

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.4, p.609-616, out.-dez., 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v6i4a1310

Protocolo 1310 - 27/01/2011 \*Aprovado em 21/06/2011

Júlio da S. C. de O. Andrade<sup>1</sup>

Francisco J. de Oliveira<sup>1</sup>

Clodoaldo J. da Anunciação Filho<sup>1</sup>

Luiz J. O. T. de Melo<sup>2</sup>

Odemar V. dos Reis<sup>3</sup>

# Avaliação de progênies em famílias RB na fase inicial do melhoramento genético em cana-de-açúcar

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar famílias de irmãos germanos da série RB07 na fase inicial de seleção (T2) em cana-planta. Os trabalhos experimentais foram conduzidos durante a safra agrícola de 2008/2009, em cana-planta na área agrícola da Usina São José. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se dez famílias. Os resultados evidenciaram que a presença de variabilidade genética oriunda de cruzamentos de irmãos germanos em cana-de-açúcar possibilita a seleção das melhores famílias para a produção de colmos por touceira e Brix na cana. As famílias FA-4 e FA-6 obtidas dos cruzamentos RB92606 x RB92579 e RB855035 x RB855595, respectivamente, apresentaram aos doze meses de idade da cana valores mais altos de Brix com tendência a maturação precoce. A avaliação na fase juvenil da planta não pode identificar diferenças significativas entre caracteres da cana-de-açúcar visando à seleção de famílias.

**Palavras-chave:** Cruzamento biparental, fase juvenil, *Saccharum* spp., seleção.

# Progenies evaluation in RB families in the initial stage of genetic improvement in sugarcane

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate families of full-sib series RB07 in the initial selection stage (T2) in plant cane. The experimental works were conducted during the 2008/2009 agricultural year, in plant cane, at the agricultural area of São José Sugar Mill, Pernambuco, Brazil. The experimental design was made in randomized blocks with four replications, using ten families. Results showed that the presence of genetic variability derived from crosses of full-sibs in sugarcane allows the selection of the best families for production of stems per plant and brix in cane. The families FA-4 and FA-6 obtained from the cross-breedings RB92606 x RB92579 and RB855035 x RB855595, respectively, presented with twelve months of age cane higher brix values with tendency to early maturity. The evaluation in the juvenile stage cannot identify significant differences between cane sugar characters aiming at family selection.

**Key words:** Biparental cross, juvenile stage, *Saccharum* spp., selection.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Área de Fitotecnia, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. Fone: (81) 3320-6244. E-mail: jscoa2@yahoo.com.br; franseol@uol.com.br; cjozeufrpe@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Estação Experimental de Cana-de-Açúcar, Rua Ângela Cristina C. Pessoa de Luna, s/n, CEP 55180-000, Carpina-PE, Brasil. Fone/Fax: (81) 3622-1688. E-mail: luizjose@hotmail.com

<sup>3</sup> Instituto Agronômico de Pernambuco, Av. General San Martin, 1371, Bonji, CEP 50761-000, Recife-PE, Brasil. Caixa Postal 1022. Fone: (81) 3445-2200 Ramal 220. Fax: (81) 3227-4665. E-mail: odemar@ipa.br

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é um produto de destaque no cenário econômico e social brasileiro, e o seu bom desempenho está relacionado aos programas de melhoramento genético, nos quais um dos principais objetivos é desenvolver variedades adaptadas às diversas regiões canavieiras do Brasil (Rosse et al., 2002).

Em cana-de-açúcar, a seleção é praticada em todas as fases do melhoramento genético, desde a escolha dos genitores, passando pela escolha dos cruzamentos, pela seleção na população de indivíduos oriundos dos cruzamentos realizados e nas etapas subsequentes com a seleção clonal. Nas primeiras fases do melhoramento a precisão experimental é muito baixa, não permitindo que a taxa de seleção seja reduzida (Calija et al., 2001).

A segunda fase de seleção no melhoramento da cana-de-açúcar, denominada de T2, é constituída por clones, oriundos da cana-planta da fase T1 (seedlings). No melhoramento genético de plantas, duas fontes de variação têm sido reconhecidas: a variação entre e dentro de famílias. No caso das espécies de propagação vegetativa, como a cana-de-açúcar, a teoria e os resultados experimentais têm mostrado que estas duas fontes de variação são de magnitudes semelhantes (Simmonds, 1996).

As progênies ou famílias são unidades de seleção que podem ser selecionadas ou rejeitadas de acordo com seu valor fenotípico médio. A principal circunstância em que se faz opção pela seleção de família é quando o caráter selecionado apresenta baixa herdabilidade. Valores individuais não são considerados, a não ser pelo fato de que eles determinam as médias das famílias. A eficiência da seleção de famílias baseia-se no fato de que os desvios dos efeitos ambientais dos indivíduos tendem a se anular (Falconer & Mackay, 1996).

