

# CONTRIBUIÇÃO DE COMPONENTES DE RENDIMENTO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM VARIEDADES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE MILHO

## CONTRIBUTION OF YIELD COMPONENTS ON GRAIN YIELD IN MAIZE OPEN POLLINATED VARIETIES

BALBINOT JR., Alvadi A.<sup>1</sup>; BACKES, Rogério L.<sup>1</sup>; ALVES, Antonio C.<sup>2</sup>;  
OGLIARI, Juliana B.<sup>2</sup>; FONSECA, José A. da<sup>1</sup>

### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade de grãos e os seus componentes em variedades de polinização aberta de milho, bem como determinar qual componente do rendimento possui maior contribuição na produtividade de grãos. Foi conduzido um experimento em Canoinhas-SC, na safra 2002/03, o qual foi constituído por 24 variedades de polinização aberta de milho. Avaliaram-se produtividade de grãos, densidade final de plantas, número de espigas por planta, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e massa do grão. A produtividade das variedades oscilou entre 3074 a 7146 kg ha<sup>-1</sup>. O componente número de grãos por fileira apresentou a maior correlação total com a produtividade (0,586). Por meio de análise de trilha e Stepwise, determinou-se que o número de grãos por fileira foi o componente mais importante na predição da produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L., análise de trilha, stepwise.

### INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, o germoplasma de milho é constituído por raças locais, populações adaptadas e materiais exóticos introduzidos, sendo caracterizado por uma ampla variabilidade genética (ARAÚJO & NASS, 2002). Em geral, as variedades de polinização aberta (VPA), utilizadas por muitos anos pelos agricultores, apresentam menor potencial de rendimento de grãos em relação aos híbridos. Contudo, a conservação das VPA é importante, pois as mesmas constituem fonte de variabilidade genética que pode ser explorada na busca de genes que confirmam tolerância a estresses abióticos ou resistência a doenças (ARAÚJO & NASS, 2002). Além disso, as VPA constituem-se em alternativa ao uso de híbridos, principalmente por agricultores que não possuem capital para adquirir sementes híbridas.

A produtividade de grãos de milho é determinada pela densidade de plantas, prolificidade ou número de espigas por planta, número médio de fileiras de grãos por espiga, número médio de grãos por fileira e massa média do grão. A densidade de plantas deve ser estabelecida de acordo com as características morfofisiológicas dos genótipos, época de semeadura e nível de manejo adotado na lavoura. Os componentes de rendimento de grãos de milho são definidos durante o desenvolvimento da planta (HANWAY, 1966; NEL & SMITH, 1978). Assim, o número de espigas por planta é definido quando as plantas apresentam cerca de cinco folhas expandidas. O número de fileiras por espiga é definido quando a planta apresenta de oito a 12 folhas expandidas (aproximadamente um mês após a emergência da plântula). O número de grãos por fileira é afetado pelo tamanho da espiga, o qual é definido a partir das 12 folhas até a fecundação. Em

adição, a massa do grão é definida a partir da fecundação até a maturação fisiológica.

A identificação do componente de rendimento de grãos que possui maior contribuição sobre a produtividade das VPA de milho é uma ferramenta importante, que pode auxiliar na definição do período crítico do ciclo de desenvolvimento em que é definido o rendimento da cultura. Com isso, pode-se adotar práticas de manejo que melhorem as condições de ambiente no momento em que será definido o principal componente do rendimento de grãos.

A verificação do componente do rendimento que apresenta maior contribuição na produtividade não deve ser baseada apenas em análise de correlação linear simples entre as variáveis explicativas (componentes) e a variável básica (produtividade), já que a quantificação e a interpretação da magnitude de uma associação podem resultar em erros, porque elevada correlação entre duas variáveis pode ser resultado do efeito de uma terceira variável sobre a primeira (CRUZ & REGAZZI, 1997). O estudo da correlação entre características não permite a formulação de conclusões sobre relações de causa e efeito (KUREK et al., 2001; GONÇALVES et al., 2003). Devido a esse fato, quando há muitas variáveis explicativas e uma variável básica ou dependente, é necessário utilizar análises que considerem as correlações entre as variáveis explicativas, como análise de trilha ou Stepwise. Em geral, essas análises são utilizadas com maior frequência em trabalhos de melhoramento vegetal, embora se constituam em ferramentas importantes que podem ser utilizadas em estudos relacionados ao manejo das culturas. A análise de Stepwise leva em consideração a relação entre variáveis independentes. Isso é relevante, pois muitas variáveis independentes têm o seu efeito mascarado sobre determinadas variáveis dependentes quando na presença de outras variáveis (SEARLE, 1971). Por outro lado, algumas variáveis só se expressam quando em interação com outras variáveis.

