

## Estimativa do ganho por seleção para produtividade em famílias de cana-de-açúcar

João de Andrade Dutra Filho<sup>1\*</sup>, Gerson Quirino Bastos<sup>2</sup>, Paulo Rocha Machado<sup>1</sup>,  
Leonam José da Silva<sup>1</sup>, Djalma Euzébio Simões Neto<sup>1</sup>,  
Andréa Chaves<sup>1</sup>, Frank Sinatra Gomes da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético, Carpina, PE, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Matemática, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

\*Autor correspondente, e-mail: filho-dutra@ig.com.br

### Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho agroindustrial, estimar parâmetros genéticos e o ganho por seleção para produtividade em famílias de cana-de-açúcar em condições de campo. O experimento foi conduzido na área agrícola da 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), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha). Realizou-se a análise de variância e estimativa de parâmetros genéticos. Para estimar o ganho por seleção utilizou-se a metodologia da seleção direta. O Teste F revelou significância e alta estimativa de herdabilidade média para as variáveis TCH, TPH e ATR t/ha, indicando possibilidade de sucesso na seleção com base nesses caracteres. Através do agrupamento de médias, evidenciado pelo teste de Scott e Knott, a família oriunda do cruzamento entre os genótipos RB83102 x RB855035 destacou-se sobre as demais em relação à produtividade. Por meio da estimativa do ganho por seleção, constatou-se que é possível pela prática da seleção direta obter-se ganho genético significativo em relação à produtividade.

**Palavras chave:** desempenho agroindustrial, ganho genético, produtividade agrícola, *Saccharum spp.*

### Estimated of selection gain for productivity in progenies of sugarcane

#### Abstract

The objective this study was evaluate the agroindustrial performance, estimate genetic parameters and selection gain for productivity in progenies of sugarcane under field conditions. The experiment was carried out at the Factory Saint José, Igarassu (PE), during the 2008/2009 growing season. The experiment was conducted in a completely randomized block design, and five replicates. The variables were: TCH, TPH, PC, BRIX, ATR and ATR t/ha. The analysis of variance and estimate of genetic parameters were performed. To estimate the selection gain, was used the method of direct selection. The F test showed significance and high estimate of mean heritability for TCH, TPH and ATR t/ha variables, indicating the possibility of successful selection based on those characters. Through the group averages, evidenced by Scott and Knott test, the progeny from crosses between genotypes RB83102 x RB855035 stood out above all others when it comes to productivity. By estimating the selection gain, it was found that it is possible for the practice of direct selection obtain genetic gain is significant in relation to productivity.

**Key words:** agroindustrial performance, genetic gain, agricultural yield, *Saccharum spp.*

Recebido: 28 Março 2011  
Aceito: 02 Julho 2011

## Introdução

O agronegócio da cana-de-açúcar tem sido reconhecidamente uma das mais importantes atividades sócio econômicas do país. O incremento crescente na produtividade, com o passar dos anos, tem proporcionado ao Brasil um reconhecimento internacional como maior produtor de açúcar e álcool há mais de 28 anos (FAO, 2010).

Este crescimento na produtividade se deve a muitos fatores tais como: técnicas de manejo, desenvolvimento e implantação de uma moderna tecnologia agrícola, entretanto, merece maior destaque os programas de melhoramento genético através do desenvolvimento contínuo de novas variedades mais produtivas com características agronômicas favoráveis, resistentes as principais pragas e doenças.

Na fase inicial do melhoramento da cana-de-açúcar, denominada de fase T1, a seleção realizada entre famílias é superior àquela realizada entre plantas individuais, devendo-se proceder à seleção com base na média das famílias (Matsuoka et al., 2005).

De acordo com Pedrozo et al. (2008), a seleção com base na média das famílias tem sido empregada pelos fitomelhoristas canavieiros quando se deseja selecionar caracteres de baixa herdabilidade. Para Falconer & Mackay (1996), a eficiência deste processo de seleção baseia-se no fato de que os desvios dos efeitos ambientais tendem a se anularem. Oliveira et al. (2008), ao selecionarem famílias superiores, em cana-de-açúcar, para a produção de biomassa, observaram que a herdabilidade individual para as variáveis analisadas apresentaram média magnitude. Em contrapartida, a herdabilidade média em nível de famílias apresentou alta magnitude. Com elevados valores de herdabilidade e variância genotípica, estes autores obtiveram ganhos significativos, em nível de família, para a variável tonelada de cana por hectare (TCH).

Avaliando a divergência genética para a seleção e recombinação de famílias de cana-de-açúcar, Dutra Filho et al. (2011), obtiveram, para as características, TCH e TPH, valores de herdabilidade estimados em torno de 97,33 % e 97,65 % respectivamente. E enfatizaram a grande possibilidade de serem obtidos ganhos genéticos significativos através da seleção.

