

- LIEBIG, H.P. Model of cucumber growth and yield. I. Raising the crop under low temperature regimes. *Acta Horticulturae Sinica*, v. 156, p. 127 - 37, 1985.
- ODA, M. New grafting methods for fruit-bearing vegetables in Japan. *Japan Agricultural Research Quartely*, v. 29, p. 187 - 94, 1995.
- ODA, M.; TSUJI, K.; SASAKI, H. Effect of hypocotyl morphology on survival rate and grow of cucumber seedlings grafted on *Cucurbita* spp. *Japan Agricultural Research Quartely*, v. 26, p. 259 - 63, 1993.
- SILVA JUNIOR, A.A.; SOPRANO, E.; VIZZOTTO, V.J.; MACEDO, S.G. *Caracterização de deficiências nutricionais em pepineiro*. Santa Catarina: EPAGRI, 1995. 35 p.
- TAKAHASHI, H.; SAITO, T.; SUGE, H. Intergeneric translocation of floral stimulus across a graft in monoecious cucurbitaceae with special reference to the sex expression of flowers. *Plant Soil*, v. 23, n. 1, p. 1 - 9, 1982.
- YAMAKAWA, K. Use of rootstocks in solanaceous fruit vegetable production in Japan. *Japan Agricultural Research Quartely*, v. 15, n. 3, p. 175 - 79, 1982.

CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, V. R.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D. Correlações canônicas entre componentes primários e secundários da produção de frutos em pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 2, p. 113 - 118, novembro 1998.

## Correlações canônicas entre componentes primários e secundários da produção de frutos em pimentão.

Claudio G. P. de Carvalho<sup>1</sup>; Valter R. Oliveira<sup>2</sup>; Vicente W. D. Casali<sup>3</sup>; Cosme D. Cruz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> UFV - Dep<sup>o</sup> Biologia Geral, 36571-000 Viçosa - MG; <sup>2</sup> EPAMIG - Centro Tecnológico do Centro Oeste, C. Postal 35701-970 Sete Lagoas - MG; <sup>3</sup> UFV - Dep<sup>o</sup> Fitotecnica, 36571-000 Viçosa - MG.

### RESUMO

Avaliaram-se as associações existentes entre componentes primários e secundários da produção de frutos, em genótipos de pimentão, por meio da análise de correlações canônicas. Além disso, realizou-se o estudo da adequação dos dados a esta análise em decorrência da existência de multicolinearidade expressa nas matrizes de correlações utilizadas. O ensaio foi conduzido no município de Viçosa (MG), no período de 6 de outubro de 1993 a 19 de março de 1994. A umidade relativa do ar média anual da região é de 80%, a temperatura média anual é de 20°C e a precipitação média anual é de 1340 mm. O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi composta de uma fileira com seis plantas, espaçadas 0,40 m, mantendo-se um espaçamento entre linhas de 0,9 m. As quatro plantas centrais constituíram a parcela útil. O estudo das correlações e dos pares canônicos revelou que há dependência significativa a 1% de probabilidade, pelo teste de qui-quadrado, entre caracteres morfológicos e agrônômicos (diâmetros do pedúnculo e do caule e alturas da planta e da primeira bifurcação) e de fruto (comprimento, largura, relação comprimento/largura do fruto e espessura da polpa) com os componentes primários da produção (peso médio e número total de frutos). A associação mais expressiva foi estabelecida entre estes componentes e caracteres do fruto. Para estes caracteres, deve-se considerar simultaneamente o comprimento e a largura do fruto e a espessura da polpa para se obter ganhos em número total e, principalmente, em peso médio de frutos. Entre os caracteres morfológicos e agrônômicos, diâmetro do pedúnculo apresentou importância mais destacada e poderá permitir a obtenção de resposta correlacionada com peso médio de frutos.

