

**Seleção de genótipos de cana-de-açúcar em três épocas de colheita**

**Sugarcane genotypes selection in three harvest times**

**Selección de genotipos de caña de azúcar en tres temporadas de cosecha**

Recebido: 30/07/2020 | Revisado: 11/08/2020 | Aceito: 20/08/2020 | Publicado: 26/08/2020

**João de Andrade Dutra Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9515-7267>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: [joaodutrafilho7@gmail.com](mailto:joaodutrafilho7@gmail.com)

**Tercilio Calsa Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8302-2031>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: [terciliojr@yahoo.com.br](mailto:terciliojr@yahoo.com.br)

**Djalma Euzébio Simões Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8313-0235>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [desn@oi.com.br](mailto:desn@oi.com.br)

**Lauter Silva Souto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1053-0297>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [lautersouto@yahoo.com.br](mailto:lautersouto@yahoo.com.br)

**Rômulo Gil de Luna**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8350-5615>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [romulo.gil.luna@gmail.com](mailto:romulo.gil.luna@gmail.com)

**Anielson dos Santos Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0145-0989>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [anielsonsantos@gmail.com](mailto:anielsonsantos@gmail.com)

**Odair Honorato de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5462-241X>

Universidade Federal da Grande Dourados

E-mail: [odairhonorato2020@gmail.com](mailto:odairhonorato2020@gmail.com)

**Fabiana Aparecida Cavalcanti Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4674-895X>

Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: [fabiana.acs@gmail.com](mailto:fabiana.acs@gmail.com)

## **Resumo**

Objetivou-se com este trabalho a seleção de genótipos de cana-de-açúcar, para três épocas de colheita, a partir da utilização de técnicas multivariadas. Os experimentos foram conduzidos na área agrícola da Usina União e Indústria, município de Primavera, Pernambuco. Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados com quatro repetições. Os caracteres agroindustriais avaliados 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) e açúcar total recuperável (ATR). Realizaram-se quatro testes multivariados, testes de efeitos entre sujeitos e comparações múltiplas. Realizou-se ainda a análise de componentes principais visando a discriminação dos genótipos quanto ao desempenho agroindustrial nas épocas de colheita. A análise de variância multivariada (MANOVA) revelou que há efeito significativo das épocas de colheita sobre os caracteres dos genótipos. Os testes de efeitos entre sujeitos revelaram, por sua vez, diferenças significativas entre os caracteres nas respectivas épocas de colheita, indicando a presença de variabilidade genética e a possibilidade de seleção de materiais produtivos para as três épocas que correspondem a três segmentos distintos de maturação. O genótipo RB92579 se destaca quanto a produtividade e maior rentabilidade econômica, podendo ser cultivado e colhido em qualquer segmento de maturação.

**Palavras-chave:** Genética Biométrica; Melhoramento vegetal; *Saccharum* spp.; Técnicas multivariadas.

## **Abstract**

The objective of this work was the selection of sugarcane genotypes, for three harvest times, using multivariate techniques. The experiments were conducted in the União e Indústria Sugarmill agricultural area, municipality of Primavera, Pernambuco. A randomized complete block design with four replications were used. The agro-industrial traits evaluated were: tons of pol per hectare (TPH), tons of cane per hectare (TCH), fiber (FIB), pol% corrected (PCC), purity (PZA), soluble solids content (BRIX) and sugar total recoverable amount (ATR). Four multivariate tests, an effect test between subjects and multiple comparisons were performed. The main component analysis was also carried out aiming genotypes discrimination regarding

the agroindustrial performance at harvest times. Multivariate variance analysis (MANOVA) revealed that there is a significant effect of harvest times on the genotypes traits. The effect test between the subjects revealed, in turn, significant differences in the traits in the respective harvest seasons, indicating the presence of genetic variability and the possibility of selecting productive materials for the three times that correspond to three different maturation segments. The RB92579 genotype present high productivity and greater economic profitability, being able to be cultivated and harvested in any maturation segment.