Os primeiros estudos de famílias de cana-de-açúcar foram iniciados na Austrália na década de setenta por Hogarth (1971). Os resultados revelaram que o estudo de seleção de famílias pode contribuir para a seleção de parentais e de cruzamentos que visam à obtenção de populações melhoradas (Hogarth, 1971; Kimbeng et al., 2001). A seleção de família é uma estratégia que tem sido utilizada em cana-de-açúcar no início do melhoramento de cana-de-açúcar (Jackson et al., 1995). No entanto, a seleção precoce de famílias se torna eficiente, desde que se concentrem esforços somente nas famílias que se mostrarem mais promissoras (Gopal, 1997; Neele & Louwes, 1989). Os autores Kimbeng & Cox (2003) relatam que a adoção da seleção de famílias tem efeitos positivos para um programa de melhoramento genético de cana-de-açúcar, pois gera informações importantes para se determinar o valor genotípico de cruzamentos, identificando genótipos e clones elites com potenciais para as novas hibridações.

Bressiani (1993) afirma que existem grandes variações nas estimativas de herdabilidade no sentido restrito entre as primeiras fases de seleção em cana-de-açúcar, devido à baixa precisão na determinação do valor médio dos pais, número de cruzamentos envolvidos no estudo e interação entre genótipos e fases de seleção. A grande influência do ambiente

nos genótipos de cana-de-açúcar avaliados nas fases iniciais de seleção é responsável pelas baixas estimativas de herdabilidade encontradas nestas fases (Skinner et al., 1987; Matsuoka et al., 2005).

Os estudos de Skinner et al. (1987) mostraram estimativas de herdabilidade na fase inicial de seleção em cana-de-açúcar variando de 0,30 a 0,44 para diâmetro de colmo, 0,21 a 0,32 para altura de colmo, 0,10 a 0,17 para toneladas de cana por hectare, 0,27 a 0,65 para brix % cana para toneladas de brix por hectare, que foi estimada em 0,16%. Já para Singh et al. (1981), pequenas diferenças nas estimativas de herdabilidade detectadas entre estudos podem ser devidas às diferenças entre os genótipos avaliados, tamanho amostral e ambientes considerados.

O número de colmos por touceira é um dos componentes importantes na produção de colmos, assim sendo, é relevante a adoção de estratégias no sentido de se maximizar a variabilidade genética para tal caráter. Nesse aspecto Vieira & Milligan (1999) observaram que o emprego de maior espaçamento entre plantas maximizou a herdabilidade para o número e altura de colmos por touceira, ao passo que para diâmetro de colmos, o maior espaçamento não apresentou tal efeito. Dentre os caracteres de seleção, o que se mostrou mais promissor a ser considerado na seleção de genótipos foi a altura de planta, apresentando as maiores estimativas de parâmetros genéticos e coeficientes de correlação genética (Pedrozo et al., 2008). Contudo, Moraes (2010) observou que os caracteres toneladas de cana por hectare, toneladas açúcar por hectare, fibra % na cana, pol na cana e Brix na cana apresentaram herdabilidade média favorável ao processo de seleção entre famílias envolvidas.

O Brix na cana é um parâmetro tecnológico que está estreitamente correlacionado ao teor de sacarose da cana. Na revisão realizada por Skinner et al. (1987), os autores concluíram que o Brix é um dos caracteres de maior herdabilidade nas fases iniciais de seleção no melhoramento da cana-de-açúcar. Moraes (2010) avaliando famílias de cana-de-açúcar encontrou resultados com alta significância para o Brix na cana. Contrariando este resultado, Pedrozo et al. (2008) e Silva (2008) não observaram significância para este caráter.

Objetivou-se com este trabalho avaliar famílias de irmãos germanos da série RB07 na fase clonal T2 de seleção em cana-planta.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos experimentais foram realizados durante a safra agrícola de 2008/2009 com cana-planta na área agrícola da Usina São José, localizada no município de Igarassu, no Litoral Norte da Mata de Pernambuco (7°50' 00"S de latitude, 34°54' 30" WGr de longitude e 19,0 m de altitude), em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura argilosa. O plantio foi realizado em outubro de 2008, sendo conduzido sob irrigação complementar. As famílias (Tabela 1) utilizadas foram provenientes da fase denominada T1 (seedlings). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e dez famílias. Cada

parcela experimental foi representada por dois sulcos de 5,0 m de comprimento, espaçados de 1,20 m entre sulco, com 20 plântulas por sulco e área útil total da parcela de 12,0 m<sup>2</sup>.

Durante a condução em campo, na fase clonal denominada de T2, foram efetuadas avaliações aos três, seis e doze meses de idade da cana-planta. No terceiro mês foram avaliados os caracteres número de folhas por planta (NFP), obtido pela contagem das folhas verdes; altura média da planta (AMP), medida em centímetro, a partir do nível do solo até o primeiro calo visível (inserção da folha + 1), de acordo com classificação descrita por Kuijper (Dillewijn, 1952); e número de perfilho por touceira (NPPT), avaliado pela contagem do número total de perfilhos de cada indivíduo. No sexto mês foram avaliados novamente o NFP, AMP e também o diâmetro médio do colmo (DMC), medido com o auxílio de um paquímetro, sendo realizadas no terceiro internódio da base e em sua porção mediana; o Brix da cana (BC), determinado com o auxílio de um refratômetro de campo, retirando-se o caldo da região mediana do colmo em uma amostra de dez colmos; e o número médio de colmo por touceira (NMCP), obtido pela contagem do número total de colmos na parcela. Aos doze meses avaliaram-se o NFP, a AMP, o DMC, o Brix, o NMCP, a toneladas de cana por hectare (TCH), calculada por meio da transformação da massa da parcela em tonelada por hectare e a tonelada de Brix por hectare (TBH), obtida pela expressão  $TCH \times BC/100$ .