**Palavras-chave:** *Capsicum annum L.*, multicolinearidade, peso médio de frutos, características de frutos.

### ABSTRACT

#### Canonical correlations between primary and secondary components of fruit production in sweet-pepper.

Associations between primary and secondary components of fruit production in sweet-pepper genotypes were evaluated by means of canonical correlation analysis. Additionally, a study of data fitness for this analysis was done as a result of observing multicollinearity in the correlation matrices used. The experiment was carried out in the municipality of Viçosa (MG), during the period from October 6<sup>th</sup> 1993 to March 19<sup>th</sup> 1994. The mean annual relative air humidity of the region is 80%, the mean annual temperature is 20°C and the mean annual precipitation is 1340 mm. The experimental design used was complete randomized blocks with three replications. Each plot had a row with six plants, spaced 0.40 m, with a space of 0.9 m between lines. The four central plants represented the useful plot. The study of correlations and of canonic pairs revealed that there was a significant dependence ( $P > 0.01$ ), by the chi-square test, between morphological and agronomic characters (peduncle and stem diameters, and plant and first bifurcation heights) and fruit (fruit length, width and length/width relation and pulp thickness) with the primary yield components (fruit average weight and total number). The most expressive association between these components was established with fruit characters. For these characters, fruit length, width and pulp thickness should be considered simultaneously to obtain gains in total number of fruits and, mainly, in fruit average weight. For morphological and agronomic characters, peduncle diameter stands out as it one for morphological and agronomic characters, peduncle diameter stands out as it is the one character correlated with fruit average weight, correlated with fruit average weight.

**Keywords:** *Capsicum annum L.*, multicollinearity, fruit average weight, fruit characters.

(Aceito para publicação em 18 de setembro de 1998)

O estudo de correlações entre caracteres é importante no melhoramento genético, pois possibilita verificar a viabilidade da utilização de seleção indireta para proporcionar progressos mais rápidos que a seleção direta no caráter desejado.

Em *Capsicum annuum* L., Gill *et al.* (1977), Gupta & Yadav (1984) e Cruz *et al.* (1988) indicaram a utilização da seleção dos caracteres número total de frutos e peso médio de frutos para obter ganhos genéticos em produção de frutos, por ser este um caráter de baixa herdabilidade, regulado por vários genes e, portanto, difícil de ser selecionado. Contudo, as influências destes componentes primários sobre a produção de frutos não tem grandes implicações práticas pois estes caracteres são, geralmente, igualmente complexos e de baixa herdabilidade. Por outro lado, a seleção dos componentes secundários visando ganhos genéticos nos componentes primários, e por conseqüência, aumento na produção de frutos, pode ser uma boa estratégia de melhoramento genético pois os componentes secundários são, geralmente, menos complexos e têm maiores herdabilidades, e algumas vezes, são mais fáceis de serem identificados e/ou mensurados (Cruz & Regazzi, 1994).

Um aspecto relevante no estudo de associações entre caracteres é que a quantificação e a interpretação da magnitude de correlação simples podem resultar em equívocos na estratégia de seleção, pois correlação alta entre dois caracteres pode ser resultado do efeito, sobre estes, de um terceiro caráter ou de um grupo de caracteres. Neste contexto, as correlações canônicas constituem-se em uma importante ferramenta estatística para melhor avaliar as associações entre caracteres (Dunteman, 1984).

A técnica de correlações canônicas visa identificar e quantificar as relações existentes entre dois complexos de caracteres, de forma a maximizar a correlação entre uma combinação linear dos caracteres de um complexo e uma combinação linear dos caracteres do outro complexo. Os coeficientes das combinações lineares dos caracteres destes complexos, denominados coeficientes canônicos, expressam estas interrelações.

No melhoramento genético, esta metodologia já foi utilizada, por exemplo, com intuito de avaliar as associações entre caracteres agrônômicos e físico-químicos em batata-doce (Miranda *et al.*, 1988) ou componentes primários e secundários da produção de grãos em guandu (Santos *et al.*, 1994).

Este trabalho teve como objetivo determinar a intensidade de associação entre componentes primários e secundários da produção de frutos em genótipos de pimentão (*Capsicum annuum* L.), utilizando-se análise de correlações canônicas. Adicionalmente, avaliou-se a adequação dos dados a esta análise, em decorrência da existência de multicolinearidade expressa nas matrizes de correlações utilizadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Cento e vinte e oito linhagens, um genótipo e quatro cultivares de pimentão, da coleção de *Capsicum* do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV), foram analisados em condições de campo, no período de 6 de outubro de 1993 a 19 de março do 1994, no município de Viçosa (MG) situado a 20° 45' S e 40° 51' W. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa com umidade relativa do ar média anual de 80%, temperatura média anual de 20°C e precipitação média anual de 1340 mm.