**Keywords:** Biometric Genetic; Multivariate techniques; Plant Breeding; *Saccharum* spp.

### **Resumen**

El objetivo de este trabajo fue la selección de genotipos de caña de azúcar, para tres temporadas de cosecha, utilizando técnicas multivariadas. Los experimentos se realizaron en la zona agrícola de União e Indústria, município de Primavera, Pernambuco. Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorios con cuatro repeticiones. Los caracteres agroindustriales evaluados fueron: toneladas de pol por hectárea (TPH), toneladas de caña por hectárea (TCH), fibra (FIB), pol% corregido (PCC), pureza (PZA), contenido de sólidos solubles (BRIX) y azúcar. Importe total recuperable (ATR). Se realizaron cuatro pruebas multivariadas, una prueba de efecto entre sujetos y comparaciones múltiples. También se realizó el análisis de componentes principales con el objetivo de discriminar los genotipos con respecto al desempeño agroindustrial en temporadas de cosecha. El análisis de varianza multivariado (MANOVA) reveló que existe un efecto significativo de las temporadas de cosecha sobre los caracteres de los genotipos. La prueba de efecto entre los genotipos reveló, a su vez, diferencias significativas entre los caracteres en las respectivas temporadas de cosecha, lo que indica la presencia de variabilidad genética y la posibilidad de seleccionar materiales productivos para las tres temporadas que corresponden a tres segmentos de maduración diferentes. El genotipo RB92579 destaca en términos de productividad y mayor rentabilidad económica, pudiendo ser cultivado y cosechado en cualquier segmento de maduración.

**Palabras clave:** Genética Biométrica; Fitomejoramiento; *Saccharum* spp.; Técnicas multivariadas.

### **1. Introdução**

O setor canavieiro no Brasil, possui atualmente um grande volume de genótipos, desenvolvidos pelos programas de melhoramento (Souza et al., 2012). Estes materiais

apresentam características de interesse à agroindústria canavieira para atender as exigências dos vários ambientes de produção com suas condições edafoclimáticas, sendo submetidos a sucessivas avaliações, com o objetivo de conhecer o seu desempenho e assim proceder às recomendações de cultivos comerciais (Melo et al., 2006; Teixeira, et al., 2011).

De acordo com Perina et al. (2010) o comportamento diferencial de um genótipo em ambientes distintos, que no caso específico da cana-de-açúcar, pode ser os locais, os ciclos e as épocas de colheita, é definido como interação genótipo x ambiente.

Em Pernambuco, experimentos de competição de variedades (genótipos) de cana-de-açúcar são colhidos em início de safra, que corresponde aos meses de setembro e outubro; nesse caso, busca-se identificar genótipos de maturação precoce. Meio de safra, correspondendo aos meses de novembro e dezembro, e final de safra que corresponde a janeiro e fevereiro; considerando em média três ciclos de colheita, cana planta, cana soca e cana ressoca para também avaliar a longevidade nas soqueiras (Souza et al., 2012).

Esses experimentos são fundamentalmente importantes na identificação de genótipos de maior produtividade agrônômica e industrial em cada segmento de maturação, uma vez que, em apenas dois meses de atividade é impossível para as usinas e destilarias efetuarem a moagem do grande volume de material colhido em suas áreas de cultivo. É importante ainda verificar se a maior produtividade de um conjunto de genótipos é devida ao potencial genético dos mesmos ou se essa maior produtividade está sendo favorecida pelas variações ambientais.

A análise de variância multivariada (MANOVA) permite avaliar o efeito de uma variável independente categórica sobre um conjunto de variáveis dependentes, no caso específico da cana-de-açúcar, no presente trabalho, permite verificar se as épocas de colheita têm efeitos significativos nos caracteres agroindustriais do conjunto de genótipos em avaliação.

Além disso, outras técnicas multivariadas como a metodologia de componentes principais proporciona a simplificação de um grande volume de dados, obtidos de um grupo de n caracteres, em poucos componentes (Iqbal et al., 2008). Consequentemente é possível a discriminação dos genótipos, quanto ao desempenho apresentado nas respectivas épocas de colheita, em gráficos bidimensionais, estabelecidos pela combinação linear desses n caracteres (Cruz et al. 2014).

