

# Correlações canônicas de características agroindustriais em cana-de-açúcar

José Wilson da Silva<sup>1\*</sup>, Lailton Soares<sup>2</sup>, Paulo Vanderlei Ferreira<sup>2</sup>, Paulo Pedro da Silva<sup>1</sup> e Maria José Cavalcante da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Campus Delza Gitai, BR 104 Norte, Km 85, 57000-000, Rio Largo, Alagoas, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: josewilsondasilvaamaral@yahoo.com.br

**RESUMO.** A análise de correlações canônicas mede a existência e a intensidade da associação entre dois grupos de variáveis ou caracteres de importância. Este trabalho teve como objetivo estimar a intensidade de associação entre os grupos de caracteres agrônomicos e industriais em cana-de-açúcar. Pela análise de correlações canônicas, ficou evidenciado que clones com maior número de touceiras por parcela e maior número de colmos por touceira tendem a proporcionar um aumento na produção de cana (TCH), e para incrementar o rendimento de TCH, brix e a pol% devem ser selecionados clones baixos, com maior diâmetro, maior número de colmos por touceiras.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, multivariada, correlação canônica.

**ABSTRACT. Canonical correlations of agro-industrial characteristics in sugarcane.** The analysis of canonical correlations measures the existence and the intensity of the association between two groups of variables or characters of importance. This study aimed to estimate the intensity in the association between the agronomic and industrial characters in sugarcane. The analysis of canonic correlations allowed to conclude that clones with bigger number of stalks per parcel, greater number of stalks per stool tend to provide an increase in the TCH production. Another conclusion was that shorter clones with larger diameter, greater number of stalks per stool and plants, are determinant in increasing TCH, brix and pol% characteristics.

**Key words:** sugarcane, multivariate, canonical correlation.

## Introdução

O setor sucroalcooleiro apresenta potencial de expansão no cenário econômico e social brasileiro. Em Alagoas, a agroindústria vem, a cada ano, modernizando suas estruturas para obter melhorias, e nas últimas três décadas foi marcante a contribuição dos programas de melhoramento genético no desenvolvimento do setor canavieiro do Brasil, com ganhos acentuados em produtividade e qualidade (Barbosa *et al.*, 2000; Rosse *et al.*, 2002).

Apesar dos ganhos obtidos, as dificuldades persistem no processo de seleção de clones produtivos. A aplicação de métodos multivariados, em que diversos caracteres podem ser dimensionados simultaneamente, tem oferecido contribuições efetivas na identificação de genótipos para serem utilizados em programas de melhoramento genético de várias culturas (Santos *et al.*, 2000). Grande importância tem sido conferida em estudos de caracteres correlacionados por

possibilitarem a identificação de modificações que ocorrem em um determinado caráter em função da seleção praticada em outro (Cruz e Regazzi, 1997). A complexidade desses fatores e a necessidade de maior eficiência no processo de seleção requerem o desdobramento das estimativas de correlação genética. Tal desdobramento pode ser realizado pela análise de trilha, desenvolvido por Wright (1923) e detalhada por Li (1975). Porém, essa técnica não permite avaliar as inter-relações entre dois grupos de variáveis determinados por um número maior de caracteres de importância agrônômica.

Neste sentido, a aplicação da técnica de correlações canônicas pode ser mais apropriada para estimar as relações entre dois grupos de caracteres agrônomicos, podendo ser utilizada para avaliar relações de caracteres primários e secundários da produção e/ou caracteres fisiológicos e agrônomicos, e poderá auxiliar a seleção de um ideótipo de planta mais adequada às exigências de uma agricultura moderna e competitiva (Santos *et al.*, 1994). A

grande vantagem dessa técnica é a possibilidade em auxiliar o melhorista no estudo que envolva mais de uma variável dependente, permitindo que os esforços sejam dirigidos para caracteres de alta herdabilidade, de fácil mensuração e de menor complexidade.

