

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.3, p.432-439, jul.-set, 2011

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

Protocolo 1045 – 27/07/2010 \*Aprovado em 29/03/2011

DOI:10.5039/agraria.v6i3a1045

João A. Dutra Filho<sup>1</sup>

Luiz J. O. T. de Melo<sup>1</sup>

Djalma E. Simões Neto<sup>1</sup>

Clodoaldo J. Anunção Filho

Gerson Q. Bastos

Edelclaiton Daros

# Seleção de progênies e correlação de componentes de produção em cana-de-açúcar

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho selecionar progênies de cana-de-açúcar com base no desempenho agroindustrial e correlacionar caracteres agroindustriais. O experimento foi conduzido na Usina São José, município de Igarassu – PE, durante o ano agrícola 2008/2009. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com cinco repetições, as variáveis analisadas foram: toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigida (PCC), açúcar total recuperável (ATR), toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>), teor de sólidos solúveis (BRIX) e número de colmos por metro linear (NCM). Realizaram-se a análise de variância e estimativa de parâmetros genéticos. Para a correlação de caracteres utilizaram-se o coeficiente de correlação de Pearson e as correlações parciais. O Teste F revelou significância e alta estimativa de herdabilidade de média magnitude para as variáveis TCH, TPH e ATR t ha<sup>-1</sup>, indicando possibilidade de sucesso na seleção com base nesses caracteres. Os valores expressos pelos coeficientes de correlação utilizados no presente trabalho sugerem que a prática de seleção com base nos caracteres NCM e BRIX contribui indireta e significativamente para o aumento na produtividade de cana e de açúcar por hectare.

**Palavras chave:** associação de caracteres, desempenho agroindustrial, melhoramento genético, *Saccharum* spp

## Selection of progenies and correlation of production components in sugarcane

## ABSTRACT

This study aimed to select progenies of sugarcane based on agroindustrial performance and to correlate agroindustrial characters. The experiment was carried out at the Usina São José, Igarassu, Pernambuco, Brazil, during the 2008/2009 crop year. The experiment was conducted in a completely randomized block design, with five replications. The analyzed variables were: tons of cane per hectare (TCH), tons of pol per hectare (TPH), corrected pol % (CP), soluble solid content (BRIX), the total recoverable sugar (TRS), tons of recoverable sugar per hectare (TRS t ha<sup>-1</sup>) and stalk number per meter (SNM). The variance analysis and genetic parameters estimate were performed. To correlate the characters, Pearson's correlation coefficient and the partial correlations were used. The F test showed significance and high estimate of mean heritability for the variables TCH, TPH and TRS t ha<sup>-1</sup>, indicating the possibility of successful selection based on those characters. The values expressed by the correlation coefficients used in this study suggest that the practice of selection based on the characters SNM and BRIX contributes indirectly and significantly to cane and sugar productivity per hectare.

**Key words:** combination of characters, agroindustrial performance, genetic improvement, *Saccharum* spp

<sup>1</sup> Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Carpina (EECAC/UFRPE), Rua Ângela Cristina C. Pessoa de Luna, s/n, CEP 55810-700, Carpina-PE, Brasil. Fone: (81) 3622-0353. Fax: (81) 3622-1688. E-mail: filho-dutra@ig.com.br; luizjose@hotmail.com; desn@oi.com.br

<sup>2</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) 3302-1244. E-mail: cjose@depa.ufrpe.br; bastosgq@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Rua dos Funcionários, 1534, Juvevê, CEP 80001-970, Curitiba-PR, Brasil. Caixa Postal 2959. Fone: (41) 3505606. E-mail: ededaros@ufpr.br

## INTRODUÇÃO

Nas primeiras etapas do melhoramento genético da cana-de-açúcar a precisão experimental é muito baixa devido à escassez de material propagativo, não permitindo que a taxa de seleção seja reduzida; em contrapartida, nas fases posteriores à medida que se aumenta a quantidade de material propagativo, aumenta-se a número de repetições e, consequentemente, a precisão experimental (Calija et al., 2001). Uma alternativa bastante viável para contornar esta situação seria a seleção baseada na média das progênies, utilizando as progênies como unidades de repetição. De acordo com Matsuoka et al. (2005), na fase inicial do melhoramento da cana-de-açúcar, denominada de fase T1, a seleção realizada entre progênies é superior àquela realizada entre plantas individuais, devendo-se proceder à seleção com base na média das progênies.

Quando objetiva-se selecionar progênies superiores para as fases subsequentes de seleção até a obtenção de uma nova variedade, esta avaliação deve ser realizada com base nos caracteres de interesse à agroindústria canavieira.