Em virtude dos fatos mencionados, este trabalho teve por objetivo a seleção de genótipos de cana-de-açúcar, para três épocas de colheita, a partir da utilização de técnicas multivariadas.

## 2. Metodologia

Três experimentos foram instalados na área agrícola da Usina União e Indústria, localizada no município de Primavera, com coordenadas geográficas 08°19'53"S e 35°21'15"W, durante os anos agrícolas 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008.

Cada experimento foi desenvolvido visando avaliar a produtividade agroindustrial de 26 genótipos, identificados na Tabela 1, em três épocas distintas: início de safra (para identificação de genótipos de maturação precoce), meio de safra e final de safra.

**Tabela 1.** Identificação e procedência dos 26 genótipos de cana-de-açúcar.

Genótipos	Procedência
1. RB867515	RIDESA
2. RB92579	RIDESA
3. SP81-3250	COPERSUCAR
4. Q138	AUSTRÁLIA
5. RB863129	RIDESA
6. SP79-1011	COPERSUCAR
7. RB93509	RIDESA
8. RB75126	RIDESA
9. RB942520	RIDESA
10. SP78-4764	COPERSUCAR
11. RB892700	RIDESA
12. RB953180	RIDESA
13. RB942898	RIDESA
14. RB953281	RIDESA
15. RB952900	RIDESA
16. RB942991	RIDESA
17. RB72454	RIDESA
18. RB872552	RIDESA
19. RB943365	RIDESA
20. RB952675	RIDESA
21. RB928064	RIDESA
22. RB942849	RIDESA
23. RB813804	RIDESA
24. RB943161	RIDESA
25. RB943066	RIDESA
26. RB943538	RIDESA

Fonte: Elaboração dos autores.

Tais experimentos foram delineados em blocos completos casualizados com quatro repetições, sendo cada parcela experimental constituída por 5 linhas de 8 m, com espaçamento de 1 m entre linhas e 1 m entre plantas. As correções de pH do solo e adubações do campo foram realizadas conforme o sistema de produção canavieira da empresa agroindustrial.

Os caracteres avaliados 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) e açúcar total recuperável (ATR). TCH foi estimada efetuando-se a pesagem, em kg, de todos os colmos da parcela, transformando posteriormente o peso da parcela em TCH por meio da seguinte equação ( $\text{Peso total da parcela} \times 10 / \text{área útil da parcela em m}^2$ ). Toneladas de pol por hectare (TPH) foi obtido por meio da expressão ( $\text{TCH} \times \text{PCC} / 100$ ). O teor de sólidos solúveis (BRIX) foi mensurado com refratômetro em laboratório com leitura de amostra homogênea do caldo de dez colmos, retirados ao acaso de cada parcela. Para calcular as variáveis fibra, pol % corrigida (PCC), pureza (PZA) e açúcar total recuperável (ATR), seguiu-se a metodologia proposta por Fernandes (2003).

Através da equação ( $\text{Preço do quilo do ATR} \times \text{ATR (kg/t)} \times \text{TCH}$ ), efetuou-se a análise da rentabilidade econômica bruta dos genótipos.

Na análise de Variância Multivariada (MANOVA), para avaliação das diferenças entre os vetores de médias dos genótipos, nas respectivas épocas de colheita, foram utilizados quatro testes: rastreio de Pilai, lambda de Wilks, rastreio de Hotelling e maior raiz de Roy. Foram realizadas ainda, os testes de efeitos entre sujeitos seguido pelas comparações múltiplas com base no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de componentes principais foi feita com dados padronizados individuais de cada genótipo, conforme Cruz et al. (2014). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares Genes (Cruz, 2013) e IBM SPSS Statistics.