Em pesquisa relacionada ao melhoramento vegetal, FURTADO et al. (2002) e GONÇALVES et al. (2003) verificaram que a variável explicativa mais relevante na produtividade de grãos de feijão foi o número de legumes por planta. Em oposto, a massa do grão correlacionou-se negativamente com a produtividade. Apesar disso, seu coeficiente de trilha foi positivo, sugerindo, dessa forma, que a mesma não deve ser descartada nos trabalhos de melhoramento para produtividade de grãos (GONÇALVES et al., 2003). Resultados semelhantes foram obtidos em soja, onde a massa do grão afetou pouco a produtividade de grãos da cultura (CARVALHO et al., 2002).

Em híbridos de milho, constatou-se, por meio de análise de trilha, que a massa do grão e o número de grãos por espiga

<sup>1</sup> Eng. Agr., M.Sc, Epagri/Estação Experimental de Canoinhas-SC, BR 280, km 219, C.P. 216, CEP 89460-000 (e-mail para correspondência: balbinot@epagri.rct-sc.br).

<sup>2</sup> UFSC (e-mail: alves@cca.ufsc.br)

foram os componentes mais importantes na predição do rendimento de grãos (MOHAMMADI et al., 2003). Já CARVALHO et al. (2001) observaram que os caracteres que mais contribuíram para a produção por planta eram o número de espigas por planta e a massa do grão. Contudo, os autores não incluíram na análise o número grãos por espiga.

As hipóteses dessa pesquisa são de que há variação em produtividade de grãos entre VPA de milho e que há um componente do rendimento que possui elevada contribuição na definição da produtividade em VPA. Diante desse contexto, os objetivos desse trabalho foram avaliar a produtividade de grãos e os seus componentes em VPA de milho e determinar qual o componente do rendimento que possui maior contribuição na definição da produtividade de grãos nestes genótipos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Em Canoinhas-SC, foi conduzido um experimento em campo, na safra 2002/2003, em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999). As características físicas e químicas do solo, coletado de 0 a 20 cm de profundidade foram: argila = 45%;  $pH_{\text{água}} = 5,8$ ;  $pH_{\text{SMP}} = 6,0$ ; M.O. = 4,1%; P = 3,2 mg dm<sup>-3</sup>; K = 70 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 9,2 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> e Mg = 5,0 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>.

O experimento foi implantado em semeadura direta sobre palha de nabo forrageiro. Foram avaliadas 24 variedades de polinização aberta (VPA) de milho, sendo 22 variedades locais (VL) e duas variedades melhoradas (VM), a saber: Amarelão procedência 1, Amarelão procedência 2, Amarelão procedência 3, Asteca, BR 106 (VM), Branco, Cateto, Composto São Luiz, Cunha, Língua de Papagaio, Mato Grosso, Mato Grosso Palha Roxa, Mato Grosso 39, Monge João Maria, Moroti, MPA 01, MPA 02, Palha Roxa, Pixurum 04, Pixurum 05, Pixurum 06, Rosado, Roxo e Sol da Manhã (VM).

As sementes das VL foram coletadas nos municípios de Anchieta e Palma Sola, SC, com participação do Sindicato dos Trabalhadores da Agricultura Familiar (SINTRAF) de Anchieta, entre os anos de 1998 e 2002. Posteriormente, as sementes foram encaminhadas ao Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade (NEABio) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Instalou-se o ensaio no dia 07/11/2002, sob delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições e parcelas constituídas por cinco fileiras de cinco metros de comprimento e área útil de 12 m<sup>2</sup>. A densidade de plantas pretendida foi de 40 mil plantas ha<sup>-1</sup>, em espaçamento de um metro entre fileiras. Não aplicaram-se fertilizantes, pois o cultivo seguiu princípios da Agroecologia. Por sua vez, as plantas daninhas foram controladas por meio de três capinas.