Com a prática da seleção direta, o interesse, é obter ganhos genéticos significativos sobre um único caráter no qual praticará a seleção; quando dois caracteres se correlacionam desfavoravelmente, a prática deste tipo de seleção, em um único caráter tido como principal, pode provocar mudanças indesejáveis em outros caracteres a este associado, obtendo-se, então, um produto final superior apenas em relação ao caráter selecionado (Cruz & Carneiro, 2006). Importantes componentes de produção em cana-de-açúcar como TCH e

TPH, são características que apresentam baixa herdabilidade, por este motivo na fase T1, devem ser selecionados em nível de família, naquelas que apresentam médias fenotípicas superiores.

A recíproca, no entanto, é verdadeira, sendo possível obter ganhos genéticos significativos para a produtividade com a prática da seleção direta, se houver correlações positivas entre o caráter principal e os caracteres auxiliares que também são considerados importantes componentes de produção.

Com base nessas considerações, este trabalho teve por objetivos avaliar o desempenho agroindustrial, estimar parâmetros genéticos e o ganho por seleção para a produtividade em famílias de cana-de-açúcar.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na microrregião canavieira do Litoral Norte de Pernambuco (Koffler et al., 1986), 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, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições. Foram avaliadas cinco famílias 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 cariopses 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 de 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 progênes em apreço foram cortados e plantados na área agrícola da usina supracitada, tendo cada indivíduo quatro gemas por colmo.

Cada unidade experimental foi constituída por 4 linhas de 5 m, espaçadas de 1,00 m com 5 indivíduos por linha com 1 m entre indivíduos, totalizando assim 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), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha).

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>). Toneladas de pol por hectare (TPH) foi obtido por meio da expressão (TCH x PCC/100). O teor de sólidos solúveis (BRIS) foi mensurado com refratômetro de laboratório, representado por uma leitura de amostra homogênea do caldo de dez colmos retirados ao acaso de cada parcela. Toneladas de açúcar total recuperável por hectare foi estimada por meio da seguinte expressão: (TCH x ATR) / 1000.

A análise de variância foi realizada segundo a metodologia descrita por Gomes (1990), de acordo com o modelo matemático de blocos casulaizados. Os blocos e os tratamentos avaliados foram considerados de efeito aleatório, assim, as esperanças dos quadrados médios foram obtidas segundo o modelo aleatório (Tabela 1). As médias foram agrupadas pelo Teste de Scott & Knott (1974), ao nível de 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), utilizando-se as seguintes equações:

Variância fenotípica média:

$$\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QM(\text{Famílias})}{r}$$

Variância genotípica média:

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QM(\text{Famílias}) - QM(\text{resíduo})}{r}$$

Variância ambiental média:

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

Herdabilidade para seleção baseada na média da família:

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_f^2}$$

Coefficiente de variação genético:

Índice b:

$$CV_g \% = \frac{(100 \sqrt{\hat{\sigma}_g^2})}{m}$$

O ganho por seleção foi estimado por meio das seguintes equações:

$$CV_g / CV_e = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_e^2}}$$

$GS_i = iph \hat{\sigma}_g$  onde:

i: intensidade de seleção  
p: controle parental

$\hat{\sigma}_g$ : desvio padrão genético

h: herdabilidade do caráter

$GS_2 = h^2 DS$  em que:

DS: diferencial de seleção obtido por:  $\bar{X}_S - \bar{X}_O$

$\bar{X}_S$  e  $\bar{X}_O$ : médias dos selecionados e da população original respectivamente.

Para obtenção do ganho por seleção em termos percentuais utilizou-se a seguinte expressão:  $GS\% = \frac{GS}{\bar{X}_O} \times 100$ . Os dados foram processados com o auxílio do Programa GENES (Cruz, 2006).

**Tabela 1.** Representação do modelo aleatório utilizado para obtenção das respectivas esperanças dos quadrados médios.

Modelo aleatório		
FV	E(QM)	F
Blocos	$\sigma^2 + \hat{\sigma}_f^2$	-
Famílias	$\sigma^2 + \hat{\sigma}_g^2$	QM / QMR
Resíduo	$\Sigma^2$	

## Resultados e Discussão

Os resultados referentes à análise de variância presentes na Tabela 2 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), 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 famílias avaliadas, que de acordo com Bastos et al. (2003), os caracteres TCH, ATR e TPH estão entre os mais importantes componentes de produção em estudos de cana-de-açúcar.

Ainda na Tabela 2, 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 (BRIS) e pol % corrigida (PC); médio para as variáveis toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha) e toneladas de cana por hectare (TCH) e alto para a variável toneladas de pol por hectare (TPH). Esses resultados corroboram com os apresentados por Bressiani et al. (2002) para a variável teor de sólidos solúveis (BRIS) cujo valor foi estimado em torno de 2,3 % e por Melo et al. (2006) para a variável pol % corrigida (PC), com valor estimado de 5,67 %.