A eficiência deste processo de seleção baseia-se no fato de que os desvios dos efeitos ambientais tendem a se anularem. Assim, a média fenotípica da família aproxima-se da média genotípica e as vantagens obtidas serão maiores quando a herdabilidade for baixa (Falconer & Mackay, 1996). Além disso, esta metodologia pode contribuir também para a seleção de parentais e para predizer cruzamentos superiores em que se pretende obter populações melhoradas e aumentar as chances de obtenção de clones elites (Skinner et al., 1987).

De acordo com Pedrozo et al. (2008), a seleção com base na média das progênies tem sido empregada com sucesso pelos fitomelhoristas canavieiros quando se deseja selecionar caracteres de baixa herdabilidade. Caracteres tidos como importantes componentes de produção em cana-de-açúcar, mas que apresentam baixa herdabilidade, tiveram valores elevados quando a seleção foi praticada com base na média das progênies. Oliveira et al. (2008), ao selecionarem progênies superiores em cana-de-açúcar para a produção de biomassa, observaram que a herdabilidade individual para a variável toneladas de cana por hectare (TCH) apresentou baixa magnitude, tendo um valor estimado em torno de 22%, em contrapartida, ao estimarem a herdabilidade em nível de progênies, para a mesma variável, obtiveram um valor de 73%.

Assim sendo, a seleção massal na fase T1 deve ser empregada nas progênies que apresentam médias fenotípicas superiores e valores elevados em relação aos coeficientes de herdabilidade, sendo efetiva para identificar quais delas teriam a maior proporção de clones elites a serem selecionados para as fases clonais. (Kimbeng & Cox 2003).

Quando os caracteres agroindustriais considerados num processo de seleção apresentam baixa herdabilidade, além da seleção baseada na média das progênies, outra estratégia amplamente utilizada para maximizar a eficiência deste processo é a correlação entre caracteres (Pedrozo et al., 2009). Visto que, se dois caracteres apresentam correlação genética favorável, é possível obter ganhos para um por meio da seleção indireta no outro associado (Silva et al., 2009).

Por meio da correlação de Pearson pode-se obter o grau de associação linear entre duas variáveis, entretanto ela pode não expressar a medida real de causa e efeito, pois uma correlação satisfatória entre duas variáveis pode ser resultado do(s) efeito(s) de outra(s) (Ferreira et al., 2007). Sugere-se, então, a estimativa do coeficiente de correlação parcial, pois, por meio dela, pode-se quantificar a relação existente entre duas variáveis, depois de removidos os efeitos de outras (Cruz & Regazzi, 1994).

Com este trabalho objetivou-se selecionar progênies de cana-de-açúcar com base no desempenho agroindustrial e quantificar a relação existente entre caracteres tidos como importantes componentes de produção por meio da correlação de Pearson e da correlação parcial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na zona canavieira do Litoral Norte de Pernambuco na área agrícola da Usina São José, município de Igarassu, Engenho D'água, com coordenadas geográficas 07°50' S e 35°54' W e altitude de 19 m, durante o ano agrícola 2008/2009. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições. Foram avaliadas cinco progênies, constituídas de 100 indivíduos cada, oriundas de cruzamentos biparentais entre os seguintes genótipos: 1.RB855035 x RB855595, 2.RB867515 x RB953114, 3.RB83102 x RB855035, 4.RB855025 x RB863129 e 5.RB83102 x RB855595.

As cariópses oriundas desses cruzamentos foram semeadas em caixas de polietileno contendo substrato de torta de filtro e cinza na proporção de 3:1 em casa de vegetação na Estação Experimental de cana-de-açúcar do Carpina (EECAC/UFRPE). Dez dias após o semeio as caixas foram transportadas ao estaleiro para aclimação. Após 90 dias os seedlings foram transplantados para garrafas pet contendo o mesmo substrato, e 180 dias após o transplantio, com os colmos já formados, os indivíduos que constituem as progênies em apreço foram cortados e plantados na área agrícola da usina supracitada, tendo cada indivíduo quatro gemas por colmo.

Cada parcela experimental foi constituída por 4 sulcos (linhas) de 5 m de comprimento, espaçados de 1 m, com 5 indivíduos por sulco com espaçamento de 1 m entre indivíduos, totalizando 20 indivíduos por parcela. As correções de pH do solo e adubações do campo foram realizadas conforme o sistema de produção canavieira da empresa agroindustrial. O corte foi realizado no décimo quinto mês. As variáveis analisadas foram: toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigida (PCC), açúcar total recuperável (ATR) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>), teor de sólidos solúveis (BRIX) e números de colmo por metro (NCM).

