⁻¹ (Olivetti and Camargo 1997; Almodares and Hadi 2009).

A associação da produção de caldo de sorgo sacarino com caracteres agrônômicos representa grande significância nos estudos de manejo cultural. Os coeficientes de correlação expressam apenas uma medida de associação, entretanto não permitem conclusões sobre causa e efeito e não possibilitam inferências com

1 Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

2 Mestranda do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UNEMAT, Cáceres, MT. e-mail: tani.ele@hotmail.com

3 Mestrando do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UNEMAT, Cáceres, MT. e-mail: pauloricardojunges@hotmail.com

4 Acadêmico do curso de Agronomia da UNEMAT, Cáceres, MT. e-mail: mauriciokolling@hotmail.com

5 Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Agronomia – UNEMAT, Cáceres, MT. e-mail: mbarelli@unemat.br

6 Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. e-mail: flavio.tardin@embrapa.br

7 Prof^ª. Dr^ª. Adjunta do Departamento de Agronomia - UNEMAT, Cáceres, MT. e-mail: leonardaneves@unemat.br

8 Prof^ª. Pós Doutoranda da Universidade Estadual de Maringá, UEM, Departamento de Agronomia, UNEMAT, Cáceres, MT. e-mail: clararizi@yahoo.com.br

relação ao tipo de associação que o par de caracteres Y/X (Coimbra et al. 2005). A análise de trilha permite o desdobramento das correlações simples nos seus efeitos diretos e indiretos e a ampliação do entendimento das relações de causa e efeito entre as variáveis estudadas (Wright 1921).

Dessa forma, objetivou-se desdobrar as correlações genótípicas por meio da análise de trilha em efeitos diretos e indiretos para obter informações sobre quais variáveis estão envolvidas no volume de caldo, em 25 genótipos de sorgo sacarino.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, na safra 2012/2013 na área experimental do Laboratório de Recursos Genéticos & Biotecnologia localizado na Cidade Universitária do Campus de Cáceres-MT, em condições de sequeiro, o plantio foi realizado no dia 19/12/2012, com desbaste realizado 15 dias após a emergência, deixando uma população de 13.500 plantas. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, onde as parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de 5 m, com espaçamento de 0,8 m entre linhas. Foram avaliados 25 genótipos de sorgo sacarino proveniente do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

As variáveis analisadas foram: florescimento (FLOR): número de dias decorridos do plantio até o ponto em que 50% das plantas da parcela estavam floridas; altura de planta (ALTP): medida da superfície do solo ao ápice da panícula (cm); diâmetro do colmo (DC): medido da superfície do solo com paquímetro digital (mm); peso da planta (PP): média de 8 plantas da parcela pesadas em balança de precisão (kg); peso do caldo (PC): pesado em balança de precisão (kg); volume do caldo (VC): medido em proveta graduada (l) e °brix do caldo (BRIX): determinado em % por refratômetro digital, no caldo extraído em moinho no momento da colheita.

Os dados coletados foram submetidos, à análise de variância e posteriormente a análise de trilha utilizando o programa Genes (Cruz, 2010).

Resultados e Discussão

Por meio da análise de variância (Tabela 1), observa-se que existem diferenças significativas a ($P<0,01$) de probabilidade pelo teste F para as variáveis: florescimento, altura de planta, diâmetro do colmo e °brix, e significativa a ($P<0,05$) para a variável volume de caldo que evidencia variabilidade genética entre os genótipos.

Tabela 1 Resumo da análise de variância conjunta para as características florescimento (FLOR), altura de plantas (ALTP), diâmetro do colmo (DC), peso de planta (PP), peso do caldo (PC), volume do caldo (VC) e °brix (BRIX) em 25 genótipos de sorgo sacarino.

FV	GL	Quadrados médios						
		FLOR (dias)	ALTP (cm)	DC (mm)	PP (kg)	PC (kg)	VC (l)	BRIX (%)
Blocos	2	6,973	0,002	0,700	0,619	12,065	0,358	1,304
Genótipo	24	74,94**	0,252**	5,113**	0,521 ^{ns}	5,663 ^{ns}	0,204*	8,404**
Resíduo	48	5,751	0,019	1,949	0,383	5,780	0,105	2,167
Total	74	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	80,666	2,776	18,592	3,116	2,108	1,654	16,514
CV%	-	2,97	5,02	7,51	19,86	114,01	19,67	8,91

^{ns}: Não significativo. ** e * Significativo a 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Ao observar a análise de trilha na (Tabela 2), o caráter florescimento (FLOR) está correlacionado favoravelmente com o volume de caldo (0,215) e seu efeito direto é negativo (-0,212), a altura de planta (ALTP) apresentou uma correlação expressiva (0,557) com o volume de caldo, porém seu efeito direto é negativo (-0,097), o diâmetro de colmo também apresentou correlação significativa (0,376), entretanto seu efeito direto foi negativo (-0,052), isso indica que tais correlações foram causadas pelos efeitos indiretos. De

acordo com Cruz and Regazzi (1997) os caracteres causais indiretos e significativos, devem ser considerados simultaneamente no processo de seleção.