### **3. Resultados e Discussão**

Os resultados referentes a análise de variância multivariada dos caracteres agroindustriais TPH, TCH, FIB, PCC, PZA BRIX e ATR, avaliados em três épocas e três ciclos de colheita, são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Resumo da Análise de Variância Multivariada (MANOVA) dos caracteres agroindustriais de 26 genótipos de cana-de-açúcar avaliados em três épocas de colheita.

Testes multivariados					
Efeito		Valor	F	GL de hipótese	GL erro p
ÉPOCAS	Rastreio de Pillai	1.313	18.826	14.000	138.000 0.000
	Lambda de Wilks	0.066	28.194 <sup>a</sup>	14.000	136.000 0.000
	Rastreio de Hotelling	8.466	40.518	14.000	134.000 0.000
	Maior raiz de Roy	7.720	76.099 <sup>b</sup>	7.000	69.000 0.000

a. Estatística exata

b. A estatística é um limite superior em F, que gera um limite inferior no nível de significância.

Fonte: Elaboração dos autores

Constata-se que os quatro testes multivariados evidenciaram diferenças significativas ( $P < 0.01$ ) entre os vetores de médias dos genótipos. Este resultado revela efeito significativo das respectivas épocas de colheita sobre os caracteres agroindustriais dos genótipos em questão. Em termos práticos de genética e melhoramento vegetal, a MANOVA, revelou que as épocas de colheita são ambientes contrastantes que influenciam a expressão fenotípica dos caracteres, logo é fundamental verificar, por meio dos testes de efeitos entre sujeitos, em quais médias dos respectivos caracteres existem diferenças significativas.

Para Ferreira et al. (2003), esses resultados justificam a utilização de outras técnicas multivariadas como a análise de componentes principais que irão proporcionar uma simplificação estrutural do grande volume de dados originais, obtidos, no presente trabalho, de 26 genótipos de cana-de-açúcar, em três épocas e três ciclos de colheita, sendo possível a discriminação desses genótipos, quanto ao desempenho agroindustrial, em gráficos bidimensionais estabelecidos pela combinação linear desses caracteres.

Os testes de efeitos entre sujeitos estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Testes de efeitos entre sujeitos (ANOVA UNIVARIADA) dos caracteres agroindustriais TPH, TCH, FIB, PCC, PZA, BRIX e ATR em três épocas de colheita.

Testes de efeitos entre sujeitos						
Origem	Variável dependente	Tipo III Soma dos		Quadrados		
		Quadrados	GL	Médios	F	p
ÉPOCAS	TPH	5.753	2	2.877	1.525	0.224
	TCH	1016.756	2	508.378	5.612	0.005
	FIB	74.480	2	37.240	147.072	0.000
	PCC	38.436	2	19.218	51.604	0.000
	PZA	93.773	2	46.886	20.292	0.000
	BRIX	97.882	2	48.941	101.948	0.000
	ATR	3048.287	2	1524.143	48.003	0.000

Fonte: Elaboração dos autores.

Foram detectadas diferenças significativas ( $P < 0.01$ ) entre os genótipos para todos os caracteres avaliados em todas as épocas de colheitas, exceto para o caractere TPH. Indicando a existência de variabilidade genética no material avaliado, sendo possível a seleção de genótipos de maior produtividade agroindustrial. Melo et al. (2009), avaliando o desempenho agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar obtiveram resultados semelhantes. Esses autores verificaram um alto grau de variabilidade genética entre os cultivares conseguindo selecionar materiais mais produtivos.

Para as médias dos caracteres PCC, BRIX e ATR, verifica-se diferenças significativas entre todas as épocas de colheita (Tabela 4).

**Tabela 4.** Contraste entre as médias dos caracteres TPH, TCH, FIB, PCC, PZA, BRIZ e ATR avaliados em 26 genótipos de cana-de-açúcar em três épocas de colheita.