A análise de variância foi realizada para todos os caracteres, de acordo com (Gomes, 1990), conforme o modelo matemático fixo a seguir:  $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + e_{ij}$ , em que  $Y_{ij}$  é a observação do  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo bloco;  $\mu$  é a média geral;  $g_i$  é o efeito do  $i$ -ésimo genótipo;  $b_j$  é o efeito do  $j$ -ésimo bloco;  $e_{ij}$  é o componente aleatório. A comparação de média foi efetuada pelo teste Tukey. Para cada caráter foi estimada a variância fenotípica, variância genotípica, variância ambiental, coeficiente de variação experimental, relação do coeficiente de variação genético pelo coeficiente de variação ambiental e herdabilidade ampla, segundo o estabelecido por Vencovsky & Barriga (1992). As análises genético-estatísticas foram processadas através do programa Genes (Cruz, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não detectou diferenças significativas pelo teste F aplicado a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) entre as famílias avaliadas para os caracteres avaliados aos três meses de idade da cana-planta (Tabela 1), indicando nesta fase juvenil a dificuldade na avaliação para a seleção de famílias com base no número de folhas por planta (NFP), altura média de plantas (AMP) e número de perfilhos por touceira (NPPT). Observa-se que o NPPT inicial variou de 8,68 a 13,16 para a FA-6 e FA-5, respectivamente, indicando o potencial na formação de colmos das famílias em questão. A variância genética, o coeficiente de variação genética e herdabilidade média não existem para AMP e NFP e existem em valores muito baixos para NPPT, evidenciando a dificuldade de seleção de indivíduos nessa fase precoce de avaliação de famílias. Ademais, em cana-de-açúcar, o

perfilhamento tem início aos três meses e se intensifica até cinco meses de idade da planta. O coeficiente de variação experimental oscilou de 11,05% para NFP e 20,12% para AMP, sendo considerado baixo e médio, respectivamente.

Na Tabela 2, verifica-se que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as famílias aos seis meses de idade da planta, apenas para o diâmetro médio de colmos (DMC) indicando a existência de variabilidade entre as famílias para esse caráter. A família (FA-2) oriunda do cruzamento RB867515 x RB953114 exibiu maior diâmetro, diferindo estatisticamente das famílias FA-3 e FA-6, igualando-se as demais famílias. Pedrozo et al. (2008), avaliando famílias nas fases iniciais do melhoramento de cana-de-açúcar via modelos mistos, não detectou diferença significativa para esta variável. Contudo, Silva (2008), avaliando genótipos de cana-de-açúcar, encontrou alta correlação genética entre o diâmetro de colmos e peso do colmo, caracteres determinantes na produção de cana. Os coeficientes de variação experimental foram baixos, variando de 4,91% para DMC e 17,35% para NMCT.

Os coeficientes de variação genética variaram de 4,12% para BC a 7,96% para NMCT, indicando variabilidade entre as famílias avaliadas. A herdabilidade ao nível de média de família foi alta para DMC (74,63%) e média para AMC (59,09%) e NFP (54,75%), indicando possibilidades de sucesso na seleção desses caracteres. Neste contexto, os autores Skinner et al. (1987), Bressiani (2001), Matsuoka et al. (2005), relatam que o diâmetro do colmo e número de perfilhos por touceira podem ser considerados de média a alta herdabilidade. Para Resende (2002), a herdabilidade pode ser considerada como de baixa magnitude quando  $h_a^2 < 0,15$ , média entre  $0,15 < h_a^2 < 0,50$  e alta  $> 0,50$ . Os coeficientes de variação experimental oscilaram entre 4,91% e 17,35%, respectivamente para os caracteres DMC e NMCP, sendo considerados de valor baixo e médio. Portanto, a fase juvenil da cana-de-açúcar não se constitui uma estratégia eficiente para a seleção de indivíduos com base em caracteres fenotípicos altamente influenciados pelo ambiente.