A produtividade por área (TCH) foi estimada efetuando-se a pesagem, em kg, de todos os colmos da parcela, transformando-os posteriormente em TCH por meio da seguinte equação (Peso total da parcela x 10 / área útil da parcela em m<sup>2</sup>). A variável toneladas de pol por hectare (TPH)

foi obtida por meio da expressão (TCH x PCC / 100). O teor de sólidos solúveis (BRIX) foi mensurado com refratômetro de laboratório, representado por uma leitura de amostra homogênea do caldo de dez colmos retirados ao acaso de cada parcela. A variável toneladas de açúcar total recuperável por hectare foi estimada por meio da seguinte expressão: (TCH x ATR) / 1000. Por fim, o número de colmos por metro (NCM) foi obtido pela razão entre o número de colmos industrializáveis por parcela e o comprimento da parcela. Para a obtenção da variável ATR seguiu-se a metodologia proposta por Fernandes (2003).

A análise de variância foi realizada segundo a metodologia descrita por Gomes (1990), de acordo com o modelo matemático:  $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + e_{ij}$ , em que:  $Y_{ij}$  = observação do  $i$ -ésima progênie no  $j$ -ésimo bloco;  $\mu$  = média geral;  $g_i$  = efeito do  $i$ -ésima progênie;  $b_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco;  $e_{ij}$  = erro experimental.

Os resultados da análise de variância foram obtidos através do esquema apresentado na Tabela 1.

Os blocos e os tratamentos avaliados foram considerados de efeito aleatório; desta forma, as esperanças dos quadrados médios foram obtidas segundo o modelo aleatório (Tabela 2).

As médias foram agrupadas pelo Teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade ( $p < 0,01$ ). Os componentes da variância e os parâmetros genéticos foram estimados de acordo com a metodologia apresentada por Cruz & Regazzi (1994),

**Tabela 1.** Esquema representativo para a obtenção dos resultados referentes a análise de variância em experimento conduzido na Zona Canavieira do Litoral Norte de Pernambuco

**Table 1.** Representative scheme for obtaining the results of the variance analysis in the experiment conducted at the Zona Canavieira region of the North Coast of the state of Pernambuco, Brazil

FV	GL	SQ	QM	F
Blocos	r-1	SQB	QMB	
Progênies	g-1	SQP	QMP	QMP/QMR
Resíduo	(r-1)(g-1)	SQR	QMR	
Total	gr-1	SQTo		

$$\text{Média} = m/m \text{ CV\%} = \sqrt{QMR/m}$$

**Tabela 2.** Representação do modelo aleatório utilizado para a obtenção das respectivas esperanças dos quadrados médios

**Table 2.** Representation of the random model used to obtain the respective mean squares expectations

FV	Modelo aleatório	
	E(QM)	F
Blocos	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	-
Progênies	$\sigma^2 + r\sigma_g^2$	QMP / QMR
Resíduo	$\Sigma^2$	

utilizando-se as seguintes equações:

$$\text{Variância fenotípica média: } \hat{\sigma}_r^2 = \frac{QM(\text{Progênies})}{r}$$

$$\text{Variância genotípica média: } \hat{\sigma}_g^2 = \frac{QM(\text{Progênies}) - QM(\text{resíduo})}{r}$$

$$\text{Variância ambiental média: } \hat{\sigma}_e^2 = \frac{QM(\text{resíduo})}{r}$$

Herdabilidade para seleção baseada na média da família:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_r^2}$$

$$\text{Coeficiente de variação genético: } CV_g\% = \frac{(100\sqrt{\sigma_g^2})}{m}$$

$$\text{Índice b: } CV_g/CV_e = \sqrt{\frac{\sigma_g^2}{\sigma_e^2}}$$

Para estudar a relação entre os caracteres utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson e as correlações parciais foram estimadas por meio da expressão:  $r_{ij.m} = -C_{ij} / \sqrt{C_{ii}C_{jj}}$ , em que:  $m$  = conjunto de caracteres cuja influência na correlação entre os caracteres  $i$  e  $j$  foi removida. Antes de estimar as correlações parciais entre os caracteres desejados, realizou-se o diagnóstico de multicolinearidade de acordo com a metodologia proposta por Montgomery & Peck (1981), resultando em colinearidade fraca. Os dados foram processados com o auxílio do Programa GENES (Cruz, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à análise de variância apresentados na Tabela 3, mostram que ocorreram diferenças significativas a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) para os caracteres toneladas de cana por hectare (TCH) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>), e a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) para o caráter toneladas de pol por hectare (TPH). Este resultado revela a ocorrência de um alto grau de variabilidade genética entre as progênies avaliadas para esses caracteres, sendo TCH, de acordo com Bastos et al. (2003), um dos mais importantes componentes de produção em cana-de-açúcar.