Comparações múltiplas					
Tukey HSD					
Variável dependente	(I) ÉPOCAS	(J) ÉPOCAS	Diferença média (I-J)	Estatística do teste Padrão	p
TPH	1	2	-0.3027	0.38092	0.707
		3	0.3685	0.38471	0.606
	2	1	0.3027	0.38092	0.707
		3	0.6712	0.38471	0.196
	3	1	-0.3685	0.38471	0.606



		2	-0.6712	0.38471	0.196
TCH	1	2	6.8150*	2.63981	0.031
		3	8.3533*	2.66608	0.007
	2	1	-6.8150*	2.63981	0.031
		3	1.5383	2.66608	0.833
	3	1	-8.3533*	2.66608	0.007
		2	-1.5383	2.66608	0.833
FIB	1	2	-1.9681*	0.13956	0.000
		3	-2.1795*	0.14095	0.000
	2	1	1.9681*	0.13956	0.000
		3	-0.2114	0.14095	0.297
	3	1	2.1795*	0.14095	0.000
		2	0.2114	0.14095	0.297
PCC	1	2	-1.6858*	0.16926	0.000
		3	-1.1402*	0.17094	0.000
	2	1	1.6858*	0.16926	0.000
		3	0.5455*	0.17094	0.006
	3	1	1.1402*	0.17094	0.000
		2	-0.5455*	0.17094	0.006
PZA	1	2	-2.0204*	0.42159	0.000
		3	-2.5630*	0.42579	0.000
	2	1	2.0204*	0.42159	0.000
		3	-0.5426	0.42579	0.414
	3	1	2.5630*	0.42579	0.000
		2	0.5426	0.42579	0.414
BRIX	1	2	-2.6835*	0.19217	0.000
		3	-1.8446*	0.19408	0.000
	2	1	2.6835*	0.19217	0.000
		3	0.8388*	0.19408	0.000
	3	1	1.8446*	0.19408	0.000
		2	-0.8388*	0.19408	0.000
ATR	1	2	-15.2023*	1.56281	0.000
		3	-9.2128*	1.57836	0.000
	2	1	15.2023*	1.56281	0.000
		3	5.9895*	1.57836	0.001
	3	1	9.2128*	1.57836	0.000
		2	-5.9895*	1.57836	0.001

\*. A diferença média é significativa no nível .05.

Fonte: Elaboração dos autores.

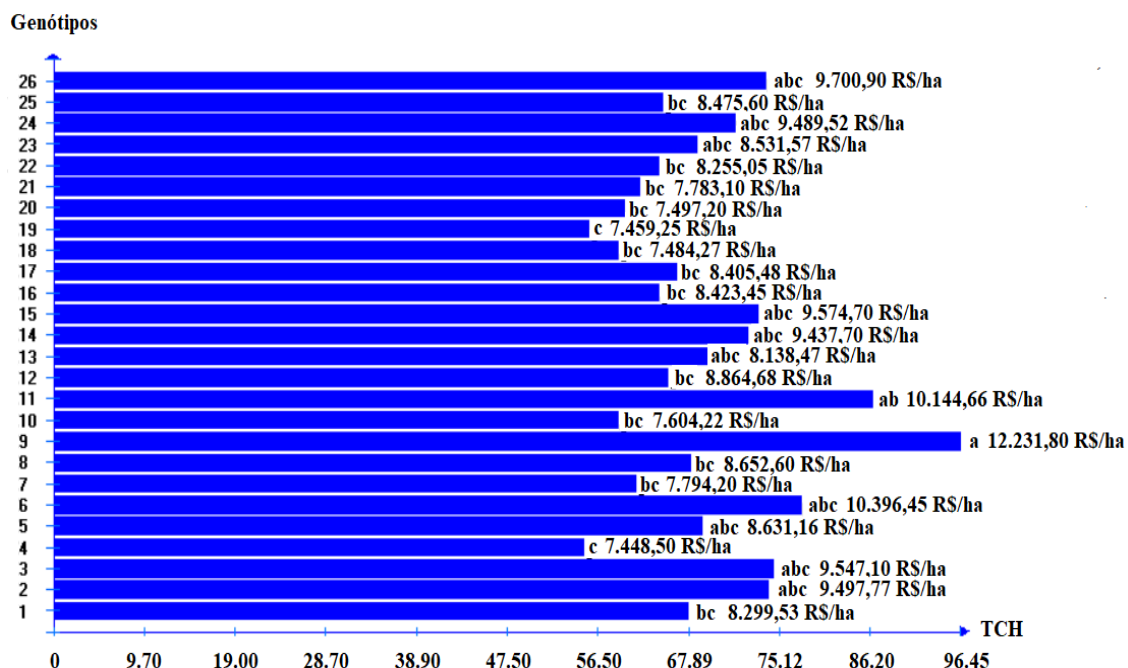
A média do caractere TCH, na época 1, difere significativamente das épocas 2 e 3. Na época 2 difere significativamente da época 1 e na época 3 difere significativamente da época 1.