Os resultados da Tabela 3 mostram que, aos doze meses de idade da cana-planta, houve diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade para o Brix na cana (BC) e a 1% para número médio de colmo por touceira (NMCP). Este resultado para a variável NMCP foi concordante com o apresentado por Campana et al. (1996). O número de colmo por metro linear juntamente com o peso do colmo são caracteres importantes para a produção de tonelada das canas por hectare (TCH). Como o número de colmos é mais importante na produção do que o diâmetro (Miller, 1977; Milligan et al., 1996), este deve ter prioridade como critério de seleção, ao mesmo tempo considerando como parâmetro de descarte os extremos em termos de diâmetro, pois este também é um caráter de alta repetibilidade (Brown et al., 1968; Mariotti, 1977). Considerando-se a alta produção média de cana por hectare (TCH), em torno de 114,11 t ha<sup>-1</sup>, não foi possível detectar estatisticamente diferenças entre as famílias para esse caráter. Contudo, destacaram-se as famílias FA-2, FA-9 e FA-10 com produtividade superior à média geral das famílias.

O coeficiente de variação experimental oscilou entre 5,43% e 27,44%, respectivamente para NFP e TBH. Quanto ao Brix

**Tabela 1.** Estimativa dos componentes de variância, e parâmetros genéticos e comparação de médias aos três meses de idade da cana-planta para os caracteres altura média da planta (AMP), número de perfilhos por touceira (NPPT) e número de folhas por planta (NFP), avaliados em dez famílias RB07 na fase T2 em cana-planta. PE, 2009

*Table 1. Estimates of the variance components and genetic parameters and means comparison at three month of age of plant cane for the characters plant height (AMP), number of tillers per plant (NPPT) and number of leaves per plant (NFP), evaluated in ten families RB07 on stage T2 in plant cane. Pernambuco, Brazil, 2009*

Famílias	Caracteres		
	AMP (cm)	NPPT	NFP
Feminino x Masculino			
FA-1 (RB92579 x RB855350)	36,63 a	10,75 a	4,29 a
FA-2 (RB867515 x RB953114)	33,42 a	12,05 a	4,11 a
FA-3 (RB83102 x RB855035)	36,39 a	12,13 a	4,69 a
FA-4 (RB92606 x RB92579)	33,24 a	11,27 a	4,72 a
FA-5 (RB83102 x RB855595)	37,41 a	13,16 a	4,49 a
FA-6 (RB855035 x RB855595)	38,02 a	8,68 a	4,56 a
FA-7 (RB855025 x RB863129)	42,18 a	11,66 a	4,62 a
FA-8 (RB867515 x RB95546)	43,26 a	11,68 a	4,92 a
FA-9 (RB946903 x RB863129)	43,50 a	11,27 a	4,52 a
FA-10 (CP88-1540 x RB92579)	37,12 a	11,18 a	4,29 a
Média	38,12	11,38	4,52
QMF	55,35 ns	5,37 ns	0,23 ns
DMS (5%)	18,65	5,17	1,22
CV (%)	20,12	18,68	11,05
$\sigma_f^2$	13,84	1,34	0,06
$\sigma_s^2$	--	0,21	--
$\sigma_e^2$	14,70	1,13	0,06
CVg (%)	--	4,05	--
CVg/CVe	--	0,22	--
$h_a^2$ %	---	15,80	---

RB - República do Brasil, CP - Canal Point

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

ns Não significativo

na cana (BC) verifica-se que a família (FA-4) obtida do cruzamento (RB92606 x RB92579) e FA-6 oriunda do cruzamento (RB855035 x RB855595) mostraram valores maiores, diferindo estatisticamente da FA-9, e se igualaram às outras famílias. Entretanto, como estas famílias apresentaram médias de Brix elevadas aos doze meses de idade da cana, há a possibilidade de se selecionar clones de maturação precoce para o cultivo na Zona da Mata de Pernambuco.

Os resultados de pesquisas indicam que a ação gênica predominante no teor de Brix é aditiva, sendo para os componentes de produção não-aditiva (Hogarth, 1980, Wu et al., 1980). A seleção para Brix nas fases iniciais do melhoramento é um aspecto que também merece ênfase, pois é um dos caracteres de maior grau de determinação genética em cana-de-açúcar (Skinner et al., 1987).

**Tabela 2.** Estimativa dos componentes de variância e parâmetros genéticos, e comparação de médias aos seis meses de idade da cana-planta para os caracteres altura média de colmos (AMC), diâmetro médio de colmos (DMC), número médio de colmos por touceira (NMCT), número de folhas por planta (NFP) e Brix na cana (BC), avaliados em dez famílias RB07 na fase T2 em cana-planta. PE, 2009

*Table 2. Estimates of the variance components and genetic parameters and means comparison at six month of age of plant cane for the characters average stalk height (AMC), average stalk diameter (DMC), average stalk number per plant (NMCT), number of leaves per plant (NFP) and brix in cane (BC), evaluated in ten families RB07 on stage T2 in plant cane. Pernambuco, Brazil, 2009*