Ainda na Tabela 3, observa-se que os coeficientes de variação, de acordo com a classificação proposta por Gomes (1990), tiveram valores estimados entre: baixo para as variáveis açúcar total recuperável (ATR), teor de sólidos solúveis (BRIX) e pol % corrigida (PCC); médio para as variáveis toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) e toneladas de cana por hectare (TCH); e alto para as variáveis toneladas de pol por hectare (TPH) e número de colmos por metro (NCM). Esses resultados corroboram os apresentados por Melo et al. (2006) para a variável pol % corrigida (PCC).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância dos caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigida (PCC), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR), toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) e números de colmo por metro (NCM) avaliados aos quinze meses de idade, em experimento conduzido na Zona Canavieira do Litoral Norte de Pernambuco, Usina São José, Igarassu - PE, ano agrícola 2008/2009

**Table 3.** Summary of the variance analysis of the characters tons of cane per hectare (TCH), tons of pol per hectare (TPH), corrected pol % (PCC), soluble solid content (BRIX), total recoverable sugar (ATR), tons of total recoverable sugar per hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) and stalk number per meter (NCM) evaluated at fifteen months of age, in an experiment conducted at the Zona Canavieira region of the North Coast of the state of Pernambuco, Usina São José, Igarassu, Pernambuco, Brazil, 2009/2010 crop year

F.V.	G.L.	Quadrados médios						
		TCH	TPH	PCC	BRIX	ATR	ATR t ha <sup>-1</sup>	NCM
Blocos	4	159,62	0,84	1,85	1,29	93,62	1,48	4,18
Progênes	4	1212,75**	20,90*	1,52ns	2,49ns	101,80ns	20,86**	4,83ns
Resíduo	16	207,91	4,57	1,18	1,55	65,08	4,27	4,56
Média		79,4	9,71	12,21	18,72	126,01	10,03	7,89
CV (%)		18,16	22,01	8,89	6,66	6,40	20,60	27,07

\*\*e\* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

ns não significativo

Para Ramalho et al. (1993), o valor elevado do coeficiente de variação para as variáveis TPH e NCM pode ser atribuído a diversos fatores, como problemas de amostragem, diferenças existentes entre populações e diferenças de ambiente. Mesmo assim, para a variável TPH, a precisão experimental pode ser considerada adequada, em virtude do nível de significância de variabilidade genética obtido na análise de variância.

Em relação aos componentes da variância e parâmetros genéticos (Tabela 4), observa-se variância genotípica elevada e de magnitude superior à variância ambiental para toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>), evidenciando que a expressão desses importantes componentes de produção, em sua maior parte, é devida aos efeitos genéticos, sugerindo uma possibilidade de sucesso para a prática da seleção neste ambiente. Resultados concordantes em relação à variância genotípica média para as variáveis TCH e TPH foram obtidos por Melo et al. (2009), quando avaliaram o desempenho agroindustrial de variedades comerciais de cana-de-açúcar no Litoral Sul de Pernambuco.

Os coeficientes de herdabilidade média foram elevados para as variáveis TCH (83%), TPH (78%) e ATR t ha<sup>-1</sup> (80%), indicando predominância do componente genético sobre o ambiental. Sendo a herdabilidade a proporção herdável da variabilidade total que é transmitida aos seus descendentes (Gonçalves et al., 2007), esses resultados proporcionam ao fitomelhorista perspectivas favoráveis para uma seleção com base nesses caracteres, além de um indicativo de sucesso na recombinação das progênes avaliadas, na obtenção de populações melhoradas e, conseqüentemente, na obtenção de clones elites para as fases clonais (Skinner et al., 1987). O valor estimado para o coeficiente de herdabilidade média no presente trabalho

foi ainda mais elevado do que o registrado por Oliveira et al. (2008) para a variável TCH.

Os elevados valores dos coeficientes de herdabilidade média para os caracteres TCH, TPH e ATR t ha<sup>-1</sup> apresentados neste trabalho confirmam a eficiência da seleção com base na média das progênes na fase inicial do melhoramento genético da cana-de-açúcar, já que esses caracteres são considerados de baixa herdabilidade quando avaliados em nível de indivíduos de acordo com Skinner et al. (1987) e Oliveira et al. (2008).

