



AVALIAÇÃO AGROINDUSTRIAL E DISSIMILARIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES E VARIEDADES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR.

João Andrade Dutra Filho¹, Gerson Quirino Bastos¹, Luciane Vilela Resende², Djalma Euzébio Simões Neto¹, Luiz José Oliveira Tavares de Melo¹, Edelclaiton Daros³.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco

² Universidade Federal de Lavras

³ Universidade Federal do Paraná

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho agroindustrial e a dissimilaridade genética em progênies e variedades RB de cana-de-açúcar em fase inicial do melhoramento. O experimento foi conduzido na área agrícola da Usina Santa Tereza, Goiana – PE, durante o ano agrícola 2006/2007. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com cinco repetições, as variáveis analisadas foram: TPH, TCH, FIB, PCC, PZA, BRIX, ATR e ATR (t/ha). Realizou-se a análise de variância e estimativa de parâmetros genéticos, a distância euclidiana média padronizada foi usada como medida de dissimilaridade. A análise de variância revelou significância e alta estimativa de herdabilidade média para as variáveis TPH, TCH e ATR (t/ha), indicando possibilidade de sucesso na seleção com base nesses caracteres. A medida de dissimilaridade utilizada no presente trabalho permitiu a identificação de materiais divergentes proporcionando ao programa de melhoramento da cana-de-açúcar da RIDESA uma maior segurança na escolha dos cruzamentos a serem realizados.

Palavras-chave: Produtividade agrícola, distância genética, hibridação, *Saccharum* spp.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate agro-industrial performance and genetic dissimilarity of progenies and sugarcane varieties RB in the initial phase of improvement. The experiment was conducted in the agricultural area of Usina Santa Tereza, Goiana – PE, during the 2006/2007 growing season. Experimental design of randomized blocks with five replications was used. The variables were: TPH, TCH, FIB, PC, PTY, SSC, TRS and TRS t/ha. The analysis of variance and estimation of genetic parameters were performed. The Mean Euclidean were used as dissimilarity measure. The F test showed significance and high estimation of mean heritability for TPH, TCH and TRS t/ha variables, indicating the possibility of successful selection based on those characters. Dissimilarity measure used in this work enabled the identification of divergent progenies providing to the RIDESA' sugarcane plant breeding programme a safer choice of crosses to be performed.

Key words: Agricultural productivity, genetic distance, hybridization, *Saccharum* spp.

INTRODUÇÃO

A Entre as espécies cultivadas de grande valor comercial está a cana-de-açúcar que é produzida em larga escala por diversos países.

Nesse contexto, destaca-se o Brasil como maior produtor mundial a mais de 28 anos.

De acordo com Mamede et al. (2002), as variedades comerciais de cana-de-açúcar apresentam, com o passar do tempo, um declínio

nos rendimentos agrícola e industrial devido a um processo conhecido como degenerescência varietal.

Para Stuppiello (2002), esse problema ainda persiste e a vida útil de algumas variedades comerciais tem sido cada vez menor. Por este motivo é fundamental avaliar o desempenho agrícola e industrial de progênies e variedades elites que apresentam elevado potencial para seleção de genitores a serem utilizados em trabalhos de hibridação.

Na fase inicial do melhoramento genético da cana-de-açúcar, denominada de fase T1, a seleção realizada entre progênies é superior àquela entre plantas individuais, devendo-se proceder à seleção com base na avaliação das médias das progênies (Matsuoka et al., 2005). Este procedimento tem sido empregado com sucesso pelos fitomelhoristas, sobretudo para a seleção com base em caracteres que apresentam baixa herdabilidade (Skinner et al., 1987).

A eficiência deste processo de seleção baseia-se no fato de que os desvios dos efeitos ambientais tendem a se anularem e assim a média fenotípica da família será mais próxima da média genotípica (Falconer e Mackay 1996). Além disso, esta metodologia pode contribuir também para a seleção de parentais e para predizer cruzamentos superiores onde pretende-se obter populações melhoradas e aumentar as chances de obtenção de clones elites. (Skinner et al., 1987).

