UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS BIOMÉTRICAS EN LA SELECCIÓN DE CLONES RB DE CAÑA-DE-AZÚCAR DE LA SÉRIE 00

JOÃO DE ANDRADE DUTRA FILHO[1]; DIOGO HENRIQUE DE AQUINO BORGES[2]; AMARO EPIFÂNIO PEREIRA SILVA[3]; DJALMA EUZÉBIO SIMÕES NETO[1*]; LEONAM JOSÉ DA SILVA[1*]; ISMAEL GAIÃO DA COSTA[2]; NATHALIA MACENA SOBRAL[1*]; GERSON QUIRINO BASTOS[4.]

[1]EECAC/PMGCA/UFRPE/RIDESA. DOUTORANDO PPGG/UFPE; [1*]EECAC/PMGCA/UFRPE/RIDESA; [2]DOUTORANDO PPGMGP/UFRPE; [3]MESTRANDO PPGMGP/UFRPE; [4] DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA UFRPE.

RESUMEN

Con este trabajo se objetivó: i) evaluar el potencial agrícola e industrial de 10 clones RB de la serie 00 en la microrregión de caña de azúcar del Litoral Sul de Pernambuco, ii) evaluar a la longevidad del material genético considerado, como también la interacción genotipo x cortes a través del análisis de varianza conjunta de experimentos considerando los cultivos de caña planta, soca y segunda soca. El experimento fue conducido en el área agrícola del Ingenio Bom Jesús, durante los años agrícolas 2007/2008, 2008/2009 y 2009/2010. Se utilizó el delineamiento experimental de bloques casualizados con 4 repeticiones, los variables analizados fueron: toneladas de pol por hectárea (TPH), toneladas de caña por hectárea (TCH), fibra (FIB), pol % corregida (PCC), pureza (PZA), concentración de sólidos solubles (BRIX) y azúcar total recuperable (ATR). El análisis de varianza conjunta de experimentos reveló diferencias significativas reflejando la heterogeneidad del material genético considerado. A través de los parámetros estimados se obtuvo elevados valores del coeficiente de determinación genotípico para TPH, TCH y PCC indicando una alta probabilidad de éxito con la práctica da selección. Por la prueba de Scott & Knott aplicado, se constató que los clones RB002900 y RB002754, y la variedad RB002504 se destacaron cuanto a la productividad, siendo recomendados para cultivo en la microrregión de caña de azúcar del Litoral Sul de Pernambuco para cosecha en el inicio de la zafra.

Palabras-clave: Mejoramiento Genético, Productividad agrícola, *Saccharum* spp.

USE OF THE SELECTION BIOMETRIC TECHNIQUES RB CLONES OF CANE SUGAR SERIES 00

SUMMARY

The aim of this research was evaluate the agricultural and industrial potential of 10 clones of sugarcane RB series '00' in South Coast of Pernambuco microregion and evaluate the longevity of the genetic material, as well as the interaction between genotype versus crop through experimental variance analysis considering the growing of plant cane, ratoon cane and ressoca or the third sugarcane harvest. The work was conducted in the agricultural area of Sugar Mill Bom Jesus during the agricultural years 2007/2008, 2008/2009 and 2009/2010. The experimental design was organized as random blocks and four treatments. the variables analyzed were: pol tons per hectare (TPH), tons of cane per hectare (TCH), fiber (FIB), pol% correction (PCC), purity (PZA), soluble solids content (Brix) and total of recovered sugar (TRS). The variance analysis of experiments revealed significant differences reflecting the heterogeneity of the genetic material. By estimated parameters were obtained high coefficients of genotypic determination to TPH, TSS and PCC indicating a high probability of successful by improvement. The clones RB002900, RB002754 and RB002504 variety was recommended by Scott & Knott applied method for the early of the harvest season in the South Coast of Pernambuco microregion.

Keywords: Breeding, Agricultural productivity, *Saccharum* spp.