As mudas foram produzidas em sementeira, sendo transplantadas quando apresentavam cinco folhas definitivas, em média, para solo adubado com 270 Kg de N (60 Kg no transplante + 210 Kg em cobertura), 30 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (30+0), 170 Kg de K<sub>2</sub>O (120+50), 72 Kg de Ca (72+0), 30 Kg de Mg (30+0), 10 Kg de Zn (10+0) e 3,5 Kg de B (3,5+0), por hectare, nas formas de nitrocálcio, superfosfato simples, cloreto de potássio, nitrocálcio, sulfato de magnésio, sulfato de zinco e bórax, respectivamente. Irrigações suplementares e demais tratamentos culturais como capinas, tutoramento das plantas e controle fitossanitário foram efetuados na medida em que se fizeram necessários, de modo a manter as plantas sob condições ótimas de crescimento e desenvolvimen-

to. Foram realizadas cinco colheitas de frutos a intervalos médios de dez dias, quando estes apresentavam, pelo menos, o ápice com coloração avermelhada.

O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi composta de uma fileira com seis plantas, espaçadas 0,40 m, mantendo-se um espaçamento entre linhas de 0,90 m. As quatro plantas centrais constituíram a parcela útil. Todos os frutos colhidos na parcela útil foram considerados nas mensurações dos caracteres.

Foram avaliados os caracteres número total de frutos/planta (NTF); peso médio de fruto, em g/fruto, dado pela relação entre o peso total e o número total de frutos (PMF); diâmetro do pedúnculo, em mm, medido próximo a base do fruto (DP); altura da planta, em cm, medida do nível do solo ao ponto mais alto da planta (AP); altura da primeira bifurcação, em cm, medida do nível do solo (AB); diâmetro do caule, em cm, medido próximo ao nível do solo (DC); número de ramos na primeira bifurcação (NR); comprimento do fruto, em cm (CF); largura do fruto, em cm, medida na base do fruto (LF); relação comprimento/largura do fruto (RCL); espessura da polpa, em mm, medida na porção mediana do fruto (EP). Estes caracteres foram agrupados em: grupo I - constituído pelos componentes primários da produção de frutos (NTF e PMF) e grupo II - formado pelos componentes secundários da produção de frutos. Este último grupo foi dividido em dois subgrupos: subgrupo II.a, representando os caracteres morfológicos e agrônômicos (DP, AP, AB, DC e NR); e subgrupo II.b, representando os caracteres do fruto (CF, LF, RCL e EP).

As estimativas das correlações genotípicas e dos coeficientes de determinação genotípica (H<sup>2</sup>%) foram obtidas de acordo com Mode & Robinson (1959) e Vencovsky & Barriga (1992), respectivamente. As determinações das correlações canônicas entre combinações lineares dos caracteres do grupo I e de cada subgrupo II, e dos pares canônicos associados a estas correlações canônicas, foram realizadas por meio das equações (Dunteman, 1984):

$$(R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{12} - \lambda I)a = \Phi e$$

$$(R_{22}^{-1}R_{12}R_{11}^{-1}R_{12} - \lambda I)b = \Phi$$

em que

$R_{11}$  = matriz de correlação genotípica entre os caracteres do grupo I;

$R_{22}$  = matriz de correlação genotípica entre os caracteres de cada subgrupo II; e

$R_{12}$  = matriz de correlação genotípica entre os caracteres do grupo I e os caracteres de cada subgrupo II.

A primeira correlação canônica ( $r_1$ ) entre uma combinação linear dos caracteres do grupo I e uma combinação linear dos caracteres de cada subgrupo II foi estimada por:

$$r_1 = \sqrt{\lambda_1}$$

em que  $\lambda_1$  é o maior autovalor da matriz  $R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{12}$ . Os conjuntos de coeficientes canônicos das combinações lineares dos caracteres do grupo I e de cada subgrupo II, associados a  $r_1$  e denominados primeiro par canônico, foram obtidos por:

$$X_1 = a'X \text{ e } Y_1 = b'Y$$

em que

$a$  = autovetor associado ao primeiro autovalor de  $R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{12}$ ;

$b$  = autovetor associado ao primeiro autovalor de  $R_{22}^{-1}R_{12}R_{11}^{-1}R_{12}$  e

$X$  e  $Y$  = vetores de médias dos caracteres do grupo I e de cada subgrupo II, respectivamente.