Essa técnica foi utilizada em diversas culturas para avaliar relações da parte área e sistema radicular, caracteres primários e secundários da produção, e caracteres fisiológicos e agronômicos (Miranda *et al.*, 1988; Santos *et al.*, 1994; Trugilho e Vital, 1996; Carvalho *et al.*, 1998; Coimbra *et al.*, 1999; Tavares *et al.*, 1999; Trugilho *et al.*, 2003; Coimbra *et al.*, 2004). A técnica de correlações canônicas é muito utilizada em estudos exploratórios por pesquisadores que dispõem de um grande número de variáveis, mas que podem estudar aquelas combinações lineares cuja correlação é mais elevada. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as correlações canônicas existentes entre os dois grupos de caracteres agronômicos e industriais visando verificar as associações e a interdependência entre esses grupos.

### Material e métodos

Os dados foram obtidos de experimento realizado no campo experimental da Usina Santa Clotilde, município de Rio Largo, Estado de Alagoas, com o apoio do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA), no ano de 2005. O município está situado a uma latitude de 9° 27' S, longitude de 35° 27' W e uma altitude de 127,0 m, com temperaturas máxima de 29°C e mínima de 21°C, com pluviosidade média anual de 1.267,7 mm. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 12 tratamentos e quatro repetições, sendo as parcelas constituídas de cinco sulcos de 10 m de comprimento, com espaçamento de 1 m entre sulcos. O solo era de topografia plana, classificado como Latossolo Podzólico Vermelho Amarelo. Os clones avaliados foram: RB72454, SP791011, RB92579, RB93509, RB931530, RB931003, RB931011, RB931611, RB9364, RB93503, RB951541 e RB961.

O preparo do solo para a instalação do experimento seguiu as técnicas tradicionais para a cultura da cana-de-açúcar, envolvendo aração e gradagem e aplicação de NPK, com base em recomendação da análise do solo. Também foi efetuado o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, bem como a irrigação, objetivando garantir o bom desenvolvimento da cultura. Avaliou-se o experimento por meio das seguintes

características: Número de Colmos por Parcela (NCP), característica obtida através da contagem dos colmos formados e desenvolvidos nas fileiras da área útil de cada parcela, que corresponde às três fileiras centrais; Número de Touceiras por Parcela (NTP), característica obtida pela contagem do número de touceiras formadas e definidas, por um conjunto de colmos do mesmo perfilho de origem; Número de Colmos por Touceira (NCT), obtida pela relação (NCP) / (NTP). Altura do Colmo (AC), em cm, medida da base do colmo até o último entrenó, com auxílio de uma trena de 3 m de comprimento; Diâmetro do Colmo (DC), obtida no centro do entrenó do colmo, localizado a uma altura de 40 cm do solo, utilizando-se um paquímetro. Todas essas variáveis agronômicas foram avaliadas com nove meses após o plantio. As variáveis industriais relacionadas foram coletadas aos 14 meses após o plantio. A variável produção de cana por hectare (TCH) foi obtida pesando-se todas as canas das parcelas e convertida para tonelada de cana por hectare. Os dados tecnológicos Brix, Pol% da cana e Fibra foram quantificados em laboratório e utilizaram-se amostras com 10 canas de cada parcela. Estabeleceram-se dois grupos de caracteres, sendo o grupo I formado pelos componentes agronômicos, ou seja, Altura do Colmo (AC), Diâmetro do Colmo (DC), Número de Touceiras por Parcela (NTP) e Número de Colmos por Touceira (NCT) e o grupo II formado pelos componentes industriais, ou seja, Tonelada de Cana por Hectare (TCH), Brix, Pol% e Fibra.

### Análise de Correlações Canônicas

As análises de correlações canônicas foram estimadas como medida de associação conforme considerações gerais de Cruz e Carneiro (2003), no qual têm-se dois grupos de variáveis, X e Y, definidos como sendo:

$X' = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_p]$  é o vetor de medidas de **p** caracteres que constituem o grupo I, e

$Y' = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_p]$  é o vetor de medidas de **q** caracteres que constituem o grupo II.