Os índices b tiveram valores estimados em torno de 0,98, 0,85 e 0,88 para as variáveis TCH, TPH e ATR t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Os coeficientes de variação genética para as variáveis TCH, TPH e ATR t ha<sup>-1</sup> tiveram valores estimados em torno de 17,85%, 18,62% e 18,15% respectivamente. Acima de 10%, os coeficientes de variação genética são considerados altos de acordo com Oliveira et al. (2008), que obtiveram resultados semelhantes para a variável TCH. Bastos et al. (2007) obtiveram valores estimados acima de 10% para o coeficiente de variação genético e afirmaram existir a presença de variabilidade genética considerável, sendo o maior valor estimado em torno de 20% para o caráter toneladas de brix por hectare (TBH) mostrando concordância com os coeficientes de variação genética para as variáveis estudadas. Assim, a prática de seleção com base nessas variáveis que tiveram valores satisfatórios, em relação aos coeficientes de variação genética, para os itens em apreço, pode resultar na obtenção de indivíduos promissores com elevado potencial agrícola e industrial.

Através do teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade (p<0,05) (Tabela 5), constata-se a formação de dois grandes grupos para as variáveis TCH, TPH e ATR t ha<sup>-1</sup>. No grupo "a" destaca-se unicamente a progêne oriunda do cruzamento entre os genótipos (RB 83102 X RB855595), sendo esta

**Tabela 4.** Estimativa dos componentes da variância e parâmetros genéticos dos caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigida (PCC), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR), toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) e números de colmo por metro (NCM), avaliados aos quinze meses de idade em experimento conduzido na Zona Canavieira do Litoral Norte de Pernambuco, Usina São José, Igarassu - PE, ano agrícola 2009/2010

**Table 4.** Estimate of the variance components and genetic parameters of the characters tons of cane per hectare (TCH), tons of pol per hectare (TPH), corrected pol % (PCC), soluble solid content (BRIX), total recoverable sugar (ATR), tons of total recoverable sugar per hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) and stalk number per meter (NCM) evaluated at fifteen months of age, in an experiment conducted at the Zona Canavieira region of the North Coast of the state of Pernambuco, Usina São José, Igarassu, Pernambuco, Brazil, 2009/2010 crop year

Parâmetros genéticos	TCH	TPH	PCC	BRIX	ATR	ATR t ha <sup>-1</sup>	NCM
$\hat{\sigma}_f^2$	242,55	4,18	0,30	0,50	20,36	4,17	0,97
$\hat{\sigma}_g^2$	200,97	3,27	0,06	0,19	7,34	3,32	0,05
$\hat{\sigma}_c^2$	41,58	0,91	0,24	0,31	13,02	0,85	0,92
hm <sup>2</sup>	83	78	22	38	36,07	80	5,58
CVg%	17,85	18,62	2,13	2,32	2,15	18,16	2,94
CVg/CVe	0,98	0,85	0,24	0,35	0,34	0,88	0,11

$\hat{\sigma}_f^2$ : Variância fenotípica média;  $\hat{\sigma}_g^2$ : Variância genotípica média;  $\hat{\sigma}_c^2$ : Variância ambiental média; hm<sup>2</sup>: Herdabilidade média; CVg (%): Coeficiente de variação genética; CVg/CVe: Índice b

**Tabela 5.** Agrupamento de médias referentes às variáveis toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigida (PCC), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR), toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) e números de colmo por metro (NCM)

**Table 5.** Grouping of the means from the variables tons of cane per hectare (TCH), tons of pol per hectare (TPH), corrected pol % (PCC), soluble solid content (BRIX), total recoverable sugar (ATR), tons of total recoverable sugar per hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) and stalk number per meter (NCM)

Progênies	TCH (t ha <sup>-1</sup> )	TPH (t ha <sup>-1</sup> )	PCC (%)	BRIX (%)	ATR (Kg t <sup>-1</sup> )	ATR t ha <sup>-1</sup>	NCM
3	103,0 a	13,11 a	12,71 a	19,03 a	129,34 a	13,35 a	9,28 a
1	84,5 b	9,98 b	11,75 a	18,11 a	122,12 a	10,40 b	8,41 a
5	77,5 b	9,10 b	11,83 a	18,58 a	124,01 a	9,57 b	7,78 a
4	69,5 b	8,32 b	11,84 a	18,10 a	122,38 a	8,57 b	7,06 a
2	62,5 b	8,03 b	12,90 a	19,77 a	132,18 a	8,25 b	6,91 a

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade

superior às demais progênies, enquadradas no grupo "b", em relação ao desempenho agroindustrial expresso pelas variáveis analisadas. Este resultado sugere ao fitomelhorista canavieiro uma atenção especial para a prática de seleção na progênie de melhor desempenho, visto que tal desempenho pode ser explicado, devido ao fato da progênie ser composta por indivíduos promissores no que concerne aos caracteres agrônômicos de interesse à agroindústria canavieira, que são utilizados para estimar TCH, TPH e ATR t ha<sup>-1</sup>. Estes indivíduos contribuíram para o aumento na média da progênie de melhor desempenho.