INTRODUCCIÓN

La selección de clones potenciales que vengan a ser ampliamente cultivados en nivel comercial es una etapa de fundamental importancia en los programas de mejoramiento genético da caña-de-azúcar, esto porque, con el pasar del tiempo las variedades comerciales deben ser sustituidas de sus áreas de cultivo en virtud de la degeneración varietal que tiene ocasionado considerables pérdidas en los rendimientos agrícola e industrial (Resende y Barbosa 2005; Silva et. al., 1999).

Además de la degeneración varietal, la obtención de clones genéticamente superiores, tiene como objetivo superar otras limitaciones que serian: necesidad de mayor productividad debido al aumento expresivo da población y de la zona agrícola, susceptibilidad a enfermedades y plagas, y, de energía limpia y renovable para reducción de los impactos ambientales.

Se espera aun, al seleccionar un nuevo clon, que lo mismo presente longevidad, o sea, elevada productividad de caña e de azúcar en los cultivos de caña planta, soca y resoca. Por este motivo, experimentos abarcando esta cultura son cosechados en promedio con tres cortes visando comparar o desempeño y la longevidad de nuevos clones con variedades de amplio cultivo comercial (Ferreira et. al., 2005).

Con base en esas consideraciones en este trabajo tubo por objetivos: i) evaluar el potencial agrícola e industrial de 10 clones RB de la serie 00 en la microrregión de caña do Litoral Sul de Pernambuco, ii) evaluar la longevidad del material genético considerado bien como la interacción genotipo x cortes a través del análisis de la varianza conjunta de experimentos considerando los cultivos de caña planta, soca e segunda soca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en la zona de caña del Litoral Sul de Pernambuco clasificado por Koffler et al. (1986), en el área agrícola del ingenio Bom Jesus, Finca Monte, municipio de Cabo de Santo Agostinho, con coordenadas geográficas (08º17’ S e 35º02’ W) y altitud de 29 m, durante os anos agrícolas 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010.

Fue utilizado el delineamiento experimental de bloques casualizados con cuatro repeticiones. Fueron evaluados 10 clones y 4 variedades comerciales, conforme identificado (Tabla 1).

Tabla 1. Identificación de los 10 clones y de las 4 variedades de cana-de-azúcar cuanto a procedencia.

Clones/variedades	Procedencia
1. RB002604*	RIDESA
2. RB002710*	RIDESA
3. RB002728*	RIDESA
4. RB002732*	RIDESA
5. RB002754*	RIDESA
6. RB002802*	RIDESA
7. RB002846*	RIDESA
8. RB002900*	RIDESA
9. RB002922*	RIDESA
10. RB002985*	RIDESA
11. RB863129	RIDESA
12. RB943365	RIDESA
13. RB002504	RIDESA
14. SP79-1011	COPERSUCAR

* Clones promisores del PMGCA/UFRPE/RIDESA

Cada parcela experimental fue constituida por 5 líneas de 8 m, espaciadas de 1 m con 1 m entre plantas. Las correcciones de pH del suelo y el fertilizante en el campo fueron realizadas conforme el sistema de producción de caña de la empresa agroindustrial.

Los variables analizados fueron: toneladas de pol por hectárea (TPH), toneladas de caña por hectárea (TCH), fibra (FIB), pol % corregida (PCC), pureza (PZA), concentración de sólidos solubles (BRIX) y azúcar total recuperable (ATR).

La productividad por área (TCH) fue estimada efectuándose el pesaje, en kg, de todos los tallos de la parcela, transformándolos posteriormente en TCH por medio de la siguiente ecuación (Peso total da parcela x 10 / área útil da parcela en m²). Toneladas de pol por hectárea (TPH) ha sido obtenido por medio de la expresión (TCH x PCC / 100). La concentración de sólidos solubles (BRIX) fue mensurado con refractómetro de campo representado por una lectura de muestra homogénea del jugo de diez tallos, retirados al azar de cada parcela. Para calcular los variables fibra, pol % corregida (PCC), pureza (PZA) e azúcar total recuperable (ATR), siguió la metodología propuesta por Fernandes (FERNANDES, 2003).