As demais correlações canônicas e os seus respectivos pares canônicos foram estimados utilizando-se os autovalores e autovetores das expressões descritas de ordem correspondente à da correlação estimada. Inferências foram realizadas sobre os pares canônicos associadas a correlações canônicas significativas em nível de 1% de probabilidade.

A significância da hipótese  $H_0: \rho_k > 0$  e  $\rho_{k+1} = \dots = \rho_s = 0$  ( $k=0,1,\dots,s-1$ ) foi avaliada, pelo teste qui-quadrado, utilizando-se a expressão:

$$\chi^2 = -\text{tlog}_e \left[ \prod_{i=k+1}^s (1 - r_i) \right]$$

em que

$$t = n - 0,5(p + q + 3);$$

$n$  = número de pares de observações experimentais associados a cada correlação;

$p$  = número de caracteres do grupo I;

$q$  = número de caracteres de cada subgrupo II; e

$s$  = número total de correlações (menor valor entre  $p$  e  $q$ ). Esta estatística está associada a  $(p - k)(q - k)$  graus de liberdade.

Na utilização das regressões múltiplas  $X_i = a'X$  e  $Y_i = b'Y$  nos casos em que houve alguma variável independente (explicativa) correlacionada com outra ou com uma combinação linear de outras variáveis independentes do modelo, ou seja, nos casos em que foi detectada multicolinearidade na matriz de correlação entre os caracteres de um complexo, e se o grau desta multicolinearidade foi de moderado a severo, avaliou-se o descarte de caracteres que contribuíram para o aparecimento deste fenômeno na estimação dos coeficientes canônicos. O grau de multicolinearidade das matrizes  $R_{11}$  e  $R_{22}$  foi estabelecido de acordo com os critérios indicados por Montgomery & Peck (1981), que baseiam-se nos valores do determinante e do número de condição (NC - razão entre o maior e o menor autovalor) destas matrizes. Para detectar os caracteres que contribuem para o aparecimento da multicolinearidade foi efetuada a análise dos elementos dos autovetores associados aos autovalores, descrita por Belsley *et al.* (1980). A diagnose da multicolinearidade, bem como todas as outras análises deste en-

saio, foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES (Cruz, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes secundários que apresentaram maior correlação, em magnitude, com o componente primário número total de frutos (NTF) foram diâmetro do pedúnculo (-0,45); largura do fruto (-0,41) e espessura da polpa (-0,40), e com o peso médio de fruto (PMF) foram largura do fruto (0,77); espessura da polpa (0,68) e diâmetro do pedúnculo (0,66). Como a magnitude de uma correlação simples pode não refletir adequadamente a relação causa-efeito entre caracteres, realizaram-se análises de correlações canônicas entre complexos destes componentes. Neste estudo, a análise e interpretação dos resultados foram feitos em dois contextos. No primeiro, de maior interesse biológico, procurou-se identificar as associações que permitissem acréscimos nos componentes primários da produção de pimentão. No segundo, de natureza metodológica, avaliou-se a adequação dos dados ao estudo, em decorrência da existência de multicolinearidade expressa nas matrizes de correlações utilizadas.

A primeira ( $r = 0,76$ ) e segunda ( $r = 0,47$ ) correlações canônicas entre os componentes primários e os caracteres morfológicos e agrônômicos (Tabela 1),

**Tabela 1.** Correlações canônicas ( $r$ ) e pares canônicos estimados entre componentes primários da produção de frutos<sup>1</sup> e caracteres morfológicos agrônômicos<sup>2</sup> de genótipos de pimentão. Viçosa, UFV, 1993/94.

	Coeficientes canônicos	
	1º par	2º par
Componentes primários		
NTF	0,41	1,24
PMF	1,21	0,48
Caracteres Morfológicos e agrônômicos		
DP	0,63	-0,17
AP	0,25	0,52
AB	0,19	-0,08
DC	0,05	-0,24
NR	-0,08	0,08
R	0,76	0,47
Significância	< 0,01	< 0,01

<sup>1</sup>/ NTF - número total de frutos; PMF - peso médio de fruto.