Na ocasião da colheita, avaliaram-se na área útil de cada parcela as seguintes variáveis explicativas: densidade final de plantas (DEN), dados expressos em plantas ha<sup>-1</sup>; número médio de espigas por planta (NEP); número médio de fileiras por espiga (NFE); número médio de grãos por fileira (NGF), ambas variáveis determinadas em dez espigas por parcela; e massa média do grão (MG), determinada através da pesagem de 500 grãos por parcela (dados expressos em gramas 1000 grãos<sup>-1</sup>). A variável básica ou dependente, no caso a produtividade de grãos, foi determinada pela colheita das espigas da área útil, as quais foram trilhadas. Após, os grãos foram pesados e os dados corrigidos para 13% de umidade (dados expressos em kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, cujo nível de significância do teste F foi de 5% de probabilidade do erro. Após, as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste proposto por SCOTT & KNOTT (1974), a 5% de probabilidade. Em adição, procedeu-se análise de Trilha e *Stepwise* para verificar a relevância dos diferentes componentes na definição da produtividade das variedades. Para realização das análises utilizaram-se os programas Genes (CRUZ, 2001) e SAS (1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variedades que apresentaram as maiores produtividades de grãos foram MPA 01 e Pixurum 06 (Tabela 1). As produtividades alcançadas por todas as variedades situaram-se acima da produtividade média alcançada no Brasil em 2002, que foi de 3057 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2004). Em parte, a obtenção desse elevado rendimento de grãos decorreu das adequadas condições ambientais reinantes na região durante a condução do experimento. A variedade Moroti, por outro lado, apresentou a menor produtividade de grãos. Os dados de produtividade demonstraram existir elevada variabilidade entre os genótipos quanto ao potencial produtivo.

A densidade de plantas não variou significativamente entre as variedades, pois a densidade pretendida para todos os genótipos foi a mesma, 40 mil plantas ha<sup>-1</sup>, indicando que houve adequada germinação para todos os genótipos. Já para número de espigas por planta, observa-se na Tabela 1 que as variedades foram divididas em dois grupos. O número de espigas por planta variou de 0,90 a 1,22 entre as variedades avaliadas.

Em relação ao número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira, os genótipos foram divididos em dois grupos de médias (Tabela 2). A variedade Cunha se destacou por apresentar elevado número de fileiras por espiga, contudo apresentou baixo número de grãos por fileira e reduzida massa do grão; por isso, não chegou a deter elevada produtividade de grãos (Tabela 1). Constatou-se que as seis variedades que apresentaram as maiores produtividades de grãos também demonstraram possuir alto número de grãos por fileira (Tabela 2). Para a variável massa do grão, houve formação de três grupos de médias. As variedades Cunha, Moroti e Mato Grosso foram as que apresentaram as menores massas do grão.

Através de análise de trilha, verificou-se que o número de grãos por fileira (NGF) foi o componente de rendimento que apresentou a maior correlação total com a produtividade (0,586), superando os demais componentes (Tabela 3). Isso demonstra a importância desse componente sobre a produtividade de grãos. No entanto, observaram-se efeitos indiretos de sinal negativo entre NGF e produtividade via número de espigas por planta (NEP) e, especialmente, via número de fileiras por espiga (NFE).

O segundo componente mais associado à produtividade das variedades foi a massa do grão (MG) (0,357). Contudo, neste caso, houve efeito indireto negativo via NEP e NFE (Tabela 3). Por meio de análise de trilha, OTTAVIANO & CAMUSSI (1981) apud IVANOVIC & ROSIC (1985) verificaram existir elevado efeito de componentes de rendimento sobre a produtividade de grãos em milho, além de constatarem que o máximo coeficiente de correlação foi observado entre a massa do grão e a produtividade (0,80).

Tabela 1 - Produtividade de grãos, densidade de plantas e número de espigas por planta em variedades de polinização aberta de milho. Canoinhas, SC, 2003.