As estimativas de correlações simples, expressas na Tabela 6, foram significativas para as variáveis TCH x TPH (0,98), TCH x ATR t ha<sup>-1</sup> (0,99), TPH x ATR t ha<sup>-1</sup> (0,99), PCC x ATR (0,98), PCC x BRIX (0,98) e ATR x BRIX (0,97). Este resultado, expressando significância e um alto grau de associação entre essas variáveis, demonstra que, na fase inicial do melhoramento da cana-de-açúcar, a seleção com base no teor de sólidos solúveis (BRIX), pode ser uma alternativa bastante

viável pelo fato desta variável apresentar uma correlação positiva com pol % corrigida (PCC) e com açúcar total recuperável (ATR), que também são considerados importantes componentes de produção, proporcionando ao fitomelhorista ganhos significativos para uma seleção baseada no fenótipo da planta durante a primeira etapa do melhoramento (Shukla et al., 1998).

Em virtude do destaque que foi colocado anteriormente na introdução deste trabalho, as correlações simples podem não expressar medida real de causa e efeito, assim, as correlações parciais entre os caracteres TCH, TPH e ATR t ha<sup>-1</sup> com os demais caracteres, avaliados no presente trabalho encontram-se estimadas nas Tabelas 7, 8 e 9.

Após serem removidos os efeitos de PCC e ATR, observa-se que o número de colmos por metro (NCM) está positiva e significativamente correlacionado com as variáveis toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>). Segundo Bressiani et al. (2002), um dos

**Tabela 6.** Estimativas de correlações simples entre os caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigida (PCC), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR), toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) e números de colmo por metro (NCM)

**Table 6.** Estimates of simple correlations between characters tons of cane per hectare (TCH), tons of pol per hectare (TPH), corrected pol % (PCC), soluble solid content (BRIX), total recoverable sugar (ATR), tons of total recoverable sugar per hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) and stalk number per meter (NCM)

Variáveis	Correlação	Alfa (%)
TCH x TPH	0,98	0,26**
TCH x PCC	0,07	91,04
TCH x ATR	-0,02	97,01
TCH x ATR t ha <sup>-1</sup>	0,99	0,1**
TCH x BRIX	-0,16	78,80
TCH x NCM	0,66	22,87
TPH x PCC	0,26	66,96
TPH x ATR	0,17	78,13
TPH x ATR t ha <sup>-1</sup>	0,99	0,005**
TPH x BRIX	0,01	97,98
TPH x NCM	0,68	20,45
PCC x ATR	0,98	0,16**
PCC x ATR t ha <sup>-1</sup>	0,22	71,89
PCC x BRIX	0,93	2,065*
PCC x NCM	0,12	84,028
ATR x ATR t ha <sup>-1</sup>	0,13	82,71
ATR x BRIX	0,98	0,27**
ATR x NCM	0,01	98,66
ATR t ha <sup>-1</sup> x BRIX	-0,01	97,70
ATR t ha <sup>-1</sup> x NCM	0,67	21,97
BRIX x NCM	-0,14	80,90

\*\* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t

componentes envolvidos na tonelagem de açúcar seria o toneladas de cana por hectare (TCH). O outro componente seria o pol % corrigida (PCC) que apresenta correlação positiva com o teor de sólidos solúveis (BRIX). Esses autores ainda afirmaram que a variável TCH pode ser subdividida em números de colmos por hectare e massa de colmos.

Silva et al. (2009) enfatizam que, se dois caracteres correlacionarem-se favoravelmente, é possível obter ganhos para um por meio da seleção indireta no outro associado. Sendo assim, a seleção massal na fase T1, praticada diretamente no caráter número de colmos por metro (NCM), já que ele está favoravelmente associado com TCH, contribui indireta e significativamente para o incremento na produtividade de cana por hectare e consequentemente na tonelagem de açúcar TPH.

Barbosa et al. (2002) relataram que o caráter estatura dos colmos apresenta correlação positiva com a produtividade, indicando que genótipos com maior estatura de colmos apresentaram tendência de maior produção de massa por colmo. Semelhantemente, no presente trabalho, a progênie oriunda do cruzamento entre os genótipos RB 83102 X RB 855595, que apresentou maior número de colmos por metro, para as fases clonais, teve indivíduos com maior produtividade de cana por hectare.