<sup>2</sup>/ DP - diâmetro do pedúnculo; AP - altura da planta; AB - altura da primeira bifurcação; DC - diâmetro do caule; NR - número de ramos na primeira bifurcação.

em nível de 1% de probabilidade, foram significativamente diferentes de zero pelo teste de qui-quadrado, indicando haver relações entre os caracteres complexos analisados. Em relação ao primeiro par canônico, verificou-se que plantas com maior diâmetro do pedúnculo (DP) determinam o aumento em PMF. Dentre os caracteres morfológicos e agrônômicos, o caráter DP foi um dos que apresentou maior correlação com PMF e, portanto, a análise multivariada, baseada na correlação canônica, ratificou o resultado já encontrado nos estudos da correlação simples.

Em relação ao segundo par canônico, verificou-se que plantas com maior altura da planta (AP) determinaram o aumento em NTF (Tabela 1). Contudo, deve ser mencionado que o caráter AP mostrou magnitude de correlação simples com NTF de apenas 0,18. Portanto, a associação entre estes dois caracteres pode estar sendo definida por outros caracteres e, por consequência, para a obtenção de ganhos em NTF, poderá haver a necessidade de selecionar simultaneamente tais caracteres, além da altura da planta. Contudo, o estudo dos coeficientes canônicos não possibilitou a identificação destes caracteres. Menciona-se ainda, em relação a este par canônico, o fato do caráter DP, que pouco contribuiu na alteração em NTF, ter apresentado a maior magnitude de correlação, dentre os caracteres avaliados, com este componente primário.

Com base nestes resultados, ficou evidenciada a importância do estudo de correlações canônicas no entendimento das relações entre os componentes primários e os caracteres morfológicos e agrônômicos para o material avaliado, pois as magnitudes das correlações simples nem sempre refletiram adequadamente a relação causa-efeito entre caracteres.

Em batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), estudos de correlações canônicas entre caracteres agrônômicos e físico-químicos, avaliados em 13 cultivares e 5 clones, revelaram a existência de relação entre os caracteres peso da raiz tuberosa e sólidos totais, apesar da magnitude da correlação simples entre estes caracteres ter sido próxima de

zero (Miranda *et al.*; 1988). Por outro lado, as análises de correlações canônicas entre os componentes primários e secundários da produção de grãos, avaliados em cinquenta e seis acessos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) MILLSP), mostraram que plantas altas e com vagens compridas influenciaram o aumento do número de sementes/vagem e o tamanho do grão, confirmando os resultados encontrados nos estudos das correlações simples (Santos *et al.*, 1994).

Além de ganhos individuais em PMF e NTF, outro aspecto de interesse é a obtenção de acréscimos simultâneos nestes caracteres para se conseguir, com maior eficácia, o aumento na produção de frutos de pimentão. Apesar de existir efeito de compensação entre os componentes primários, ou seja, a medida que se aumenta PMF diminui-se NTF e vice-versa, percebeu-se a possibilidade de aumento conjunto nestes componentes se considerada a seleção simultânea nos caracteres morfológicos e agrônômicos. A combinação linear entre DP, AP e AB, ou entre DP, AP e DC em índices de seleção deve ser avaliada como alternativa para obtenção de ganhos simultâneos nos componentes primários.

Ressalta-se ainda que os coeficientes de determinação genotípica para NTF e PMF foram 63,85% e 83,64%, respectivamente. Os caracteres morfológicos e agrônômicos DP, AP, AB, DC e NR, estudados com interesse em resposta correlacionada, apresentaram coeficientes de determinação genotípica de 72,51%, 88,8%, 93,69%, 71,33% e 82,27%, respectivamente. Assim, de maneira geral, constatou-se que os caracteres morfológicos e agrônômicos foram menos influenciados pelas variações ambientais.

Com relação ao estudo da adequação dos dados para estimação das correlações canônicas entre os componentes primários e secundários da produção de frutos, verificou-se que os caracteres de cada complexo avaliado apresentaram multicolinearidade fraca, com números de condição das matrizes inferiores a 15 (Montgomery & Peck, 1981). Apenas para a matriz comprimento do fruto (CF) – largura do fruto (LF) - relação comprimento/largura (RCL) – espessura da polpa (EP) ob-

servou-se multicolinearidade de moderada a forte (determinante da matriz  $R_{2,2} = 0,006$  e  $NC = 481,09$ ). Em análise de trilha (“path analysis”) sob multicolinearidade, as variâncias associadas aos estimadores dos coeficientes de trilha podem atingir valores demasiadamente elevados, tornando-os pouco confiáveis (Carvalho, 1995). Similarmente ao que ocorre na análise de trilha, coeficientes canônicos também podem apresentar valores elevados em decorrência da multicolinearidade entre caracteres, dificultando as interpretações desses coeficientes.