Famílias e parâmetros genéticos	Caracteres				
	AMC (dm)	DMC (mm)	NMCT (cm)	NFP	BC (%)
FA-1	15,3a	255,7abc	8,08a	6,9a	10,05a
FA-2	16,0a	270,9a	7,53a	6,84a	9,42a
FA-3	17,9a	228,6c	8,96a	7,33a	10,71a
FA-4	16,2a	254,1abc	9,16a	6,24a	10,72a
FA-5	15,6a	245,2abc	9,53a	6,52a	10,98a
FA-6	16,9a	235,3bc	9,67a	7,78a	11,54a
FA-7	18,1a	257,1abc	8,79a	7,69a	10,57a
FA-8	16,6a	250,9abc	8,89a	6,85a	10,52a
FA-9	15,5a	244,6abc	6,93a	7,21a	9,92a
FA-10	17,0a	258,6ab	10,39a	6,94a	11,56a
Média	16,5	250,1	8,79	7,03	10,60
QMF	0,04ns	5,94**	4,29ns	0,93ns	1,84ns
DMS (5%)	0,31	2,99	3,71	1,58	2,53
CV (%)	7,66	4,91	17,35	9,23	9,80
$\sigma_f^2$	0,01	1,49	1,07	0,23	0,46
$\sigma_s^2$	0,006	1,11	0,49	0,13	0,19
$\sigma_e^2$	0,004	0,38	0,58	0,10	0,27
CVg (%)	4,60	4,21	7,96	5,08	4,12
CVg/CVe	0,60	0,86	0,46	0,55	0,42
$h_a^2$ %	59,09	74,63	45,72	56,52	41,44

(\*\*) Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, ns Não significativo

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste Tukey a 1% de probabilidade

A família (FA-6) obteve o maior valor para o número médio de colmos por touceira (NMCT), diferindo significativamente da FA-2 e FA-9, indicando a possibilidade de seleção dessa família. Em cana-de-açúcar a produção de colmos constitui um componente importante para a produção de cana.

A variância ambiental (Tabela 4) para tonelada de cana por hectare (TCH) foi superior à variância fenotípica, indicando alta influência do ambiente na expressão do componente genético que foi nula. O maior valor em magnitude de herdabilidade ampla foi exibido pelo NMCT (75,87%), seguido pelo BC, com 55,29%, NFP, com 49,16%, e AMC, com 13,85%. Assim, haveria a possibilidade de seleção de indivíduos, aos doze meses, dentro das famílias FA-9 para NMCT; FA-4 e FA-6 para BC. O baixo valor de herdabilidade ampla para a variável AMC

indica dificuldade para a seleção desta variável, visto que há predominância do componente ambiente atuando nessa variável. Diversos autores relatam que estes caracteres podem ser considerados de alta herdabilidade, sendo considerados importantes e normalmente utilizáveis em uma seleção individual (Skinner et al., 1987; Bressiani, 2001; Jackson & Mcrae, 2001; Matsuoka et al., 2005; Jackson, 2005). Ademais, os autores Bressiani (2001), Kimbeng & Cox (2003) e Barbosa et al. (2004), avaliando famílias de cana-de-açúcar, relatam que as variáveis de baixa herdabilidade, como as de produtividade (TCH e TBH), são importantes caracteres a serem considerados nas fases iniciais de um programa de melhoramento em cana-de-açúcar.

De maneira geral, observou-se a presença de variabilidade genética para as variáveis Brix na cana (BC), número de médio de colmos por touceira (NMCT) e toneladas de cana por hectare (TCH), respectivamente com valores de coeficiente de variação genética (CVg) de 3,36%, 8,41% e 12,05% (Tabela 4). Estes resultados evidenciam a possibilidade de seleção de famílias com base nestas características, devido à presença de variabilidade genética. As herdabilidades no sentido amplo foram de alta magnitude para BC e NMCT e de valor médio para TCH. O coeficiente de variação genética foi baixo para AMC (1,17%) indicando baixa variabilidade para este caráter na população avaliada.

Os resultados de estudos em famílias na fase T2 por Pedrozo et al. (2008) concluíram que a produção estimada de colmos apresentou alta correlação com o caráter toneladas de colmos por hectare (TCH), constituindo-se uma alternativa de seleção indireta para a produtividade de colmos. Na revisão

da literatura realizada por Skinner et al. (1987) se observa estimativas de herdabilidade ampla em nível de plantas individuais e de famílias de cana-de-açúcar, em fase inicial da seleção de baixa magnitude, para os caracteres de produção de colmos (TCH), produção de Brix (TBH), número, diâmetro e altura de colmo. Além do mais, os resultados das pesquisas em diversos países mostram que os coeficientes de herdabilidade sofrem grandes variações de acordo com a população e com as fases de seleção consideradas.

Em estudos realizados por Hogarth et al. (1981), em cana-de-açúcar, para o volume e o número de colmos, a variância dominante mostrou-se importante, sendo a epistática predominante no diâmetro de colmos, e novamente sendo a variância aditiva importante no Brix. Com relação à produção de colmos por hectare (TCH), a variância dominante tem se mostrado de mesma magnitude que a aditiva, sendo a variância epistática predominante no peso de colmos, em Brix e no número de colmos por touceira, e novamente a variância aditiva predominou (Hogarth, 1977). Por ser a cana-de-açúcar uma espécie que permite a propagação clonal, toda variância genética pode ser explorada, seja ela aditiva, dominante ou epistática (Souza Jr., 1989, 1995).