El análisis de varianza conjunta de experimentos fue realizada segundo el modelo estadístico presentado por Cruz (2006a): $Y_{ijk=} \mu + (b/c)_{jk} + g_i + c_j + gc_{ij} + \varepsilon_{ijk}$

Donde: Y_{ijk}: observación en el k-ésimo bloque, evaluado en el i-ésimo genotipo y j-ésimo corte.

μ: Promedio general de ensayo;

$(b/c)_{jk}$: efecto del bloque k dentro del corte j;

g_i: efecto del tratamiento (o genotipo) i;

c_j: efecto del corte j;

gc_{ij}: efecto da interacción entre el genotipo i y el corte j ;

ε_{ijk}: error aleatorio asociado a la observación ijk.

Fueron determinados como fijos, los efectos de promedios (μ) y genotipos (g), y aleatorios los efectos del bloque (b), corte (c), interacción genotipo corte (gc) y el error experimental (ε). Los resultados del análisis de varianza conjunta de experimentos fueron obtenidos a través del esquema presentado en la tabla 2.

Tabla 2. Esquema representativo para obtención dos resultados referentes l análisis de varianza conjunta de experimentos conducidos en la Zona de caña del Litoral Sur de Pernambuco

FV	GL	E(QM)	F
Bloques/Corte	(r-1)c	$\hat{\sigma}^2 + g\hat{\sigma}^2_b$	
Cortes (C)	c – 1	$\hat{\sigma}^2 + g\hat{\sigma}^2_b + g\hat{\sigma}^2_c$	QMC/QMB
Genotipos (G)	g – 1	$\hat{\sigma}^2 + r\ell g\hat{\sigma}^2_{gc} + cr\varphi_g$	QMG/QMGC
Interacción G x C	(c – 1)(g –1)	$\hat{\sigma}^2 + r\ell\ \hat{\sigma}^2_{gc}$	QMGC/QMR
Residuo	(g-1)(r – 1)c	$\hat{\sigma}^2$	
$\ell = g/(g-1)$			

Fueron estimados los siguientes parámetros:

Componente de varianza genética: $\hat{\varphi}^2_g = \frac{QMG - QMGA}{cr}$

Componente de varianza da interacción genotipo x corte: $\sigma^2_{gc} = \frac{QMGC - QMR}{r}\frac{g-1}{g}$

Determinación genotípica en nivel de promedio: $h^2 = \dfrac{\hat{\varphi}_g^2}{(QMG/cr)}$

Coeficiente de variación genética: $CV_g = \dfrac{(100\sqrt{\hat{\varphi}_g^2})}{m}$

Los promedios fueron agrupados por la prueba de Scott & Knott, al nivel de 5% de probabilidad, as análisis estadísticas fueron procesadas con la ayuda del software estadístico Genes (CRUZ, 2006b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Los resultados do teste F, referentes al análisis de varianza conjunta de experimentos, son presentados en la tabla 3.

Tabla 3. Resumen del análisis de varianza conjunta evaluada en grupos de experimentos conducidos en la fase de experimentación en la microrregión de caña del Litoral sur de Pernambuco, Ingenio Bom Jesus, Cabo de Santo Agostinho - PE, años agrícolas 2007/2008, 2008/2009 y 2009/2010.

		Cuadrados promedios						
F.V.	G.L.	TPH	TCH	FIB	PCC	PZA	BRIX	ATR
Genotipos	25	33,55**	1117,15**	2.53*	2,66*	26,26*	1,43^{ns}	103,17^{ns}
Corte	2	572,26**	34256,20**	8.41*	19,46**	31,75^{ns}	42,42**	1387,15**
G x C	50	4,16^{ns}	152,95^{ns}	0,99^{ns}	0,76^{ns}	11,32^{ns}	1,56*	41,40**
Residuo	225	3,34	106,96	0,85	0,79	9.92	1,16	50,14
Promedios		12,39	80,90	13,45	15,46	90,71	20,66	148,18
C.V (%)		14,76	12,78	6,85	5,75	3,47	5,23	4,77

>QMR / <QMR	1,70	1,88	2,92	1,72	6,38	3,61	3,06

**, * Significativo a 1% e 5% de probabilidad respectivamente por la prueba F
^{ns} no significativo
G x C interacción genotipo x corte

Fueron detectados diferencias significativas a 1% de probabilidad (P<0,01), para los caracteres TPH, TCH e PCC, y a 5% de probabilidad (P<0,05) para los caracteres FIB, PZA y ATR. Este resultado refleja la heterogeneidad del material genético considerado.