Neste ensaio, por exemplo, apesar de o caráter CF ter apresentado magnitude de correlação com PMF e NTF de 0,18 e 0,07, respectivamente, este mostrou magnitudes dos coeficientes canônicos de -0,81 e -1,81, associadas às primeira e segunda correlações canônicas, respectivamente. Este resultado foi consequência da ocorrência de multicolinearidade, pois não se espera que CF apresente magnitudes dos coeficientes canônicos de valor elevado e de sinal negativo, associadas a estas correlações canônicas. Para contornar estes efeitos adversos, foi realizado o descarte dos caracteres do subgrupo II.b que contribuíram para o aparecimento dessa multicolinearidade. Estes caracteres foram os que apresentaram os maiores elementos nos autovetores associados aos menores autovalores (Belsley *et al.*, 1980). Razão comprimento/largura, apesar de sua importância econômica, foi o caráter que mais contribuiu para a ocorrência de multicolinearidade neste subgrupo II (dados não apresentados). Desta forma, dois complexos de componentes secundários foram formados: (1) CF, LF e EP; (2) RCL e EP. Estes complexos apresentaram multicolinearidade fraca.

Na análise de correlações canônicas, utilizando-se o primeiro complexo de componentes secundários (CF, LF e EP), as magnitudes dos coeficientes canônicos, associadas às primeira e segunda correlações canônicas, para o caráter CF foi de apenas 0,31 e 0,21, respectivamente (Tabela 2). Assim, o descarte de caracteres possibilitou remover os efeitos adversos da multicolinearidade. Além disso, com base nas magnitudes

dos coeficientes do primeiro par canônico, plantas com maior LF tenderam a proporcionar plantas com maior PMF. Este componente secundário, dentre os avaliados, foi o que apresentou a maior correlação com PMF e, portanto, a análise multivariada, baseada na correlação canônica, ratificou o resultado encontrado nos estudos da correlação simples. Para obtenção de ganhos simultâneos em PMF e NTF e, por consequência, aumento na produção de frutos, o uso de uma combinação linear entre CF, LF e EP em índices de seleção poderá ser satisfatório. Isto foi verificado a partir da observação das magnitudes (não próximas de zero) dos coeficientes do 1º par canônico para os cinco caracteres avaliados.

Ressalta-se que os caracteres do fruto, assim como os morfológicos e agrônômicos, foram menos afetados pelas variações ambientais em relação aos componentes primários, e o uso destes pode ser uma boa estratégia de seleção baseada em resposta indireta ou em índice de seleção. Neste estudo, os coeficientes de determinação genotípica para CF, LF, RCL e EP foram 87,06%, 78,96%, 91,62% e 81,46%, respectivamente.

Considerando-se o segundo complexo dos componentes secundários (Tabela 3), plantas com maior EP foram determinantes do aumento de PMF, confirmando o resultado encontrado nos estudos da correlação simples. Além disso, somente a seleção destes caracteres (RCL e EP) não proporcionará ganhos simultâneos nos componentes primários, pois a magnitude do coeficiente canônico para NTF foi próximo de zero (-0,09), indicando que estes componentes secundários influenciaram muito pouco na determinação do caráter número total de frutos. Nestas duas últimas análises, como as segundas correlações canônicas não foram significativas em nível de 1% de probabilidade, inferências sobre os pares canônicos associados a estas correlações não foram realizadas.

As magnitudes das correlações canônicas obtidas nos vários estudos (Tabelas 1, 2 e 3) permitiram concluir que uma associação mais expressiva dos componentes primários PMF e NTF foi

**Tabela 2.** Correlações canônicas (r) e pares canônicos estimados entre componentes primários da produção de frutos<sup>1</sup> e caracteres do fruto<sup>2</sup> de genótipos de pimentão. Viçosa, UFV, 1993/94.