Os resultados dessa pesquisa indicam haver variabilidade genética entre as famílias de irmãos germanos, sendo possível selecionar as melhores famílias com base nestas características de produtividade, podendo ser uma estratégia a ser adotada em estágios iniciais na seleção de T2. Barbosa et al. (2005), ao realizarem a seleção de famílias e genitores em ciclo de cana-soca, relatam a importância da seleção de famílias superiores para caracteres de baixa herdabilidade, como TCH,

Tabela 3. Estimativa dos componentes de variância e comparação de médias aos doze meses de idade da cana-planta para diâmetro médio de colmos (DMC), número médio de colmos por touceira (NMCT), altura média de colmos (AMC), número de folhas por planta (NFP), toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de Brix por hectare (TBH) e Brix na cana (BC), avaliados em dez famílias RB07 na fase T2 em cana-planta. PE, 2009

Table 3. Estimates of the variance components and means comparison at twelve months of age in plant cane plant for average culms diameter (DMC), average culms number per plant (NMCT), mean culms height (AMC), leaves number per plant (NFP), tons of cane per hectare (TCH), brix tons per hectare (TBH) and brix in cane (BC), evaluated in ten families RB07 in stage T2 in sugarcane plant. Pernambuco, Brazil, 2009

Família (FA)	Caracteres						
	DMC (mm)	NMCT	AMC (dm)	NFP	TCH (t/ha)	TBH (t/ha)	BC (%)
FA-1	225,8 a	8,66 abc	279,8 a	8,13 a	92,86 a	8,65 a	18,65 ab
FA-2	251,3 a	7,32 c	264,8 a	7,74 a	130,36 a	11,60 a	18,00 ab
FA-3	231,3 a	9,14 abc	279,9 a	8,08 a	110,71 a	10,22 a	18,25 ab
FA-4	232,3 a	9,16 abc	274,4 a	8,54 a	110,71 a	10,77 a	19,38 a
FA-5	233,3 a	9,39 ab	276,4 a	7,61 a	98,21 a	9,05 a	18,48 ab
FA-6	222,3 a	9,88 a	278,2 a	7,80 a	112,50 a	11,25 a	19,40 a
FA-7	227,0 a	9,24 abc	275,6 a	8,33 a	116,07 a	10,96 a	18,75 ab
FA-8	234,3 a	8,23 abc	267,5 a	7,65 a	108,93 a	10,40 a	19,05 ab
FA-9	243,0 a	7,52 bc	297,6 a	8,14 a	126,79 a	10,39 a	16,50 b
FA-10	246,0 a	9,40 ab	278,3 a	8,08 a	133,93 a	12,24 a	18,04 ab
Média	234,6	8,80	277,2	8,01	114,11	10,55	18,49
QMF	3,49ns	2,88**	3,06ns	0,37ns	701,38 ns	4,74 ns	2,79*
DMS (5%)	3,49	2,03	3,95	1,06	70,56	7,04	2,72
CV(%)	8,17	9,48	5,86	5,43	25,42	27,44	6,05

(\* e \*\*) Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, ns Não significativo

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente, pelo teste Tukey a 5 e 1% de probabilidade

**Tabela 4.** Estimativa dos parâmetros genéticos aos doze meses de idade da cana-planta para diâmetro médio de colmos (DMC), número médio de colmos por touceira (NMCT), altura média de colmos (AMC), número de folhas por planta (NFP), toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de Brix por hectare (TBH) e Brix na cana (BC), avaliados em dez famílias RB07 na fase T2 em cana-planta. PE, 2009

**Table 4.** Estimates of the genetic parameters at twelve months of age in plant cane plant for average culms diameter (DMC), average culms number per plant (NMCT), mean culms height (AMC), leaves number per plant (NFP), tons of cane per hectare (TCH), brix tons per hectare (TBH) and brix in cane (BC), evaluated in ten families RB07 in stage T2 in sugarcane plant. Pernambuco, Brazil, 2009

Parâmetro genético	Caracteres						
	DMC (mm)	NMCT	AMC (dm)	NFP	TCH (t/ha)	TBH (t/ha)	BC (%)
$\sigma_f^2$	0,87	0,72	0,77	0,09	175,35	1,18	0,70
$\sigma_s^2$	--	0,55	0,11	0,04	-	--	0,39
$\sigma_e^2$	0,92	0,17	0,66	0,05	201,40	2,10	0,31
CVg (%)	--	8,41	1,17	2,67	-	--	3,36
CVg/CVe	--	0,89	0,20	0,49	-	--	0,56
$h_a^2$ %	--	75,87	13,85	49,16	-	--	55,29
Transf. dados	--	$\sqrt{x+0,5}$	--	$\sqrt{x+0,5}$	--	--	--

pois em famílias superiores haveria maior probabilidade de se encontrar genótipos elites para estas características de seleção. A variância genética entre as famílias observadas para TCH pode ser explicada pela presença dos efeitos genéticos aditivos como também pelos efeitos genéticos de dominância, conforme afirmam Bastos et al. (2003) e Barbosa et al. (2005). Bressiani (2001) reporta que a eficiência do melhoramento de uma espécie vegetal irá depender da quantidade de variabilidade existente na população base a ser explorada, da herdabilidade do caráter a ser melhorado e da extensão do ganho genético deste caráter selecionado. Além do mais, Skinner et al. (1987) citam que nas fases iniciais do melhoramento, a seleção é mais efetiva para Brix e resistência a carvão e ferrugem, e a seleção com base em médias de famílias é mais efetiva que a de plantas individuais para caracteres de baixa herdabilidade.