Para o caractere FIB, a média na época 1 difere significativamente das épocas 2 e 3. Na época 2 difere significativamente da época 1 e na época 3 difere da época 1.

A média do caractere pureza, na época 1, difere significativamente das épocas 2 e 3. Na época 2 difere significativamente da época 1 e na época 3 difere significativamente da época 1. Finalmente para o caractere TPH não foi verificada diferença significativa entre as médias nas épocas de colheita, sinalizando estabilidade da expressão fenotípica deste importante componente de produção.

A diferença significativa entre as médias dos caracteres, nas respectivas épocas de colheita, pode ser atribuída, de acordo com Dutra Filho et al. (2014), as variações edafoclimáticas, pois a interação genótipo x ambiente é muito acentuada na região canavieira do Estado de Pernambuco. Entretanto, é importante destacar que os testes de efeitos entre sujeitos, conforme apresentado anteriormente na Tabela 4, revelou variabilidade genética entre os genótipos, tal constatação é importante e implica a necessidade de realizar um teste comparativo da média geral dos genótipos, isto é, considerando o desempenho dos mesmos nas três épocas e três ciclos de colheita (Figura 1).

**Figura 1.** Comparações entre médias dos genótipos, para o caractere TCH, avaliados em três épocas e três ciclos de colheita. Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. R\$/ha é a rentabilidade econômica bruta dos genótipos em reais por hectare.



Fonte: Elaboração dos autores.

Através do teste de Tukey, verifica-se que a média do genótipo 9, em relação ao caractere TCH, difere estatisticamente dos genótipos 8, 1, 17, 12, 25, 22, 16, 21, 7, 20, 10, 18, 19 e 4. Verifica-se ainda que o genótipo 9 é o mais produtivo nas três épocas de colheita, isto é, nos três segmentos de maturação.

Em virtude do grande número de genótipos avaliados em três épocas e três ciclos de colheita, e do grande volume de dados gerados pela avaliação dos sete caracteres agroindustriais, realizou-se a análise dos componentes principais (Tabela 5).

**Tabela 5.** Estimativas de autovalores obtidos da matriz de correlação entre os caracteres TPH, TCH, FIB, PCC, PZA, BRIX e ATR, avaliados em 26 variedades de cana-de-açúcar

$\lambda_j$	$\lambda_j$ (%) Acumulada	Elementos de autovetores associados a						
		TPH	TCH	FIB	PCC	PZA	BRIX	ATR
3.4854	49.79	-0.011	-0.164	0.1699	0.5199	0.4157	0.4845	0.5160
2.2526	81.97	0.6467	0.6086	-0.403	0.1425	-0.030	0.0794	0.1461
0.7535	92.74	0.2121	0.2613	0.7737	-0.087	-0.401	0.3378	-0.075
0.5008	99.90	0.2137	0.1976	0.4046	-0.104	-0.739	-0.401	-0.180
0.0552	99.97	0.0016	0.0032	0.1324	-0.353	-0.149	-0.407	0.8176
0.0017	99.99	-0.677	0.6800	-0.056	-0.134	0.1406	0.1773	0.0758
0.0002	100.00	0.177	-0.181	-0.159	-0.74	0.2753	0.5351	0.0200

Fonte: Elaboração dos autores.