	Coeficientes Canônicos	
	1º par	2º par
Componentes primários		
NTF	0,27	1,28
PMF	1,15	0,62
Caracteres do fruto		
CF	0,31	0,21
LF	0,65	0,02
EP	0,38	-0,10
r	0,92	0,23
Significância	< 0,01	0,05-0,02

<sup>1/</sup> NTF- número total de frutos; PMF- peso médio de fruto.

<sup>2/</sup> CF- comprimento do fruto; LF- largura do fruto; EP- espessura da polpa.

**Tabela 3.** Correlações canônicas (r) e pares canônicos estimados entre componentes primários da produção de frutos<sup>1</sup> e caracteres do fruto<sup>2</sup> de genótipos de pimentão. Viçosa, UFV, 1993/94.

	Coeficientes Canônicos	
	1º par	2º par
Componentes primários		
NTF	0,05	1,30
PMF	1,03	0,80
Caracteres do fruto		
RCL	-0,09	0,18
EP	0,66	0,06
R	0,69	0,33
Significância	< 0,01	0,05-0,02

<sup>1/</sup> NTF- número total de frutos; PMF- peso médio de fruto.

<sup>2/</sup> RCL- razão comprimento/largura do fruto; EP- espessura da polpa.

estabelecida com os caracteres do próprio fruto (CF, LF e EP) e não com os caracteres morfológicos e agrônômicos (DP, AP, AB, DC e NR). Entretanto, no caso destes foi possível identificar um caráter de importância mais destacada (DP) que poderá permitir a obtenção de resposta correlacionada com PMF. Com relação aos caracteres do fruto, os caracteres LF e EP foram importantes na determinação de PMF. Além disso, deve ser considerado a seleção simultânea de CF, LF e EP para se obter ganhos em NTF e, principalmente, em PMF.

#### LITERATURA CITADA

BELSLEY, D.A.; KUH, E.; WELCH, R.E. *Regression diagnostics: identifying data and sources of collinearity*. New York: John Wiley & Sons, 1980, 292 p.

CARVALHO, S.P. de. *Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção, sob multicolinearidade*. Viçosa: UFV, 1995, 163 p.

CRUZ, C.D. *Programa Genes. Aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV, 1997. 442 p.

CRUZ, C.D.; MIRANDA, J.E.C. de; COSTA, C.P. da. Correlações, efeitos diretos e indiretos de caracteres agrônômicos sobre a produção de pimentão (*Capsicum annum* L.). *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v. 11, n. 4, p. 921 - 928, 1988.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 1994, 390 p.

DUNTEMAN, G.H. *Introduction to multivariate analysis*. Beverly Hills: Sage publications, 1984, 237 p.

GILL, H.S.; ASAWA, B.M.; THAKUR, P.C.; THAKUR, T.C. Correlation, path coefficient and multiple regression analysis in sweet-pepper. *Indian Journal of Agricultural Science*, v. 47, p. 408 - 410, 1977.

GUPTA, C.R.; YADAV, R.D.S. Genetic variability and path analysis in chili (*Capsicum annum* Linn.). *Genetica Agraria*, v. 38, p. 425 - 432, 1984.

MIRANDA, J.E.C. de; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.S. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v. 11, n. 4, p. 881 - 892, 1988.

MODE, J.C.; ROBINSON, H.F. Pleiotropism and the genetic variance and covariance. *Biometrics*, v. 15, p. 518 - 537, 1959.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. *Introduction to linear regression analysis*. New York: John Wiley & Sons, 1981, 504 p.

SANTOS, C.A.F.; CAVALCANTI, J.; PAINI, J.N.; CRUZ, C.D. Correlações canônicas entre componentes primários e secundários da produção de grãos em guandu (*Cajanus cajan* (L.) MILLSP). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 41, n. 236, p. 459 - 464, 1994.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992, 496p.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação da resistência de péletes. *Horticultura Brasileira*, v. 16, n.2, p.118 -122, novembro 1998.

## Metodologia para avaliação da resistência de péletes<sup>1</sup>.

João B.C. da Silva<sup>2</sup>; João Nakagawa<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Embrapa – Hortaliças, C. Postal 218, 70.359-970 Brasília – DF

<sup>3</sup>UNESP – Faculdade de Ciências Agrônomicas, C. Postal 237, 18.603.970 Botucatu – SP.