## CONCLUSÕES

A presença de variabilidade genética oriunda de cruzamentos de irmãos germanos em cana-de-açúcar possibilita a seleção das melhores famílias para a produção de colmos por touceira e Brix na cana. As famílias (FA-4 e FA-6), obtidas dos cruzamentos RB92606 x RB92579 e RB855035 x RB855595, respectivamente, apresentaram aos doze meses de idade da cana valores mais altos de Brix com tendência a maturação precoce.

Na fase juvenil da planta, não é possível identificar diferenças significativas entre caracteres da cana-de-açúcar visando à seleção de famílias.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar da RIDESA pelo financiamento da pesquisa, à EECAC e usina São José pela viabilização e execução da pesquisa, e

aos colegas João de Andrade Dutra Filho e Wagner Dias de Araújo pela ajuda na coleta dos dados de campo.

## LITERATURA CITADA

- Barbosa, M.H.P.; Resende, M.D.V.; Bressiani, J.A.; Silveira, L.C.I.; Peternelli, L.A. Selection of sugarcane families and parents by REML/BLUP. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.5, n.4, p.443-450, 2005.
- Barbosa, M.H.P.; Resende, M.D.V.; Peternelli, L.A.; Bressiani, J.A.; Silveira, L.C.I.; Silva, F.L.; Figueiredo, I.C.R. Use of REML/BLUP for the selection of sugarcane families specialized in biomass production. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.4, n.2, p.218-226, 2004.
- Bastos, I.T.; Barbosa, M.H.P.; Cruz, C.D.; Burnquist, W.L.; Bressiani, J.A.; Silva, F.L. Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. *Bragantia*, v.62, n.2, p.199-206, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052003000200004>
- Bressiani, J.A. Herdabilidade e repetibilidade na cultura da cana-de-açúcar. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1993. 66p. Dissertação Mestrado.
- Bressiani, J.A. Seleção sequencial em cana-de-açúcar. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, 2001. 133p. Tese Doutorado.
- Brown, A.H.D.; Daniels, J.; Latter, B.D.H. Quantitative genetics of sugarcane. I. Analysis of variation in a commercial hybrid sugarcane population. *Theoretical Applied Genetic*, v.38, n.8, p.361-369, 1968. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00934169>
- Calija, V.; Higgins, A.J.; Jackson, P.A. Bieling, L.M.; Coomans, D. An operations research approach to the problem of the sugarcane selection. *Annals of Operations Research*, v.108, n.1-4, p.123-142, 2001. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1016054911470>
- Campana, M.P.; Alvarez, R.; Silva, M.A.; Landell, M.G.A.; Zimback, L. Figueiredo, P.; Silvarolla, M.B.; Bolonhez, D. Melhoramento da cana-de-açúcar: XI Ensaios de clones