Para los ciclos de cosecha (caña planta, soca y segunda soca) fueron detectados diferencias significativas con relación a todos los caracteres en consideración, con excepción del carácter PZA, revelando que los ciclos de cosecha son ambientes contrastantes, por los factores edafoclimáticos, según Rosse et al. (2002), y ejercen influencia sobre los caracteres en consideración.

En relación a interacción genotipo x corte (ciclos de cosecha), al contrario de los resultados presentados por Melo et al. (2009), no hubo significancia para los variables estudiados, indicando desempeño agronómico estable de os clones y de las variedades comerciales en los diferentes ciclos de cosecha para el inicio de la Zafra en la microrregión cañera del Litoral Sur de Pernambuco.

Observando los parámetros estimados (tabla 4), se constata la posibilidad de seleccionar materiales genéticos superiores y con ganancias significativas, para todos los caracteres en consideración, con excepción de concentración de sólidos solubles. Esto, porque los clones y variedades evaluadas presentaron componentes cuadráticos genotípicos superiores al componente de varianza de la interacción genotipo x corte y coeficientes de determinación genotípicos de alta magnitud. De acuerdo con Dutra Filho et al. (2011), es posible seleccionar clones superiores para las condiciones edafoclimáticas del Litoral Norte de Pernambuco.

Tabla 4. Parámetros estimados en tres cortes de las características evaluadas en la fase de experimentación en experimento conducido en la microrregión cañera del Litoral Sul de Pernambuco, Ingenio Bom Jesus - PE, años agrícolas 2007/2008, 2008/2009 y 2009/2010.

	Parámetros				
Caracteres	φ_g^2	$\hat{\sigma}^2_{gc}$	h^2	CV_g	CVg /CVe
TPH	2,45	0,19	87	12,63	0,85
TCH	80,35	10,67	86	11,07	0,87
FIB	0,13	0,03	61	2,66	0,38
PCC	0,15	0,005	71	2,56	0,45
PZA	1,24	0,32	57	1,22	0,35
BRIX	0,00	0,09	00	0,00	0,00
ATR	5,14	0,00	60	1,53	0,32

φ_g^2 : Componente de varianza genética

$\hat{\sigma}^2_{gc}$: Componente de varianza da interacción genotipo corte

h^2: Determinación genotípica a nivel de promedio

CV_g: Coeficiente de variación genética

CVg / CVe: Concentración b

Entretanto, las más grandes ganancias por la práctica de la selección, serían obtenidos para los caracteres TPH y TCH, pues además de presentaren valores elevados con relación al componente cuadrático y al coeficiente de determinación genotípico, los clones presentan valores arriba de 10 para los coeficientes de variación genética (OLIVEIRA et al. 2008).

A través de la aplicación de la prueba de Scott & Knott (Tabla 5), a 5% de probabilidad (P<0,05), se constata la formación de grupos superiores para los caracteres TPH y TCH. Para el carácter TPH, los clones RB002754, RB002900, RB002985 y RB002802 juntamente con las variedades RB002504, SP79-1011 y RB863129 fueron superiores a los demás. RB002754 fue lo que más se destacó en productividad de azúcar por área.

En cuanto a la productividad de caña por hectárea (TCH), los clones RB002900, RB002754, RB002802 y RB002985 y las variedades RB002504, SP79-1011 y RB863129 fueron los más productivos. Con destaque para la variedad RB002504, la más productiva de todos los materiales considerados en el análisis.