Variedades	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Densidade (plantas ha <sup>-1</sup> )	Número de espigas por planta
MPA 01	7146 a <sup>1</sup>	40833 a	1,02 b
Pixurum 06	6650 a	40555 a	1,08 a
Branco	6037 b	41666 a	0,95 b
Amarelão 3	5903 b	37222 a	1,08 a
Amarelão 2	5747 b	39444 a	0,97 b
MPA 02	5739 b	37500 a	0,99 b
BR 106	5714 b	34722 a	1,16 a
Pixurum 05	5676 b	40555 a	1,12 a
Composto São Luiz	5617 b	40555 a	1,02 b
Palha Roxa	5496 b	38888 a	0,95 b
Sol da Manhã	5493 b	39444 a	1,17 a
Cateto	5409 b	38611 a	0,99 b
Rosado	5397 b	40277 a	0,90 b
Mato Grosso	5376 b	40278 a	1,08 a
Pixurum 04	5343 b	35555 a	1,22 a
Mato Grosso 39	5321 b	38611 a	0,98 b
Cunha	5315 b	39722 a	0,99 b
Língua de Papagaio	4968 c	39166 a	0,95 b
Asteca	4821 c	40277 a	1,01 b
Amarelão 1	4811 c	36388 a	0,96 b
Roxo	4758 c	39166 a	0,93 b
Mato Grosso Palha Roxa	4702 c	38055 a	0,99 b
Monge João Maria	4379 c	38333 a	0,97 b
Moroti	3074 d	38611 a	1,08 b
Médias	5371	38935	1,02
C.V.(%)	10,13	5,54	7,66

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade do erro.

Tabela 2 - Número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa do grão em variedades de polinização aberta de milho. Canoinhas, SC, 2003.

Variedades	Número de fileiras por espiga	Número de grãos por fileira	Massa do grão (g/1000 grãos)
MPA 01	14,6 b <sup>1</sup>	41,3 a	338 a
Pixurum 06	15,1 b	40,0 a	310 b
Branco	14,2 b	41,2 a	319 b
Amarelão 3	14,5 b	40,0 a	331 a
Amarelão 2	14,5 b	39,5 a	318 b
MPA 02	14,9 b	41,3 a	315 b
BR 106	13,0 b	37,7 b	289 b
Pixurum 05	14,2 b	36,9 b	342 a
Composto São Luiz	14,7 b	38,5 b	333 a
Palha Roxa	14,0 b	38,0 b	358 a
Sol da Manhã	14,9 b	35,1 b	292 b
Cateto	14,2 b	36,7 b	306 b
Rosado	13,8 b	37,0 b	377 a
Mato Grosso	13,6 b	42,5 a	259 c
Pixurum 04	15,0 b	38,7 a	303 b
Mato Grosso 39	13,9 b	37,1 b	315 b
Cunha	21,7 a	34,3 b	221 c
Língua de Papagaio	13,8 b	38,7 a	327 a
Asteca	11,7 b	38,7 a	357 a
Amarelão 1	14,5 b	38,9 a	318 b
Roxo	13,7 b	36,6 b	317 b
Mato Grosso Palha Roxa	13,2 b	40,7 a	287 b
Monge João Maria	14,0 b	35,0 b	319 b
Moroti	13,7 b	32,9 b	230 c
Médias	14,4	38,2	312
C.V.(%)	6,41	5,59	8,57

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade do erro.

O componente que apresentou o maior efeito direto sobre a produtividade foi o NFE. Mas, como houve efeito indireto negativo com o NEP, NGF e MG, a correlação total entre NFE e produtividade de grãos foi baixa (0,174). Por outro lado, AGRAMA (1996) verificou que o NEP foi o componente de rendimento que apresentou o maior efeito direto sobre a produtividade. Entretanto, os efeitos indiretos negativos via número de grãos por espiga foi máximo, reduzindo a

correlação total entre NEP e produtividade. É provável que essa discrepância entre resultados entre os trabalhos seja decorrente do uso de diferentes genótipos, com características morfofisiológicas distintas e diferenças de ambiente. Adicionalmente, a densidade de plantas (DEN) e o NEP apresentaram baixa correlação direta e total com a produtividade de grãos (Tabela 3).

Tabela 3 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos dos componentes de rendimento (variáveis explicativas) sobre a produtividade de grãos. Canoinhas, SC, 2003.