- provenientes de hibridações realizadas em 1982 e selecionadas na Região de Jaú (SP). *Bragantia*, v.55, n.2, p.245-252, 1996. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051996000200006>
- Cruz, C.D. Programa Genes - Diversidade genética. Viçosa: Editora UFV, 2008. v. 1. 278p.
- Dillewijn, C. V. Botany of sugarcane. Waltham: The Chronica Botanica, 1952. 371p.
- Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C. (Ed.) Introduction to quantitative genetics. 4.ed. New York: Longman, 1996. 464p.
- Gomes, F.P. Curso de estatística experimental. 12.ed. Piracicaba: ESALQ, 1990. 468p.
- Gopal, J. Progeny selection for agronomic characters in early generations of potato breeding programme. *Theoretical and Applied Genetic*, v.95, n.1-2, p.307-311, 1997. <http://dx.doi.org/10.1007/s001220050564>
- Hogarth, D.M. Quantitative inheritance studies in sugarcane. III. The effect of competition and violation of genetic assumptions on estimation of genetic variance components. *Australian Journal of Agriculture Research*, v.28, n.2, p.257-268, 1977. <http://dx.doi.org/10.1071/AR9770257>
- Hogarth, D.M. Quantitative inheritance studies in sugarcane. II. correlations and predicted responses to selection. *Australian Journal of Agriculture Research*, v.22, n.1, p.103-109, 1971. <http://dx.doi.org/10.1071/AR9710103>
- Hogarth, D.M. The effect of accidental selfing on the analysis of a diallel cross with sugar cane. *Euphytica*, v.29, n.3, p.737-746, 1980. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00023220>
- Hogarth, D.M.; Wu, K.K.; Heinz, D.J. Estimation genetic variance in sugarcane using a factorial cross design. *Crop Science*, v.21, n.1, p.21-25, 1981. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100010006x>
- Jackson, P.A. Breeding for improved sugar content in sugarcane. *Field Crops Research*, v.92, n.2-3, p.277-290, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.024>
- Jackson, P.A.; McCrae, T.A. Selection of sugarcane clones in small plots: effects of plot size and selection criteria. *Crop Science*, v.41, n.2, p.315-322, 2001. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2001.412315x>
- Jackson, P.A.; McCrae, T.A.; Hogarth, D.M. Selection of sugarcane families across variable environments. I. Sources of variation and an optimal selection index. *Field Crops Research*, v.43, n.2/3, p.109-118, 1995. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-4290\(95\)00039-S](http://dx.doi.org/10.1016/0378-4290(95)00039-S)
- Kimbeng, C.A.; Cox, M.C. Early generation selection of sugarcane families and clones in Australia: a review. *Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists*, v.23, p.20-39, 2003.
- Kimbeng, C.A.; Froyland, D.A.; Corcoran, A.; Hetherington, M. An appraisal of early generation selection in the central Queensland sugarcane improvement program. In: Conference of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, 23., 2001, Brisbane. Proceedings... Brisbane: ASSCT, 2001. p.129-135.
- Mariotti, J.A. Sugarcane clonal selection research in Argentina. A review of experimental results. In: Congress of International Society of Sugar Cane Technology, 16., 1977, São Paulo. Proceedings... São Paulo: International Society of Sugar Cane Technology, 1977. p.121-136.
- Matsuoka, S.; Garcia A.A.F.; Arizono, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: Borém, A. (Ed.) Melhoramento de espécies cultivadas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: Editora da UFV, 2005. p.205-251.
- Miller, J.D. Combining ability and yield component analysis in a five-parent diallel cross in sugarcane. *Crop Science*, v.17, n.4, p.545-547, 1977. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1977.0011183X001700040016x>
- Milligan, S.B.; Martin, F.A.; Gravois, K.A. Inheritance of sugarcane ratooning ability and relationship of younger traits to crop traits. *Crop Science*, v.36, n.1, p.45-50, 1996. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600010008x>
- Moraes, M. F.; Bastos, G.Q.; Anunciação Filho, C.J.; Melo, L.J.O.T.; Reis, O.V. Avaliação agroindustrial e parâmetros genético de progênies de cana-de-açúcar em fase inicial na Zona Canavieira do Litoral Norte de Pernambuco. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.5, p.1086-1092, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000500002>
- Neele, A.E.F.; Louwes, K.M. Early selection for chip quality and dry matter content in potato seedling populations in greenhouse or screenhouse. *Potato Research*, v. 32, n.30, p.293-300, 1989. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02357841>
- Pedrozo, C.A.; Barbosa, M.H.P.; Resende, M.D.V.; Peternelli, L.A.; Costa, P.M.A.; Silva, F.L. Eficiência da seleção em fases iniciais do melhoramento da cana-de-açúcar. *Revista Ceres*, v. 55, n.1, p.1-8, 2008.
- Resende, M.D.V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.
- Rosse, L.N.; Vencovsky, R.; Ferreira, A. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.1, p.25-32, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000100004>
- Silva, G. C. Seleção de clones RB de cana-de-açúcar no Litoral Sul da Zona da Mata de Pernambuco utilizando técnicas multivariadas. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. 109p. Dissertação Mestrado.
- Simmonds, N.W. Family selection in plant breeding. *Euphytica*, v.90, n.2, p.201-208, 1996. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00023859>
- Singh, H.N.; Singh, S.B.; Singh, T.K. Selection parameters in sugarcane. *Indian Journal Agricultural Sciences*, v.51, n.8, p.562-566, 1981.
- Skinner, J.C.; Hogarth, D.M.; Wu, K.K. Selection methods, criteria and indices. In: Heinz, D.J. (Ed.). Sugarcane improvement through breeding. Amsterdam: Elsevier, 1987. p.409-453.
- Souza Jr., C.L. Componentes da variância genética e suas implicações no melhoramento vegetal. Piracicaba: FEALQ, 1989. 134p.
- Souza Jr., C.L. Melhoramento de espécies de reprodução vegetativa. Piracicaba: E-SALQ/USP, 1995. 41p.
- Vencovsky, R.; Barriga, P. Genética biométrica no melhoramento. Ribeirão Preto: SBG, 1992. 496p.
- Vieira, S.O.; Milligan, S.B. Intra-row plant spacing and family x environment interaction effects on sugarcane family evaluation. *Crop Science*, v.39, n.2, p.358-364, 1999. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900020009x>

Wu, K.K.; Heinz, D.J.; Meyer, H.K.; Ladd, S.L. Combining ability and genitor evaluation in five selected clones of sugarcane (*Saccharum* spp) hybrids. Theoretical

Applied Genetic, v.56, n.6, p.241-244, 1980.  
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00282565>