O problema consiste em estimar a máxima correlação entre combinações lineares de caracteres do grupo I e do grupo II, bem como estimar os respectivos coeficientes de ponderação dos caracteres em cada combinação linear. Sendo  $X_1$  e  $Y_1$  uma das combinações lineares dos caracteres pertencentes aos grupos I e II, respectivamente, tem-se que:

$$X_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_px_p \text{ e}$$

$$Y_1 = b_1y_1 + b_2y_2 + \dots + b_py_p,$$

em que:

$\mathbf{a}' = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_p]$  é o vetor  $\mathbf{1} \times \mathbf{p}$  de pesos dos caracteres do grupo I; e

$\mathbf{b}' = [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_q]$  é o vetor  $\mathbf{1} \times \mathbf{q}$  de pesos dos caracteres do grupo II. Deste modo, será definida a primeira correlação canônica como aquela que maximiza a relação entre  $X_1$  e  $Y_1$ . As funções  $X_1$  e  $Y_1$  constituem o primeiro par canônico associado àquela correlação canônica que é expressa por:

$$r_1 = \frac{\text{Côv}(X_1, Y_1)}{\sqrt{\hat{V}(X_1) \cdot \hat{V}(Y_1)}}$$

assim, verifica-se que:

$$\text{Côv}(X_1, Y_1) = \mathbf{a}' S_{12} \mathbf{b};$$

$$\hat{V}(X_1) = \mathbf{a}' S_{11} \mathbf{a}; \text{ e}$$

$$\hat{V}(Y_1) = \mathbf{b}' S_{22} \mathbf{b}.$$

Deste modo:

$S_{11}$  é a matriz  $\mathbf{p} \times \mathbf{p}$  de covariâncias entre os caracteres do grupo I;

$S_{22}$  é a matriz  $\mathbf{q} \times \mathbf{q}$  de covariâncias entre os caracteres do grupo II;

$S_{12}$  é a matriz  $\mathbf{p} \times \mathbf{q}$  de covariâncias entre os caracteres dos grupos I e II.

Para os casos em que se utilizam variáveis padronizadas, têm-se  $S_{11} = R_{11}$ ,  $S_{22} = R_{22}$  e  $S_{12} = R_{12}$  em que R representa uma matriz de correlações.

Sendo que R corresponde a matriz de correlação dos dois grupos de variáveis, correspondente a:

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} \end{bmatrix} \text{ sendo } R_{21} = R_{12}$$

A estimativa dos vetores  $\mathbf{a}$  e  $\mathbf{b}$  é obtida pela maximização da função r, sujeita à restrição de que  $\mathbf{a}' R_{11} \mathbf{a} = \mathbf{b}' R_{22} \mathbf{b} = 1$ . Essas restrições são necessárias para prover estimadores únicos de  $\mathbf{a}$  e  $\mathbf{b}$  e indicam que cada combinação linear tem variância igual a 1 (Cruz e Carneiro, 2003).

O primeiro passo é a determinação dos autovalores ( $\lambda$ ) das equações características:

$$| R_{11}^{-1} R_{12} R_{22}^{-1} R_{21} - \lambda I | = 0 \text{ e}$$

$$| R_{22}^{-1} R_{21} R_{11}^{-1} R_{12} - \lambda I | = 0;$$

a seguir, procede-se o cálculo dos seus respectivos autovetores associados ( $\mathbf{a}$ ). Os autovalores podem ser estimados através de duas equações características distintas, a partir de duas matrizes diferentes, uma de ordem  $\mathbf{p}$  e outra de ordem  $\mathbf{q}$ . No caso em que  $\mathbf{p} = \mathbf{q}$  e as variáveis  $X_1, X_2, \dots, X_p$ , bem como as variáveis  $Y_1,$

$Y_2, \dots, Y_q$  são linearmente independentes, então, existirão  $\mathbf{p} = \mathbf{q}$  autovalores não nulos e  $\mathbf{p} = \mathbf{q}$  pares canônicos. Entretanto, se, por exemplo,  $\mathbf{p} < \mathbf{q}$ , existirão  $\mathbf{p} - \mathbf{q}$  autovalores nulos da matriz  $R_{22} R_{22}^{-1} R_{11}^{-1} R_{12}$  e apenas  $\mathbf{p}$  pares canônicos.