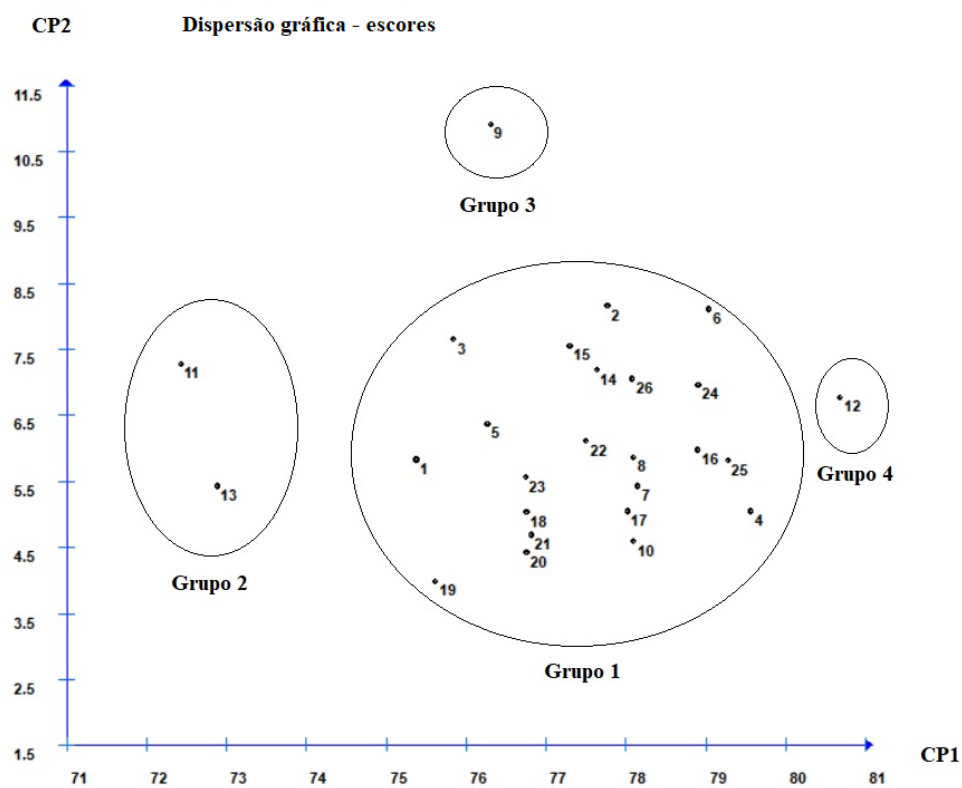
Constata-se a necessidade de apenas dois componentes principais CP1 e CP2 para simplificação do grande volume de dados gerados a partir da avaliação dos 26 genótipos de cana-de-açúcar em três épocas e três ciclos de colheita, ou seja, esses dois componentes explicam mais de 80% da variação originalmente disponível nos dados.

Sugere-se então a elaboração de um gráfico bidimensional com o objetivo de verificar a dispersão dos genótipos avaliados nos eixos 1 e 2 dos componentes principais.

De acordo com Cruz et al. (2014), nesses gráficos, os genótipos serão considerados mais similares se consistentemente situarem-se próximos e dissimilares caso situarem-se distantes graficamente. No gráfico apresentado constata-se a formação de quatro grupos, onde o primeiro reteve o maior número de genótipos avaliados (Figura 2).

O grupo 2 alocou os genótipos 11(RB93509) e 13(RB942520), os grupos 3 e 4, foram formados apenas pelos genótipos 9(RB92579) e 12(RB942520). Caso haja interesse em efetuar cruzamentos entre os genótipos avaliados, partindo do pressuposto que a cana-de-açúcar é uma espécie predominantemente alógama, e, portanto, sensível a depressão por endogamia, recomenda-se a hibridação entre os genótipos alocados em grupos distintos.