Tendo em vista os resultados expressos pelos coeficientes de correlações simples e pelos coeficientes de correlações parciais, ficou constatado que na fase T1 do melhoramento da cana-de-açúcar da RIDESA conduzido em Pernambuco é possível obter ganhos superiores para os caracteres de menor herdabilidade ou de difícil mensuração através da seleção indireta, aumentando a eficiência da seleção de um caráter através do uso de caracteres correlacionados (Falconer, 1987; Cruz & Regazzi, 1994; Silva et al., 2009).

**Tabela 7.** Estimativa de correlações parciais entre os caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), pol corrigida (PCC), açúcar total recuperável (ATR) e números de colmo por metro (NCM)

**Table 7.** Estimate of partial correlations between characters tons of cane per hectare (TCH), corrected pol % (PCC), total recoverable sugar (ATR) and stalk number per meter (NCM)

Pares de Variáveis	Correlações parciais				
	r simples	r parcial	t	Teste (1 e 5%)	Significância (%)
TCH x PCC	0,07	0,14	0,58	ns	57,31
TCH x ATR	-0,02	-0,14	-0,60	ns	56,40
TCH x NCM	0,66	0,50	2,41	*	2,64
PCC x ATR	0,98	0,99	30,54	**	0,01
PCC x NCM	0,12	0,48	2,24	*	3,70
ATR x NCM	0,01	-0,47	-2,19	*	4,06

\*\* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t.

**Tabela 8.** Estimativa de correlações parciais entre os caracteres toneladas de pol por hectare (TPH), pol corrigida (PCC), açúcar total recuperável (ATR) e números de colmo por metro (NCM)**Table 8.** Estimate of partial correlations between characters tons of cane per hectare (TCH), corrected pol % (PCC), total recoverable sugar (ATR) and stalk number per meter (NCM)

Pares de Variáveis	Correlações parciais				
	r simples	r parcial	t	Teste (1 e 5%)	Significância (%)
TPH x PCC	0,26	0,22	0,91	ns	61,99
TPH x ATR	0,17	-0,18	-0,77	ns	54,23
TPH x NCM	0,68	0,52	2,51	*	2,14
PCC x ATR	0,98	0,99	29,95	**	0,01
PCC x NCM	0,12	0,42	1,92	ns	6,90
ATR x NCM	0,01	-0,44	-2,00	ns	5,93

\*\*, \* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t

**Tabela 9.** Estimativa de correlações parciais entre os caracteres toneladas de ATR por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>), pol corrigida (PCC), açúcar total recuperável (ATR) e números de colmo por metro (NCM)**Table 9.** Estimate of partial correlations between characters tons of total recoverable sugar per hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>), corrected pol % (PCC), total recoverable sugar (ATR) and stalk number per meter (NCM)

Pares de Variáveis	Correlações parciais				
	r simples	r parcial	t	Teste (1 e 5%)	Significância (%)
ATR t ha <sup>-1</sup> x PCC	0,22	0,17	0,72	ns	51,13
ATR t ha <sup>-1</sup> x ATR	0,13	-0,15	-0,62	ns	55,29
ATR t ha <sup>-1</sup> x NCM	0,67	0,51	2,44	*	2,48
PCC x ATR	0,98	0,99	30,19	**	0,01
PCC x NCM	0,12	0,46	2,11	*	4,74
ATR x NCM	0,01	-0,46	-2,16	*	4,29

\*\*, \* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t

## CONCLUSÕES

Os valores elevados dos coeficientes de herdabilidade média para as variáveis toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH) e toneladas de açúcar total por hectare (ATR t ha<sup>-1</sup>) indicam grande possibilidade de êxito na seleção de progênies com base nesses caracteres.

A progênie oriunda do cruzamento entre os genótipos (RB 83102 X RB 855595) apresenta um grande potencial para fins de melhoramento, podendo contribuir com maior número de indivíduos a serem introduzidos nas fases clonais.

A seleção baseada diretamente nos caracteres número de colmos por metro (NCM) e teor de sólidos solúveis (BRIX) contribui indireta e significativamente para a produtividade de cana e de açúcar por hectare expressa nos caracteres TCH, TPH e ATR t ha<sup>-1</sup>.

## LITERATURA CITADA

Barbosa, M.H.P.; Bastos, I.T.; Silveira L.C.I.; Oliveira, M.W. Análise de causa e efeito para a produção de colmos e seus componentes na seleção de famílias de cana-de-açúcar.

In: Congresso Nacional da STAB, 8., 2002, Recife. Anais. Recife: STAB, 2002. v. único, p.366-370.