O peso de planta (PP) apresentou alta correlação positiva (0,899) e efeito direto alto (1,139), os quais evidenciam magnitudes e sinais iguais, o que indica que este caráter pode proporcionar ganho satisfatório no volume de caldo. Nesse caso, a variável PP apresenta maior efeito direto sobre a variável básica, sendo a principal causa de variação no seu rendimento. Segundo Vencovsky and Barriga (1992) quando ocorre uma seleção direta sobre o referido caráter (PP), será eficiente para melhorar o volume de caldo.

Quanto ao peso de caldo (PC), nota-se que está correlacionado favoravelmente com a variável básica (VC), e seu efeito direto é bem expressivo.

O caráter °brix (BIX) apresentou baixa correlação negativa (-0,005) e efeito direto negativo (-0,196) sobre o volume de caldo, indicando sua utilidade quando se pratica a seleção indireta para VC. Não sendo recomendada sua utilização devido aos baixos valores de correlação e efeito direto. Dados que corroboram com Sobreira et al. (2009), que ao estudarem características de conservação pós-colheita de frutos de tomateiro, observaram baixa correlação negativa de teor do sólidos solúveis totais e efeito direto negativo sobre a resistência pós-colheita.

Tabela 2 Efeitos diretos e indiretos das variáveis primárias (FLOR, ALTP, DC, PP, PC e BRIX) sobre a variável básica (VC) em 25 genótipos de sorgo sacarino.

Descrição dos Efeitos		Estimativas das variáveis*					
		DC	PP	PC	BRIX		
FLOR							
ALTP							
Efeito direto	VC	-0,212	-0,097	-0,052	1,139	0,126	-0,196
E f e i t o indireto	Via FLOR	-	-0,056	-0,021	-0,097	0,042	-0,042
	Via ALTP	-0,026	-	-0,032	-0,069	-0,011	-0,052
	Via DC	-0,005	-0,017	-	-0,023	-0,007	-0,009
	Via PP	0,522	0,817	0,495	-	-0,022	0,279
	Via PC	-0,025	0,015	0,018	-0,002	-	0,014
	Via BRIX	-0,039	-0,105	-0,032	-0,048	-0,022	-
Efeito Total		0,215	0,557	0,376	0,899	0,106	-0,005
Determinação (R^2)		0,918					
Efeito residual (ϵ)		0,286					

* VC: volume de caldo de genótipos de sorgo sacarino (l); FLOR: florescimento (dias); ALTP: altura de planta (cm); DC: diâmetro do colmo (mm); PP: peso de planta (kg); PC: peso do caldo (kg) e BRIX: °brix (%).

O coeficiente de determinação da análise de trilha foi igual a ($R^2 = 0,918$) sugerindo que o volume de caldo de sorgo sacarino, pode ser explicado com base no efeito das variáveis analisadas, e o efeito residual baixo (0,286) reflete a excelente contribuição das variáveis do modelo para a variável básica.

De maneira geral, os caracteres estudados diferiram em seu grau de influência direta sobre o volume de caldo. Entretanto, o peso de planta foi o que teve efeito positivo e relativamente alto, o que indica a presença de causa e efeito, esse caráter está relacionado a ganhos no volume de caldo. O caráter peso de caldo pode ser considerado secundário na influência sobre o volume de caldo. A presença de efeitos diretos negativos indica a dificuldade que se tem em selecionar apenas com base no comportamento dos efeitos indiretos.

Em programas de melhoramento é importante identificar dentre os caracteres de alta correlação com a variável básica, aqueles de maior efeito direto em sentido favorável à seleção, de tal forma que a seleção indireta seja eficiente. Os valores obtidos através das correlações entre os genótipos de sorgo sacarino serviram para identificar as variáveis que influenciam no volume de caldo visando à produção de etanol.

Referências

- Almodares A and Hadi MR (2009) Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. **Journal of Agricultural Research 9**: 772-780.
- Borém A (2005) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Editora UFV, Viçosa, 525 p.
- Coimbra et al. (2005) Consequências da multicolienaridade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural 2**: 347-352.
- Cruz CD (2010) **Programa Genes – Versão Windows**. UFV, Viçosa.
- Cruz CD and Regazzi AJ (1997) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, Editora UFV, Viçosa, 390p.
- Olivetti MPA and Camargo AMMP (1997) Aspectos econômicos e desenvolvimento da cultura do sorgo. **Informações Econômicas 1**: 35-48.
- Santos FG, Casela CR and Waquil JM (2005) **Melhoramento de espécies cultivadas**. In: Borém, A. ed. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Editora UFV, Viçosa, p. 605-658.
- Sobreira FM et al. (2009) Análise de trilha em pós-colheita de tomate tipo salada. **Revista Facultad Nacional de Agronomía 1**: 4983-4988.
- Vencovsky R and Barriga P (1992) Genética biométrica no fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**: 383-429.
- Wright S (1921) Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research 3**: 557-585.