Sendo assim, o sistema de equações lineares é dado por:

$$(R_{11}^{-1} R_{12} R_{22}^{-1} R_{21} - \lambda I) \mathbf{a} = \mathbf{0},$$

$$(R_{22}^{-1} R_{21} R_{11}^{-1} R_{12} - \lambda I) \mathbf{a} = \mathbf{0}.$$

Assim, tem-se que: (1) a primeira correlação canônica ( $r_1$ ) entre a combinação linear das características dos grupos I e II é dada por:  $r = (\lambda_1)^{0.5}$  em que  $\lambda_1$  é o maior autovalor da matriz  $R_{11}^{-1} R_{12} R_{22}^{-1} R_{21}$ , que é quadrada e, em geral, não simétrica de ordem  $\mathbf{p}$ ; (2) o primeiro fator canônico é dado por  $X_1 = \mathbf{a}' X$  e  $Y_1 = \mathbf{b}' Y$ , em que:  $\mathbf{a}$  é o autovetor associado ao primeiro autovalor de  $R_{11}^{-1} R_{12} R_{22}^{-1} R_{21}$  e  $\mathbf{b}$  autovetor associado ao primeiro autovalor de  $R_{22}^{-1} R_{21} R_{11}^{-1} R_{12}$ ; e (3) as demais correlações e fatores canônicos são estimados utilizando-se os autovalores e os autovetores das expressões descritas, de ordem correspondente a  $\mathbf{p}$  ou  $\mathbf{q}$ -ésima correlação estimada.

A significância da hipótese de nulidade em que todas as possíveis correlações canônicas são nulas foi avaliada utilizando-se o teste  $\chi^2$ . Também foram realizadas análises de correlações canônicas para verificar as associações existentes entre o grupo de caracteres agronômicos (grupo I) e caracteres industriais (grupo II). Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa Genes versão Windows (Cruz, 2001).

## Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta as correlações fenotípicas estimadas entre os oito caracteres avaliados. Com relação à magnitude dos coeficientes de correlação entre os caracteres houve uma variação de -0,0132 a 0,8826. No ambiente em estudo, constatou-se ainda correlação fenotípica positiva entre as características altura do colmo (0,7594), número de colmos por touceira (0,6484), correlacionados com o caráter toneladas de cana por hectare, indicando que clones altos e com maior número de colmos por touceira apresentam maior potencial para o aumento na produção de tonelada de cana por hectare. Por outro lado, o caráter número de touceira por parcela (-0,5768) apresentou correlação fenotípica negativa com a produção de (TCH). Tal fato acarreta na seleção uma diminuição na produção do caráter TCH. Verificaram-se correlações negativas entre esses caracteres número de touceiras por parcela e

número de colmos por touceira (-0,8114); altura do colmo e número de touceira por parcela (-0,6728) e entre diâmetro do colmo e número de touceiras por parcela (-0,0422). A correlação negativa entre os componentes de produção pode ocorrer, principalmente, pela competição desses durante o desenvolvimento da planta (Adams e Grafius, 1971). Associações dos caracteres industriais mostram que o brix e a pol% apresentam correlação positiva (0,6428), indicando a dependência existente entre as duas variáveis, o brix apresentou-se correlacionado positivamente com a pol% em diversos trabalhos (Mariott e Fogliata, 1966; Cesnik e Vencovsk, 1974; Barbosa Zacarias, 1979; Punia e Paroda, 1984; Gravois *et al.*, 1991) onde concluíram que para se obter variedades com altos teores de sacarose, a seleção deve ser feita para altos valores de brix nas fases clonais. É conveniente salientar que a correlação fenotípica, entre as médias observadas dos clones, indica pouco sobre as verdadeiras correlações entre as médias. Essa correlação leva em consideração fatores genéticos e ambientais, porém somente as correlações genéticas envolvem uma associação de natureza herdável.