Bastos, I.T.; Barbosa, M.H.P.; Cruz, C.D.; Burnquist, W.L.; Bressiani, J.A.; Silva, F.L. Análise dialéctica em clones de cana-de-açúcar. *Bragantia*, v.62, n.2, p.199-206, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052003000200003>

Bastos, I.T.; Barbosa, M.H.P.; Resende, M.D.V.; Peternelli, L.A.; Silveira, L.C.I.; Donda, L.R.; Fortonato, A.A.; Costa, P.M.A.; Figueiredo, I.C.R. Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.37, n.4, p.195-203. 2007.

Bressiani, J.A.; Burnquist, W.L.; Fuzatto, S.R.; Bonato, A.L.; Geraldi, I.O. Combining ability in eight selected clones of sugarcane (*Saccharum* spp.) *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.2, n.3, p.411-416, 2002.

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, p.123-142, 2001. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1016054911470>

Cruz, C.D. Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2006. 442p.

Cruz, C.D.; Regazzi, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

Falconer, D.S. Introdução a genética quantitativa. Viçosa: UFV, 1987. 279p.

- Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. 4.ed. London: Longman, 1996. 464p.
- Fernandes, A.C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. 2.ed. Piracicaba: EME, 2003. 240p.
- Ferreira, F.M.; Barros, W.S.; Silva, F.L.; Barbosa, M.H.P.; Cruz, C.D.; Bastos, I.T. Relações fenotípicas e genotípicas entre componentes de produção em cana-de-açúcar. *Bragantia*, v.66, n.4, p. 605-610, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000400010>
- Gomes, F.P. Curso de estatística experimental. 13.ed. Piracicaba: USP, 1990. 467p.
- Gonçalves, G.M.; Viana, A.P.; Bezerra Neto, F.V.; Pereira, M.G.; Pereira, T.N.S. Seleção e herdabilidade na produção de ganhos genéticos em maracujá amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.2, p.193-198, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000200007>
- Kimbeng, C.A.; Cox, M.C. Early generation selection of sugarcane families and clones in Australia: a review. *Journal of American Society of Sugarcane Technologists*, v.23, p.20-39, 2003.
- Matsuoka, S.; Garcia, A.A.F.; Arizono, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: Borém, A. (Org.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 2005. p.225-274.
- Melo, L.J.O.T.; Oliveira, F.J.; Bastos, G.Q.; Anunciação Filho, C.J.; Reis, O.V. Interação genótipo x ciclos de colheita da cana-de-açúcar da zona da mata norte e Pernambuco. *Bragantia*, v.65, n.2, p.197-205, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052006000200002>
- Melo, L.J.O.T.; Oliveira, F.J.; Bastos, G.Q.; Anunciação Filho, C.J.; Reis, O.V. Desempenho agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar na zona da mata litoral sul de Pernambuco. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, n.3, p.684-691, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000300003>
- Montgomery, D.C.; Peck, E.A. Introduction to linear regression analysis. New York: John Wiley and Sons, 1981. 504p.
- Oliveira, R.A.; Daros, E.; Bessalho-Filho, J.C.; Zambon, J.L.C.; Ido, O.T.; Weber, H.; Resende, M.D.V.; Zeni-Neto, H. Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos. *Scientia Agraria*, v.9, n.3, p.269-274, 2008.
- Pedrozo, C.A.; Barbosa, M.H.P.; Resende, M.D.V.; Peternelli, L.A.; Costa, P.M.A.; Silva, F.L. Eficiência da seleção nas fases iniciais do melhoramento a cana-de-açúcar. *Revista Ceres*, v.55, n.1, p.1-8, 2008.
- Pedrozo, C.A.; Benites, F.R.G.; Barbosa, M.H.P.; Resende, M.D.V.; Da Silva, F.L. Eficiência de índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da cana-de-açúcar. *Scientia Agraria*, v.10, n.1, p.31-36, 2009.
- Ramalho, M.A.P. Santos, J.B.; Zimmermann, M.J.O. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- Shukla, S.; Singh, K.; Pushpendra. Correlation and path coefficient analysis of yield and its components in soybean (*Glycine max* L. Merrill.). *Soybean Genetics Newsletter*, v.25, n.1, p.67-70, 1998.
- Silva, F.L.; Pedrozo, C.A.; Barbosa, M.H.P.; Resende, M.D.V.; Peternelli, L.A.; Costa, P.M.A.; Vieira, M.S. Análise de trilha para os componentes de produção em cana-de-açúcar via BLUP. *Revista Ceres*, v.56, n.3, p.308-314, 2009.
- Skinner, J.C.; Hogarth, D.M.; Wu, K.K. Selection methods, criteria, and indices. In: Heinz D.J. (Org.). Sugarcane improvement through breeding. Elsevier: Amsterdam, 1987. p.409-453.