Variáveis	Estimativa de correlação	Total
<b>DEN</b>		
Efeito direto sobre produtividade	0,183	
Efeito indireto via NEP	-0,143	
Efeito indireto via NFE	0,524	
Efeito indireto via NGF	0,583	
Efeito indireto via MG	0,109	
		0,260
<b>NEP</b>		
Efeito direto sobre produtividade	0,406	
Efeito indireto via DEN	-0,064	
Efeito indireto via NFE	-0,002	
Efeito indireto via NGF	-0,032	
Efeito indireto via MG	-0,196	
		0,112
<b>NFE</b>		
Efeito direto sobre produtividade	0,597	
Efeito indireto via DEN	0,016	
Efeito indireto via NEP	-0,001	
Efeito indireto via NGF	-0,155	
Efeito indireto via MG	-0,282	
		0,174
<b>NGF</b>		
Efeito direto sobre produtividade	0,579	
Efeito indireto via DEN	0,018	
Efeito indireto via NEP	-0,022	
Efeito indireto via NFE	-0,160	
Efeito indireto via MG	0,171	
		0,586
<b>MG</b>		
Efeito direto sobre produtividade	0,579	
Efeito indireto via DEN	0,034	
Efeito indireto via NEP	-0,137	
Efeito indireto via NFE	-0,291	
Efeito indireto via NGF	0,171	
		0,357
<b>Coefficiente de determinação</b>	<b>0,75</b>	

DEN=densidade de plantas; NEP=número de espigas por planta; NFE=número de fileiras por espiga; NGF=número de grãos por fileira; MG=massa do grão.

Nesse sentido, a análise de trilha indicou o NGF como sendo o componente mais associado à produtividade. Essa constatação também foi obtida quando utilizou-se análise de *Stepwise*. Nessa análise, observou-se que a produtividade das VPA avaliadas pode ser predita por meio do NGF com coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,343 (Tabela 4). Com o

aumento no número de grãos por fileira, há aumento na produtividade de grãos (Figura 1). Portanto, o NGF foi o componente que, isoladamente, melhor estimou a produtividade de grãos. Quando utilizou-se duas variáveis no modelo, os componentes NGF e NFE conseguiram explicar 47% das variações de produtividade de grãos (Tabela 4).

Tabela 4 - Coeficientes de determinação ( $r^2$ ), determinados pela análise de *Stepwise*, em equações de regressão ajustadas para a variável básica produtividade. Canoinhas, SC, 2003.

Variáveis explicativas	$r^2$
NGF	0,343
NFE e NGF	0,472
NFE, NGF e MG	0,551
NEP, NFE, NGF e MG	0,655
DEN, NEP, NFE, NGF e MG	0,681

DEN=densidade de plantas; NEP=número de espigas por planta; NFE=número de fileiras por espiga; NGF=número de grãos por fileira; MG=massa do grão.

O número de grãos por fileira é definido quando a planta de milho possui ao redor de 12 folhas expandidas à

fecundação (HANWAY, 1966; NEL & SMITH, 1978). Então, pode-se inferir que esse período do ciclo é crítico para a definição da produtividade. Portanto, nesse período, os agricultores devem manejar a lavoura da forma mais adequada possível, em especial no que se refere à disponibilidade de nutrientes e controle de pragas, já que a suplementação hídrica não é, em geral, efetivada pelos agricultores que utilizam VPA. Todavia, como é demonstrado pela análise de trilha e *Stepwise*, os outros componentes de rendimento também contribuem expressivamente na definição da produtividade de grãos. Além disso, os componentes que são definidos no início do ciclo, como número de plantas por área, número de espigas por planta e número de fileiras de grãos por espiga possuem elevada importância, pois podem limitar a produtividade de grãos, mesmo que as condições de ambiente melhorem em fases posteriores do ciclo de desenvolvimento.