O objetivo primordial dos programas de melhoramento é chegar à obtenção de indivíduos superiores com excelente potencial heterótico para substituição das variedades comerciais em virtude do problema supracitado. Para superar esta limitação, indivíduos promissores são cruzados anualmente. Assim sendo, após a avaliação das progênies e identificação daquelas que apresentam médias fenotípicas superiores é importante quantificar a divergência genética existente entre elas na tentativa maximizar a heterose com a escolha de parentais divergentes (referencia).

Em virtude das considerações mencionadas, este trabalho teve por objetivos avaliar o desempenho agroindustrial e a dissimilaridade genética de progênies e variedades RB de cana-de-açúcar na fase inicial do melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na zona canavieira do Litoral Norte de Pernambuco, classificado por Koffler et al. (1986), na área agrícola

da Usina Santa Tereza, Engenho Terra Rica, município de Goiana, com coordenadas geográficas (07°33' S e 35°00' W) e altitude de 13 m, durante o ano agrícola 2006/2007 em argissolo vermelho-amarelo de textura arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições. Foram avaliados seis tratamentos, sendo três variedades comerciais RB943365, RB867515 e RB863129 e três progênies oriundas da autofecundação dessas mesmas variedades.

Cada parcela experimental foi constituída por 5 linhas de 8 m, espaçadas de 1,20 m com 8 plântulas por linha com 1 m entre plantas, totalizando assim 40 plântulas por parcela nos caso das progênies oriundas da autofecundação e 40 clones no caso das variedades comerciais. As correções de pH do solo e adubações do campo foram realizadas conforme o sistema de produção canavieira da empresa agroindustrial.

O corte de cana planta foi realizado no décimo quarto mês. As variáveis analisadas foram: toneladas de pol por hectare (TPH), toneladas de cana por hectare (TCH), fibra (FIB), pol % corrigida (PCC), pureza (PZA), teor de sólidos solúveis (BRIX), a 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 m²). Toneladas de pol por hectare (TPH) foi obtido por meio da expressão (TCH x PCC / 100). O teor de sólidos solúveis (BRIX) foi mensurado com refratômetro de campo, 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 estimado através da expressão (TCH x ATR) / 1000.

Para calcular as variáveis fibra, pol % corrigida (PC), pureza (PZA), açúcares redutores (AR) e açúcar total recuperável (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 aditivo linear: $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$. Onde:

Y_{ij} : é a observação do i -ésimo genótipo no j -ésimo bloco;

μ : média geral;

g_i : é o efeito do i -ésimo genótipo;

b_j : é o efeito do j -ésimo bloco;

ε_{ij} : é o erro experimental.

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

As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,01$).

Em se tratando de efeitos fixos de tratamentos (tabela 2) os seguintes parâmetros foram estimados de acordo com a metodologia apresentada por Cruz (2006).

Variância fenotípica: $\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QM(\text{Genótipos})}{r}$

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

Componente quadrático que expressa a variabilidade genotípica média:

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

Coefficiente de determinação genotípico, baseado

na média de genótipos: $h^2 = \frac{\hat{\varphi}_g^2}{\hat{\sigma}_f^2}$

Coefficiente de variação genético:

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

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

Para quantificar a divergência genética entre o material genético avaliado, dentre as alternativas disponíveis, utilizou-se como medida de dissimilaridade a distância Euclidiana média padronizada. As análises genético-estatísticas foram processadas com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 3) detectou diferenças significativas, pelo teste F, a 1 % de probabilidade ($p < 0,01$) para as variáveis toneladas

de pol por hectare (TPH), toneladas de cana por hectare (TCH) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha).

Este resultado revela a ocorrência de uma alta magnitude de variabilidade genética entre as progênies e variedades avaliadas, para esses três caracteres, que estão entre os mais importantes componentes de produção em cana-de-açúcar (Bastos et al., 2003). Melo et al. (2006) apresentaram resultados concordantes para as variáveis TPH e TCH.