**Tabela 1.** Matriz de correlações fenotípicas entre os oito caracteres agroindustriais em cana-de-açúcar.

Caracteres	AC	NTP	NCT	TCH	Brix	Pol%	Fibra
DC	0,2122	-0,4427	0,2293	0,3886	0,1537	0,2717	-0,0594
AC		-0,6728	0,8826	0,7594	0,2216	0,3402	-0,0132
NTP			-0,8114	-0,5768	-0,3367	-0,4935	-0,0249
NCT				0,6484	0,3083	0,3171	0,1618
TCH					-0,1575	0,0086	0,0984
Brix						0,6428	0,0694
Pol%							0,0608

AC: Altura do Colmo (cm); NTP: Número de Touceiras por Parcela; NCT: Número Colmos por Touceiras; Brix; Pol%; Fibra; DC: Diâmetro Médio do Colmo (cm); TCH: Tonelada de Cana por Hectare (t ha<sup>-1</sup>).

Pela Tabela 2 verifica-se que associações intergrupos são estabelecidas, principalmente, pelas influências de:

- i) o primeiro par canônico com correlação 0,9351 associa as plantas de maior número de touceiras (NTP), e maior número de colmos por touceira (NCT), com a maior produção de cana por hectare (TCH), e baixo Brix e Pol%;
- ii) o segundo par canônico com correlação de 0,7334, associa as plantas de maior número de colmos por touceira (NCT), maior diâmetro do colmo (DC), maior número de touceiras por parcela (NTP) e mais baixas (AC), com a maior produção de cana por hectare (TCH), Brix e menor Pol% e;
- iii) O terceiro par canônico com correlação de 0,3215, associa as plantas de maior número de colmos por touceira (NCT), maior diâmetro do colmo (DC), e plantas mais baixas (AC) com a maior produção de cana por hectare (TCH) e baixo Brix.

Verifica-se que o aumento da produção de cana por hectare (TCH) está relacionado com o número de touceiras por parcela (NTP), número de colmos por touceira (NCT), diâmetro do colmo (DC) e plantas baixas (AC). Porém, o Brix e Pol% tendem a reduzir com o aumento da produção.

**Tabela 2.** Correlações canônicas estimadas entre componentes agrônômicos (grupo I) e industriais (grupo II) em cana-de-açúcar.

Caracteres	Pares Canônicos			
	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>
DC	0,0717	0,6877	1,1657	0,3841
AC	0,1999	-0,5976	-1,0807	-0,0721
NTP	3,6620	0,6252	0,2919	0,0997
NCT	3,0062	2,0372	0,8740	0,0657
TCH	4,3625	1,2102	0,1729	-0,0101
Brix	-3,1893	0,7102	-0,1297	0,0138
Pol%	-11,6581	-0,8277	0,0327	0,0176
Fibra	-1,3933	0,0420	-0,0052	-0,0726
R	0,9351**	0,7334**	0,3215**	0,0727 <sup>ms</sup>
$\alpha$	1%	1%	1%	5%

AC: Altura do Colmo (cm); NTP: Número de Touceiras por Parcela; NCT: Número Colmos por Touceiras; Brix; Pol%; Fibra; DC: Diâmetro Médio do Colmo (cm); TCH: Tonelada de Cana por Hectare (t ha<sup>-1</sup>). \*\* , n.s,  $\alpha$  nível de significância.