### RESUMO

A rigidez da camada de peletização depende da proporção de cimentante na sua constituição. Os péletes devem ser suficientemente rígidos para manterem a sua integridade física durante a classificação, no transporte, no manuseio ou na semeadura mecanizada. Entretanto, deve-se utilizar o mínimo de cimentante (adesivo), pois estes são geralmente produtos visguentos e a viscosidade da solução retida nos poros da camada de peletização, após a irrigação, afeta a drenagem da água e conseqüentemente a troca gasosa entre a semente e o ambiente externo ao pélete. Para avaliar a resistência física dos péletes, adaptou-se uma prensa confeccionando-se um anel-de-prova com superfície interna de 10 cm<sup>2</sup> e êmbolo de 8,7 cm<sup>2</sup>. Determinou-se a força necessária para reduzir cada milímetro da camada de pélete colocada no anel e, tomando-se o segmento retilíneo da curva originada das determinações, observou-se que a faixa de 5 a 20% de redução percentual do volume de péletes apresentou praticamente os mesmos valores de resistência para amostras de 20, 30, 40 ou 50 ml de péletes. Estabelecendo-se como índice de resistência, a força necessária para reduzir 10% do volume da amostra, partindo de uma amostra de 20 ml e utilizando-se anel-de-prova de 10 cm<sup>2</sup>, mediu-se a resistência de quatorze tipos de péletes. Os péletes confeccionados com areia mais bentonita apresentaram os menores índices de resistência. Quando os péletes haviam recebido o acabamento com calcário mais cola à base de acetato de polivinila (PVA), apresentaram resistência intermediária e aqueles confeccionados com cola PVA como único cimentante, apresentaram os maiores índices.

**Palavras-chave:** pélete, semente, qualidade, resistência.

### ABSTRACT

#### Methods to evaluate pellet firmness.

The amount of cement (adhesive) used for seed pelleting will determine its firmness. The pellets must be sufficiently firm to maintain their physical integrity during handling, processing, transportation and mechanical sowing. However, it is necessary to use the minimum of adhesive, because it inflicts viscosity to the water solution retained in the pores of the pellets after irrigation, affecting the water drainage and consequently, the gas exchange between seed and the environment outside the pellet. To measure the physical resistance of the pellets, a press with a gauge was adapted, making a test-ring with 10 cm<sup>2</sup> of internal surface and 8.7 cm<sup>2</sup> of piston. The force necessary to reduce each millimeter of the pellet sample layer closed inside the test-ring was determined. The retilineus segment of the curve made by these determinations corresponded to the range between 5% and 20% of the pellet volume reduction. In this range, the force necessary to reduce each percentage of volume was practically the same for samples of 20, 30, 40 or 50 ml of pellet. A resistance index was proposed as the force necessary to reduce 10% of the sample volume, employing 20 ml of sample and the test-ring of 10 cm<sup>2</sup>. On the basis of this criteria, fourteen types of pellets were evaluated. Pellets made with sand and bentonite presented the smallest resistance index. The same pellets when covered with a fine lime finishing cover and glue of polivinil acetate (PVA) presented an intermediate value for resistance index and pellets made with lime and PVA glue were the most resistant.

**Keywords:** pellet, seed, coat, pellet-quality, firmness.

(Aceito para publicação em 05 de outubro de 1998)

Os péletes não devem se desmanchar ou quebrar durante o processo de classificação, no transporte, no manuseio ou na semeadura mecanizada. Para evitar a sua desintegração, são utilizados os cimentantes (adesivos) que são aplicados por via úmida, em seguida

secados e, após a semeadura, reidratados por meio de irrigação. A camada de peletização é relativamente delgada (menor que dois milímetros de espessura), mas é constituída por partículas finas, bem arranjadas e aderidas entre si, formando uma capa intimamente

aderida à superfície da semente. Esta constituição implica em se ter o mínimo de porosidade e o máximo de força de retenção da água, dificultando a sua drenagem.

O arranjo das partículas finas e a ocupação dos espaços entre elas pelo

1 - Parte do trabalho para elaboração de tese de doutorado em Agronomia, área de concentração em Horticultura, pela Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP - Câmpus de Botucatu - SP.