Os coeficientes de variação (CV%), de acordo com a classificação proposta por Gomes (1990), oscilaram entre baixo e médio, variando de 3,16 % para a variável pureza (PZA) a 19,20 % para a variável toneladas de pol por hectare (TPH), confirmando uma boa precisão experimental. Bressiani et al. (2002) apresentaram semelhante faixa de valores para o coeficiente de variação em relação ao teor de sólidos solúveis (BRIX) e toneladas de cana por hectare (TCH), estimados em torno de 2,6 % e 12,8 %, respectivamente, cuja oscilação desses valores foi classificado como baixo e médio, sendo, portanto, concordante com os resultados apresentados no presente trabalho. Retirar ramalho

Em relação aos parâmetros estimados, observa-se um valor elevado dos componentes quadráticos, que expressam a variabilidade genotípica média e altamente superior a variância ambiental, para as variáveis TPH, TCH e ATR t/ha, indicando 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 de seleção neste ambiente (Tabela 4).

O índice b que expressa a razão entre o coeficiente de variação genético (CVg) e o coeficiente de variação experimental (Cve), apresentou valores de magnitudes satisfatórias para as variáveis TPH, TCH e ATR t/ha respectivamente. Para Ferreira (2006), quando o índice b atinge valor igual ou superior a uma unidade, indica uma situação muito favorável para seleção e um grande potencial do material genético avaliado para fins de melhoramento.

Os valores do coeficiente de determinação genótipos foram elevados para as variáveis TPH, TCH e ATR t/ha, mostrando predominância do componente genético sobre o ambiental. Esses resultados, segundo Gonçalves et al. (2007), é um

indicativo de sucesso na recombinação das progênes e variedades comerciais avaliadas.

Para Borém (2001) este resultado assume fundamental importância para o fitomelhorista, sobretudo no que diz respeito à escolha dos métodos de melhoramento mais adequados para as progênes avaliadas. Para Melo et al. (2009) significa perspectivas de ganhos genéticos significativos com a prática da seleção.

Estes elevados valores dos coeficientes de determinação genotípicos para as variáveis TPH TCH e ATR t/ha confirmam a eficiência em se praticar a seleção com base na média das progênes para caracteres de baixa herdabilidade. Oliveira et al. (2008), ao selecionarem progênes superiores, em cana-de-açúcar, para a produção de biomassa, observaram que a herdabilidade individual para a variável TCH apresentou média magnitude, em contrapartida, ao estimarem a herdabilidade média em nível de progênes, esses mesmos autores observaram uma alta magnitude para a variável TCH.

A comparação de médias pelo teste de Tukey (Tabela 3), a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), revelou que as variedades RB867515 e RB863129 exibiram maiores valores com relação aos caracteres TPH, TCH e ATR t/ha, diferindo estatisticamente das progênes oriundas da autofecundação.

Na Tabela 6 encontram-se as estimativas de dissimilaridade, com base na distância Euclidiana Média Padronizada no material genético avaliado no presente trabalho.

Observa-se que a distância euclidiana média padronizada apresentou como mais distante geneticamente as progênes 2 e 3, estimadas em torno de 2,07. Dissimilaridade genética satisfatória foi observada também entre a variedade RB867515

e progênie 3 e entre as progênes 5 e 3 cujos valores foram estimados em torno 1,88 e 2,03 respectivamente.

Assim sendo, o fitomelhorista tem a sua disposição resultados favoráveis com base na medida de dissimilaridade que foi utilizada, podendo escolher com maior segurança os cruzamentos a serem realizados e, conseqüentemente, com perspectivas favoráveis de obtenção de novas populações melhoradas e clones elites de maior efeito heterótico.

CONCLUSÕES

As altas estimativas de herdabilidade média para as variáveis toneladas de pol por hectare toneladas de cana por hectare e toneladas de açúcar total recuperável por hectare indicam haver a possibilidade de sucesso na seleção com base nesses caracteres.