## Conclusão

As correlações canônicas entre o primeiro, o segundo e o terceiro par canônico foram significativas em nível de 1% de probabilidade, pelo teste  $\chi^2$ , indicando que os grupos considerados não são independentes. O aumento da produção de cana por hectare (TCH) está relacionado com o número de touceiras por parcela (NTP), número de colmos por touceira (NCT), diâmetro do colmo (DC) em plantas baixas (AC). Porém, o Brix e a Pol% tendem a reduzir com o aumento da produção de cana.

## Referências

- ADAMS, M.W.; GRAFIUS, J.E. Yield component compensation alternative interpretations. *Crop Sci.*, Madison, v. 11, p. 33-35, 1971.
- BARBOSA, G.V.S. *et al.* Novas variedades RB de cana-de-açúcar para Alagoas. Maceió: UFAL; Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar, 2000. (Boletim Técnico, 1).
- BARBOSA ZACARIAS, C.A. Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos em clones de cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*) e suas implicações no melhoramento. *STAB*, Piracicaba, v. 1, p. 115-121, 1979.
- CARVALHO, C.G.P. *et al.* Correlações canônicas entre componentes primários e secundários da produção de pimentão. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 16, n. 2, p. 113-118, 1998.
- CESNIK, R.; VENCOSKY, R. Expected response to selection, heritability, genetic correlations and response to selection of some characters in sugarcane. *Proc. Int. Sugar Cane Technol.*, Queensland, n. 15, p. 96-101, 1974.
- COIMBRA, J.L.M. *et al.* Correlações canônicas II: Análise do rendimento de grãos de feijão e seus componentes.

- Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 31-35, 1999.
- COIMBRA, J.L.M. *et al.* Análise de trilha I: Análise do rendimento de grãos de e seus componentes em genótipos de canola. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 23-26, 2004.
- CRUZ, C.D. *Programa genes*: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 2003.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Imprensa, C.D. Programa Universitária, 1997.
- GRAVOIS, K.A. *et al.* Indirect selection for increased sucrose yield in early sugarcane testintig stages. *Field Crops Res.*, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 67-73, 1991.
- LI, C.C. *Path analysis*: a primer. Boxwood: Pacific Grove, 1975.
- MARIOTT, J.A.; FOGLIATA, F.A. Determinaciones de brix con refractometro de campo y su relacion con otros caracteres em la cana de azucar. *Rev. Indl. Agric. Tucuman*, San Miguel de Tucuman, v. 44, n. 2, p. 17-34, 1966.
- MIRANDA, J.E.C. *et al.* Análise de trilha e divergência genética de cultivares de batata-doce. *Rev. Bras. Gen.*, Ribeirão Preto, v. 4, n. 11, p. 881-892, 1988. 1 CD-Rom.
- PUNIA, M.S.; PARODA, R.S. Study on association and path coeficient analysis for quality attributes in sugarcane. *Indian Sugar*, New Delhi, v. 34, n. 3, p. 289-292, 1984.
- ROSSE, L.N. *et al.* Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 37, n. 1, p. 25-32, 2002.
- SANTOS, C.A.F. *et al.* Correlações canônicas entre componentes primários e secundários da produção de grãos em guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 41, n. 236, p. 459-464, 1994.
- SANTOS, R.C. *et al.* Classificação de genótipos de amendoim baseada nos descritores agromorfológicos e isoenzimáticos. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 55-59, 2000.
- TAVARES, M. *et al.* Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. *Bragantia*, Campinas, v. 1, n. 58, p. 41-47, 1999.
- TRUGILHO, P.F.; VITAL, B.R. Correlação canônica entre algumas características físicas, químicas e anatômicas e a variação dimensional da madeira de eucalipto. *Rev. Árvore*, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 515-533, 1996.
- TRUGILHO, P.F. *et al.* Correlação canônica das características químicas e físicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. *Cerne*, Lavras, v. 9, n. 1, p. 84-94, 2003.
- WRIGHT, S. The theory of path coefficients - a replay to Nile's criticism. *Genetics*, Austin, n. 8, p. 239-255, 1923.

Received on May 19, 2006.

Accepted on January 30, 2007.