Para Ramalho et al. (1993), o valor elevado do coeficiente de variação para a variável TPH pode ser atribuído a diversos fatores, tais como problemas de amostragem, diferenças existentes entre populações e diferenças de ambiente. Mesmo assim, para esta variável a precisão experimental pode ser considerada

**Tabela 2.** 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) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha), avaliados aos quinze meses de idade, em experimento conduzido na microrregião Canavieira do Litoral Norte de Pernambuco, Usina São José, Igarassu - PE, ano agrícola 2008/2009.

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

\*\*e\* significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F <sup>ns</sup> não significativo

adequada, em virtude, do nível de significância obtido na análise de variância.

Em relação aos componentes da variância e parâmetros genéticos (Tabela 3), 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), evidenciando que a expressão desses importantes componentes de produção, em sua maior parte, são devidos aos efeitos genéticos, sugerindo assim 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. Esses autores obtiveram, em relação a variância genotípica média, 69, 79 e 1,65 para TCH e TPH respectivamente, sendo as mesmas superiores a variância da interação genótipo x ciclos de colheita.

Os coeficientes de herdabilidade média foram elevados para as variáveis TCH (83%), TPH (78%) e ATR t/ha (80%), indicando predominância do componente genético sobre o ambiental. Esses

resultados apontam perspectivas favoráveis para uma seleção com base nesses caracteres, além de um indicativo de sucesso na recombinação das famílias avaliadas. 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, cujo valor obtido foi de 73.

Valores elevados de herdabilidade média para as variáveis TCH, TPH e ATR t/ha confirmam a eficiência em se praticar a seleção com base nas médias das famílias na fase inicial do melhoramento da cana-de-açúcar, já que os mesmos são caracteres considerados de baixa herdabilidade.

Pelo do teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) (Tabela 4), constata-se a formação de dois grandes grupos para as variáveis TCH, TPH e ATR t/ha. Observa-se que a família oriunda do cruzamento entre os genótipos (RB83102 X RB855595) foi superior as demais famílias em relação a todas as características avaliadas.

Os ganhos por seleção preditos, em relação à produtividade, estão expressos na Tabela 5. Verifica-se grande concordância entre as duas expressões utilizadas para se estimar o ganho por seleção; segundo Cruz & Carneiro

**Tabela 3.** Estimativa dos componentes da variância e parâmetros genéticos dos caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigida (PC), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha), avaliados aos quinze meses de idade em experimento conduzido na microrregião Canavieira do Litoral Norte de Pernambuco, Usina São José, Igarassu - PE, ano agrícola 2009/2010.

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

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

(2006) este resultado é esperado quando os caracteres analisados seguem a distribuição normal.

Em termos percentuais, observa-se que é possível, por meio da prática da seleção direta, obter ganhos genéticos altamente significativos, para os três caracteres em questão, visto que eles apresentam uma correlação genotípica positiva, além de um valor superior a 10% para o

coeficiente de variação genético, forte indicativo de variabilidade genética para esses importantes componentes de produção avaliados. Além disso, os coeficientes de herdabilidade demonstram uma maior confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor genético, proporcionando ao fitomelhorista a possibilidade de praticar a seleção de forma mais precisa.

**Tabela 4.** Agrupamento de médias referentes às variáveis toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH), pol % corrigida (PC), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha).

Famílias	TCH(t/ha)	TPH(t/ha)	PCC(%)	BRIX(%)	ATR(kg/t)	ATR(t/ha)
3*	103,0a	13,11a	12,71a	19,03a	129,34a	13,35a
1	84,5b	9,98b	11,75a	18,11a	122,12a	10,40b
5	77,5b	9,10b	11,83a	18,58a	124,01a	9,57b
4	69,5b	8,32b	11,84a	18,10a	122,38a	8,57b
2	62,5b	8,03b	12,90a	19,77a	132,18a	8,25b

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. \*: Progenie selecionada

**Tabela 5.** Estimativas dos ganhos por seleção direta a serem obtidos para os caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha) avaliados em 5 progênies de cana-de-açúcar em fase T1 do melhoramento.