Pelo distanciamento genético evidenciado, cruzamentos entre a variedade 2 (RB943365), 4 (RB867515) e a progênie 5 (RB863129AUTO) com a progênie 3 (RB867515AUTO) podem, resultar em novas combinações de alelos favoráveis com perspectivas de obtenção de novos indivíduos geneticamente superiores e de maior efeito heterótico.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC), Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA) e a Usina Santa Tereza por todo o apoio concedido e viabilização da pesquisa e, especialmente, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

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

FV	GL	SQ	QM	F
Blocos	r-1	SQB	QMB	
Genótipos	g-1	SQG	QMG	QMG/QMR
Resíduo	(r-1)(g-1)	SQR	QMR	
Total	gr-1	SQTo		

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

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

Modelo fixo		
FV	E(QM)	F
Blocos	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	-
Genótipos	$\sigma^2 + r\varphi_g^2$	QMG / QMR
Resíduo	Σ^2	

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos caracteres, toneladas de pol por hectare (TPH), toneladas de cana por hectare (TCH), fibra (FIB), pol % corrigida (PC), pureza (PZA), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha), avaliados aos quatorze meses de idade em cana planta, em experimento conduzido na Zona Canavieira do Litoral Norte de Pernambuco, Usina Santa Tereza, Goiana - PE, ano agrícola 2006/2007.

Quadrados Médios									
F.V.	G.L.	TPH	TCH	FIB	PCC	PZA	BRIX	ATR	ATR t/ha
Blocos	4	2,81	117,95	0,73	0,29	1,08	0,58	27,07	3,03
Trat	5	36,40**	1766,41**	0,08 ^{ns}	1,08 ^{ns}	8,59 ^{ns}	1,08 ^{ns}	63,39 ^{ns}	35,29**
Resíduo	20	2,86	98,42	0,51	0,69	7,06	1,20	47,80	2,65
Média		8,80	61,52	13,60	14,29	84,02	20,65	142,11	8,76
CV(%)		19,20	16,13	5,27	5,81	3,16	5,30	4,86	18,57

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

ns não significativo, pelo teste F

CV(%) Coeficiente de variação

Tabela 4. Estimativa de parâmetros para os caracteres toneladas de pol por hectare (TPH), toneladas de cana por hectare (TCH), fibra (FIB), pol % corrigida (PC), pureza (PZA), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR) e toneladas de ATR por hectare (ATR t/ha) avaliados aos quatorze meses de idade em cana planta, em experimento conduzido na Zona Canavieira do Litoral Norte de Pernambuco, Usina Santa Tereza, Goiana - PE, ano agrícola 2006/2007.

Parâmetros	TPH	TCH	FIBRA	PC	PZA	BRIX	ATR	ATR t/ha
φ_g^2	6,71	333,60	0,00	0,08	0,31	0,00	3,12	6,53
σ_e^2	0,57	19,68	0,10	0,14	1,41	0,24	9,56	0,53
CVg(%)	29,42	29,69	0,00	1,97	0,66	0,00	1,24	29,17
CVg/CVe	1,53	1,84	0,00	0,34	0,21	0,00	0,26	1,57
h^2	92,15	94,43	0,00	36,57	17,78	0,00	24,60	93,50

φ_g^2 Componente quadrático que expressa a variabilidade genotípica média

σ_e^2 Variância ambiental média

CVg Coeficiente de variação genético

CVe Coeficiente de variação ambiental

h^2 Coeficiente de determinação genotípico

Tabela 5. Comparação de médias referente às variáveis toneladas de pol por hectare (TPH), toneladas de cana por hectare (TCH), fibra (FIB), pureza (PZA), teor de sólidos solúveis (BRIX), açúcar total recuperável (ATR) e toneladas de açúcar total recuperável por hectare (ATR t/ha).

T	Variáveis							
	TPH t/ha	TCH t/ha	FIB %	PCC %	PZA %	BRIX %	ATR kg/t	ATR t/ha
1	6,31 c	43,40 c	13,59 a	14,50 a	83,72 a	21,04 a	144,37 a	6,27 c
2	9,85 ab	67,36 ab	13,81 a	14,61 a	84,59 a	21,06 a	144,69 a	9,76 ab
3	7,51 bc	55,90 bc	13,58 a	13,38 a	81,73 a	19,88 a	135,35 a	7,63 bc
4	12,07 a	84,20 a	13,48 a	14,30 a	85,31 a	20,32 a	141,28 a	11,92 a
5	5,66 c	38,54 c	13,66 a	14,61 a	85,09 a	20,88 a	144,32 a	5,59 c
6	11,42 a	79,69 a	13,45 a	14,31 a	83,69 a	20,72 a	142,66 a	11,37 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T. Tratamentos

- | | |
|---|-------------|
| 1. Progênie oriunda da autofecundação da variedade RB943365 | 2. RB943365 |
| 3. Progênie oriunda da autofecundação da variedade RB867515 | 4. RB867515 |
| 5. Progênie oriunda da autofecundação da variedade RB863129 | 6. RB863129 |

Tabela 6. Medidas de dissimilaridade entre seis progênies de cana-de-açúcar. Com base na distância Euclidiana Média Padronizada.