**Figura 2.** Dispersão gráfica de 26 variedades de cana-de-açúcar, em relação ao primeiro e segundo componente principal, estabelecidos pela combinação linear de nove características agroindustriais.



Fonte: Elaboração dos autores.

Dutra Filho et al. (2011), utilizou técnicas multivariadas para estimar a divergência genética em variedades e progênies S1 de cana-de-açúcar e apesar de avaliarem somente 6 genótipos, a metodologia empregada mostrou-se eficiente.

No presente trabalho, considerando a posição do genótipo RB92579 no gráfico, constata-se que o mesmo é o mais dissimilar e o que mais se destacou quanto a produtividade e rentabilidade econômica bruta, podendo ser cultivado e colhido em qualquer segmento de maturação.

#### 4. Considerações Finais

O objetivo do trabalho foi alcançado, as técnicas multivariadas foram eficientes e complementares, ou seja, forneceram um conjunto de informações que permitiu a identificação de genótipos de elevada produtividade, com destaque para o genótipo RB92579 que pode ser cultivado e colhido em qualquer segmento de maturação.

#### Referências

Cruz, C. D. (2013). GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, 35(3), 271-276.

Cruz, C. D., Regazzi, A., & Carneiro, P. C. S. (2014). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 4, 514.

Dutra Filho, J. A, Melo, L. J. O. T., Resende, L. V., Anunciação Filho, C. J., & Bastos, G. Q. (2011). Aplicação de técnicas multivariadas no estudo da divergência genética em cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agronômica*, 42(1), 185-192.

Dutra Filho, J. A., Junior, T. C., & Simoes Neto, D. E. (2014). Phenotype adaptability and stability of sugarcane genotypes in the sugarcane belt of the State of Pernambuco, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 13(3), 6865-6877.

Fernandes, A. C. (2003). *Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar*. Piracicaba: EME, 2, 240.

Ferreira, C. A., Ferreira, R. L. C., Santos, D. C., Santos, M. V. F., Silva, J. A. A., Lira, M. A., & Molica, S. G. (2003). Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(6), 1560-1568.

Iqbal, Z., Archad, M., Ashraf, M., Tariq, M., & Wahed, A. (2008). Evaluation of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] germplasm for some important morphological traits using multivariate analysis. *Pakistan Journal of Botany*, 40(6), 2323-2328.

Melo, L. J. O. T., Oliveira, F. J., Bastos, G. Q., Anunciação Filho, C. J., & Reis, O. V. D. (2006). Interação genótipo x ciclos de colheita de cana-de-açúcar da zona da mata Norte de Pernambuco. *Bragantia*, 65(2), 197-205.

Melo, L. J. O. T. D., Oliveira, F. J. D., Bastos, G. Q., Anunciação Filho, C. J. & Reis, O. V. D. (2009). Desempenho agroindustrial de cultivares de cana-de-açúcar na zona da mata litoral sul de Pernambuco. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(3), 684-691.

Perina, E. F., Carvalho, C. R. L., Chiorato, A. F., Gonçalves, J. G. R., & Carbonell, S. A. M. (2010). Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da "performance" genotípica. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(2), 398-406.

Souza, P. H. N., Bastos, G. Q., Anunciação Filho, C. J., Dutra Filho, J. A., & Machado, P. R. (2012). Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para início de safra na Microrregião Centro de Pernambuco. *Revista Ceres*, 59(5), 677-683.

Teixeira, C., Ferreira, V. M., Endres, L., Ferreira, D. T. D. R. G., & Gonçalves, E. R. (2011). Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. *Revista Caatinga*, 24(3), 56–63. <http://www.redalyc.org/html/2371/237119874008/>

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

João de Andrade Dutra Filho – 20%

Tercilio Calsa Júnior – 15%

Djalma Euzébio Simões Neto – 15%

Lauter Silva Souto – 10%

Rômulo Gil de Luna – 10%

Anielson dos Santos Souza – 10%

Odair Honorato de Oliveira – 10%

Fabiana Aparecida Cavalcanti Silva – 10%