	Variables						
Genotipos	TPH(t/ha)	TCH(t/ha)	FIB%	PCC%	PZA%	BRIX%	ATR(kg/t)
6	14.33a	91,66a	13.26a	15.62a	91.35a	20.65a	149.02a
9	14.31a	91.66a	14.11a	15.64a	92.07a	20.82a	148.60a
1	14.12a	93.40a	14.48a	15.86a	92.33a	21.77a	150.69a
14	14.05a	90.52a	13.13a	15.68a	90.86a	20.79a	149.97a
11	13.56a	88.43a	13.70a	15.54a	91.35a	20.68a	148.19a
7	13.44a	85.52a	12.90a	15.87a	91.18a	20.89a	151.49a
12	12.97a	85.20a	13.64a	15.34a	90.35a	20.64a	147.15a
13	11.91b	77.70b	13.41a	15.37a	90.73a	20.50a	147.17a
10	11.67b	74.47b	13.02a	15.85a	91.83a	20.75a	148.198
3	11.43b	73.85b	13.71a	15.60a	90.71a	20.92a	149.26a
2	11.39b	75.10b	13.02a	15.25a	90.54a	20.25a	146.20a
4	10.84b	72.60b	13.40a	15.03a	89.38a	20.32a	144.95a
8	10.31b	66.04b	13.54a	15.77a	90.99a	21.01a	150.64a
5	9.08b	66.45b	12.94a	14.07a	86.28a	19.83a	140.44a

Conclusión

1. Las altas estimativas del coeficiente de determinación genotípico para las variables TPH, TCH e PCC indican haber una alta posibilidad de ganancia con la selección con base en esos caracteres.
2. Los clones RB002900 y RB002754 juntamente con la variedad RB002504, presentaron mayor productividad de caña e de azúcar por hectárea, siendo, por lo tanto, recomendados como opciones de cultivo, para la cosecha al inicio de zafra, en la microrregión cañera del Litoral Sur de Pernambuco.

AGRADECIMIENTOS

Estacón Experimental de caña-de-azúcar de Carpina (EECAC), Red Interuniversitaria para Desarrollo del sector sucroalcoholero (RIDESA) y el Ingenio Bom Jesus por todo el apoyo concedido a la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Estatística experimental e matrizes.** Viçosa: UFV, 2006a. 285p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria.** Viçosa: UFV, 2006b. 382p.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindustria da cana-de-açúcar.** 2. ed. Piracicaba: EME, 2003. 240p.

FERREIRA, A.; BARBOSA, M.H.P.; CRUZ, C.D.; HOFFMANN, H.P.; VIEIRA, M.A.S.; BASSINELLO, A.I.; SILVA, M.F. Repetibilidade e número de colheitas para seleção de clones de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira,* Brasília, v. 40, n. 8, p. 761-767, 2005.

KOFFLER, N. F.; LIMA, J.F.W.F.; LACERDA, M.F. DE; SANTANA, J.F.; SILVA, M.A. **Caracterização edafo-climática das regiões canavieiras do Brasil: PERNAMBUCO.** Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1986. 78p.

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*, Lavras, v. 33, n. 03, p. 684-691, 2009.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E; BESPALHOK-FILOHO, J.C.; ZAMBON, J.L.C.; IDO, O.T.; WEBER, H.; RESENDE, M.D.V.; ZENI-NETO, H. Selecao de familias de cana-de- acucar via modelos mistos. **Scientia Agrária,** v. 09, n. 03, p.269-274, 2008.

RESENDE, M.D.V.; BARBOSA, M.P.H. **Melhoramento genético de plantas de propagação assexuada.** Embrapa informação tecnológica, Brasília: Colombo, 2005. 130pp.

ROSSE, L.N.; VENCOVSKY, R.; FERREIRA, D.F. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 1, p. 25-32, 2002.

SILVA, M.A.; CAMPANA, M.P.; LANDELL, M.G.A.; ZIMBACK, L.; FIGUEIREDO, P. Avaliação de clones de híbridos IAC de cana- de-açúcar, série 1985, na região de jaú (SP). **Bragantia,** Campinas, v. 58, n. 2, p. 335-340, 1999.