Progênies	1	2	3	4	5	6
1						
2	0,94					
3	1,72	2,07				
4	1,43	1,24	1,88			
5	0,59	0,89	2,03	1,42		
6	1,09	1,16	1,60	0,72	1,38	

Nota: 1. RB943365 AUTO (Progênie oriunda da autofecundação da variedade RB943365)

2. RB943365

3. RB867515 AUTO (Progênie oriunda da autofecundação da variedade RB867515)

4. RB867515

5. RB863129 AUTO (Progênie oriunda da autofecundação da variedade RB863129)

6. RB863129

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- | | |
|---|---|
| 1. BASTOS, I.T.; BARBOSA, M.H.P.; CRUZ, C.D.; BURNQUIST, W.L.; BRESSIANI, JA.; SILVA, F.L. Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. <i>Bragantia</i> , v. 62, n. 2, p. 199-206, 2003. | 3. CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2006. 585 p. |
| 2. BRESSIANI, J.A.; VENCOVSKY, R.; BURNQUIST, W.L. Interação entre famílias de cana-de-açúcar e locais: efeito na resposta esperada com a seleção. <i>Bragantia</i> , v. 61, n. 1, p. 1-10, 2002. | 4. CRUZ, C.D. Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2006. 442 p. |

5. FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. 4.ed. London: Longman, 1996. 464p.
6. FERNANDES, A.C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. Piracicaba: EME, 2003. 240 p.
7. FERREIRA, P.V. Melhoramento de Plantas 3: estimação de parâmetros genéticos. Maceió: EDUFAL, 2006. 88 p.
8. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. Piracicaba: USP, 1990. 467 p.
9. GONÇALVES, G.M.; VIANA, A.P.; BEZEERA 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.
10. KOFFLER, N.F.; LIMA, J.F.W.F.; DE LACERDA, M.F.; SANTANA, J.F.; SILVA, M.A. Caracterização edafo-climática das regiões canavieiras do Brasil: Pernambuco. Piracicaba: IAA, 1986. 78 p.
11. MAMEDE, R.Q.; BASSINELO, A.I.; CASA GRANDE, A. A.; MIOQUE, J.Y.J. 2002. Potencial produtivo de clones RB de cana-de-açúcar no município de Nova Europa – SP. STAB: açúcar, álcool e subprodutos, v. 20, n. 3, p. 32-35, 2002.
12. MATSUOKA, S.; GARCIA, A.A.F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 2005. p. 225-274.
13. MELO, L.J.O.T.; OLIVEIRA, F.J.; BASTOS, G.Q.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J.; REIS, O.V. Interação genótipo x ciclos de colheita de cana-de-açúcar da Zona da mata Norte de Pernambuco. Bragantia, v. 65, n. 2, p. 197-205, 2006.
14. MELO, L.J.O.T.; OLIVEIRA, F.J.; BASTOS, G.Q.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J.; REIS, O.V. Desempenho agroindustrial de variedades de cana-de-açúcar na zona da mata litoral sul de Pernambuco. Ciência e Agrotecnologia, v.33, n. 3, p. 684-691, 2009.
15. OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; BESPALHOK-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 Agrária, v. 9, n. 3, p. 269-274, 2008.
16. SKINNER, J. C.; HOGARTH, D. M.; WU, K.K. Selection methods, criteria and indices. In: HEINZ, D. J. Sugarcane improvement through breeding. Amsterdam: Elsevier, 1987. p. 409-453.
17. STUPIELLO, J. P. Conversando com a cana. STAB. Açúcar, álcool e subprodutos, v. 20, n.6, p. 38, 2002.