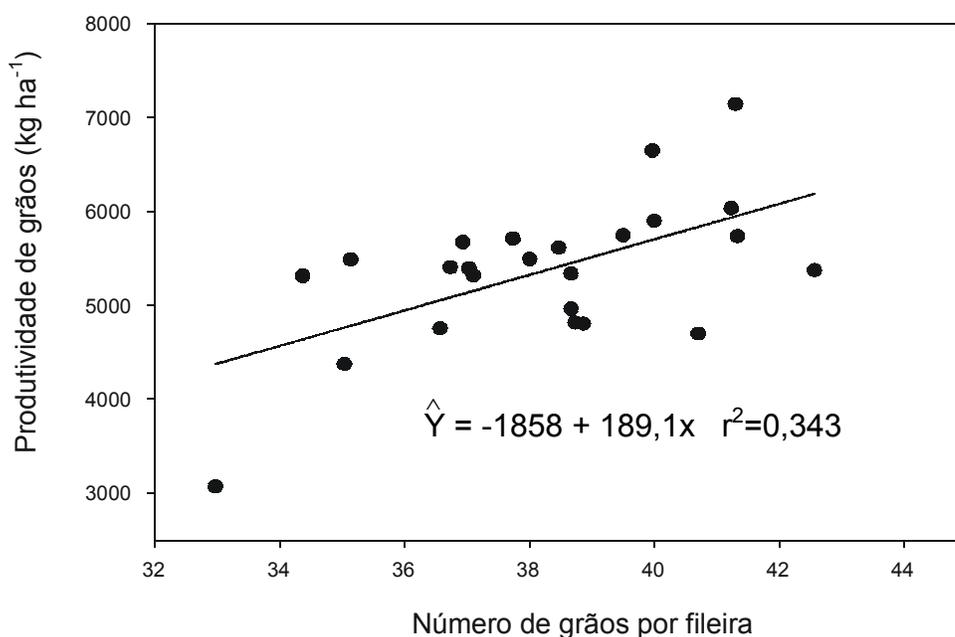


Figura 1 - Relação entre número de grãos por fileira e produtividade de grãos em 24 variedades de polinização aberta de milho. Canoinhas, SC, 2003.

## CONCLUSÕES

Há variabilidade em produtividade de grãos e componentes de rendimento entre variedades de polinização aberta de milho.

O número de grãos por fileira é o componente de rendimento que mais contribui na definição da produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho.

## ABSTRACT

The objectives of this work were to evaluate the grain yield and its components in maize open pollinated varieties, as well as to determine which yield component has the most important contribution in total grain yield. The experiment was carried out at Canoinhas-SC, Brazil; it was composed by 24 maize open pollinated varieties. Grain yield, plant density, number of ears per plant, number of rows per ear, number of grains per row and grain mass were evaluated. The yield of varieties changed from 3074 to 7146 kg ha<sup>-1</sup>. The number of grains per

row showed the higher total correlation with grain yield (0,586). Through path analysis and *Stepwise*, it was concluded that the most important component in the prediction of yield in open pollinated varieties was the number of grains per row.

Key words: *Zea mays* L., path analysis, stepwise.

## REFERÊNCIAS

- AGRAMA, H.A.S. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. **Plant Breeding**, v.115, n.5, p.343-346, 1996.
- ARAÚJO DE, P.M.; NASS, L.L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.3, p.589-593, 2002.
- CARVALHO, C.G.P.; BORSATO, R.; CRUZ, C.D.; et al. Path analysis under multicollinearity in S<sub>0</sub> x S<sub>0</sub> maize hybrids. **Crop**

- Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.1, n.3, p.263-270, 2001.
- CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO DE, J.F.F.; et al. Correlações e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.311-320, 2002.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: versão Windows - aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa:UFV, 1997. 390p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.
- FURTADO, M.R.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A.; et al. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.217-220, 2002.
- GONÇALVES, M.C.; CORREA, A.M.; DESTRO, D.; et al. Correlations and path analysis of common bean grain yield and its primary components. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, n.3, p.217-222, 2003.
- HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v.55, n.5, p.487-492, 1966.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 abril 2004.
- IVANOVIC, M.; ROSIC, K. Path coefficient analysis for three stalk traits and grain yield in maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v.30, p.233-239, 1985.
- KUREK, A.J.; CARVALHO, F.I.F.; ASSMANN, I.C.; et al. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.1, p.29-32, 2001.
- MOHAMMADI, S.A.; PRASANNA, B.M.; SINGH, N.N. Sequential path model for determining interrelationship among grain yield related characters in maize. **Crop Science**, Madison, v.43, n.5, p.1690-1697, 2003.
- NEL, P.C.; SMITH, N.S.H. Growth and development stages in the growing maize plant. **Farming in South Africa**, p.1-7, 1978.
- SAS - Institute Statistical Analysis System. **User's guide**. Version 6. 4.ed. North Caroline, 1989. 846p.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analyses method for grouping mean in the analyses of variance. **Biometrics**, v.130, p.507-512, 1974.
- SEARLE, S.R. **Linear models**. New York: John Wiley and Sons, 1971. 531p.