Parâmetros	TCH(t/ha)	TPH(t/ha)	ATR (t/ha)
$\bar{X}_0$	79,4	9,71	10,03
$\bar{X}_s$	103	13,11	13,35
$h^2$	83	78	80
$CV_g(\%)$	17,85	18,62	18,16
$\sigma_g^2$	200,97	3,27	3,32
$r_{g1}$	-	0,99	0,99
$r_{g2}$	0,99	-	(0,9999) <sup>III</sup>
$r_{g3}$	0,99	(0,9999) <sup>III</sup>	-
$GS_1$	18,06	2,24	2,27
$GS_1(\%)$	22,75	23,04	22,66
$GS_2$	19,55	2,66	2,64
$GS_2(\%)$	24,63	27,35	26,34

Nota: <sup>III</sup> Correlação genotípica foi superior a uma unidade, sendo atribuída a esta correlação um valor igual a 0,9999 conforme apresentado por Ferreira et al. (2007).  $\bar{X}_0$ : Média da família original;  $\bar{X}_s$ : Média da família selecionada;  $h^2$ : Herdabilidade do caráter;  $CV_g(\%)$ : Coeficiente de variação genético;  $\sigma_g^2$ : Variância genotípica;  $r_{g1}$ : Correlação genotípica entre TCH x TPH e TCH x ATR t/ha;  $r_{g2}$ : Correlação genotípica entre TPH x TCH e TPH x ATR t/ha;  $r_{g3}$ : Correlação genotípica entre ATR t/ha x TCH e ATR t/ha x TPH;  $GS_1$  /  $GS_1(\%)$  e  $GS_2$  /  $GS_2(\%)$ : Ganho por seleção

### Conclusões

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

É possível, pela prática da seleção direta nos caracteres toneladas de cana por hectare (TCH), toneladas de pol por hectare (TPH) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha), obter ganhos genéticos significativos para a produtividade.

### Agradecimentos

A Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA) e a Usina São José por todo o apoio indispensável à realização da pesquisa.

### Referências

Bastos, I.T., Barbosa, M.H.P., Resende, M.D.V., Peternelli, L.A., Silveira, L.C.I., Donda, L.R., Fortunato, A.A., Costa, P.M.A., Figueiredo, I.C.R. 2003. Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. *Bragantia* 62: 199-206.

Bressiani, J.A., Vencovsky, R., Burnquist, W.L. 2002.

- Interação entre famílias de cana-de-açúcar e locais: efeito na resposta esperada com a seleção. *Bragantia* 61: 1-10.
- Cruz, C.D. 2006. *Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística*. UFV, Viçosa, Brasil. 442 p.
- Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S. 2006. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2ª. ed. UFV, Viçosa, Brasil. 585 p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J. 1994. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. FV, Viçosa, Brasil. 390 p. Dutra Filho, J.A., Melo, L.J.O.T. de, Resende, L.V., Anunciação Filho, C.J., Bastos, G.Q. Aplicação de técnicas multivariadas no estudo da divergência genética em cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agronômica* 42: 185-192.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. <http://www.fao.org/> <Acesso em 16 Fev. 2010>
- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction to quantitative genetics*. 4ª. ed. Longman, London, England. 464 p.
- Ferreira, F.M., Barros, W.S., Silva, F.L., Barbosa, M.H.P., Cruz, C.D., Bastos, I.T. 2007. Relações fenotípicas e genotípicas entre componentes de produção em cana-de-açúcar. *Bragantia* 66: 605-610.
- Gomes, F.P. 1990. *Curso de estatística experimental*. 13ª. ed. USP, Piracicaba, Brasil. 467 p.
- Koffler, N.F., Lima, J.F.W.F., Lacerda, M.F., Santana, J.F., Silva, M.A. 1986. *Caracterização edafo-climática das regiões canavieiras do Brasil: Pernambuco*. IAA, Piracicaba, Brasil. 78 p.
- Matsuoka, S., Garcia, A.A.F., Arizono, H. 2005. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: Borém, A (ed.) *Melhoramento de espécies cultivadas*. UFV, Viçosa, Brasil. p. 225-274.
- Melo, L.J.O.T., Oliveira, F.J., Bastos, G.Q., Anunciação Filho, C.J., REIS, O.V. 2006. Interação genótipo x ciclos de colheita da cana-de-açúcar da zona da mata norte e Pernambuco. *Bragantia* 65: 197-205.
- Melo, L.J.O.T., Oliveira, F.J., Bastos, G.Q., Anunciação Filho, C.J., Reis, O.V. 2009. Desempenho agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar na zona da mata litoral sul de Pernambuco. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 684-691.
- 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. 2008. Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos. *Scientia Agraria* 9: 269-274.
- Pedrozo, C.A., Barbosa, M.H.P., Resende, M.D.V., Peternelli, L.A., Costa, P.M.A., Silva, F.L. 2008. Eficiência da seleção nas fases iniciais do melhoramento a cana-de-açúcar. *Revista Ceres* 55: 001-008.
- Ramalho, M.A.P., Santos, J.B., Zimmerman, M.J.O. 1993. *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. UFG, Goiânia, Brasil. 271 p.
- Scott, A.J., Knott, M. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* 30: 507-512.