

## Análise de fatores para os descritores de caracterização das raízes em cenoura.

**Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho<sup>1</sup>; Giovani Olegário da Silva<sup>1</sup>; Jadir Borges Pinheiro<sup>1</sup>, Jairo Vidal Vieira<sup>1</sup>, Danielle Biscaia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Embrapa Hortaliças. BR 060, Km 09, Caixa postal 218, 70359-970 Brasília-DF, agnaldo@cnph.embrapa.br, jadir@cnph.embrapa.br; olegario@cnph.embrapa.br; jairo@cnph.embrapa.br; danielle@cnph.embrapa.br

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a associação entre os caracteres utilizados para descrição de cultivares para registro de cultivares por meio da análise de fatores. O ensaio foi conduzido em Brasília-DF em sistema convencional. Quatro populações de cenoura (0912520, 0912534, 0912536 e 0912539), e três cultivares ('Brasília', 'Esplanada' e 'BRS Planalto') pertencentes ao grupo 'Brasília', foram avaliadas no ano agrícola 2009/10. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com duas repetições e parcelas de 1m<sup>2</sup>. O desbaste foi realizado 30 dias após semente, de modo que os espaçamentos entre plantas foi de 2 cm e entre linhas de 20 cm. Aos 100 dias após semente, foram colhidas 100 raízes por parcela e avaliadas individualmente para 19 caracteres da raiz que fazem parte dos descritores mínimos para registro e proteção de cultivares de cenoura. Foram necessários 7 fatores para explicar 60% da variação total. O fator 1 associou os caracteres comprimento (0,60), diâmetro do coração (0,91) e diâmetro total (0,90) da raiz. O fator 2 associou cor verde no interior da extremidade superior (0,91) e extensão da coloração verde no ombro (0,87), o fator 3 os caracteres cor do coração (0,88) e cor do coração comparada com a cor do córtex (0,83) e o fator 4 coloração externa (0,73) e diâmetro do coração em relação ao diâmetro total (0,70). Os demais fatores não permitiram nenhum tipo de associação. De

maneira geral os caracteres utilizados para descrição de novas cultivares são eficientes, pois poucas associações são possíveis entre eles pela análise de fatores.

**Palavras-chave:** *Daucus carota* L., análise multivariada.

### ABSTRACT

#### Factor analysis for descriptors for characterization of carrot roots

The aim of this study was to assess the association between the characters used for describing cultivars for registration through factor analysis. The trial was conducted in Brasilia-DF in the conventional system. Four populations of carrot (0912520, 0912534, 0912536 and 0912539), and three cultivars ('Brasília', 'Esplanada' and 'BRS Planalto') belonging to the 'Brasília' group were evaluated in the agricultural year 2009/10. The experimental design was a randomized block with two replications and 1m<sup>2</sup> per plot. Thinning was done 30 days after sowing, so that plant spacing was 2 cm and 20 cm between rows. At 100 days after sowing, roots were harvested per plot and 100 individually evaluated for 19 characters that are part of the root of minimum descriptors for registration and protection of carrot cultivars. It took seven factors to explain 60% of total variation. The first factor associated with characters length (0.60), diameter of pericycle (0.91) and total diameter of the root (0.90). The second associated with the characters

internal green color of the crown (0.91) and extent of green color on the shoulder (0.87), factor 3 characters color of the pericycle (0.88) and color of the pericycle as compared to the color of the cortex (0.83) and factor 4 root external color (0.73) and diameter of the pericycle in relation to total diameter (0.70).

The other factors did not allow any kind of association. In general, the characters used for description of new cultivars are efficient, since few associations are possible between them by factor analysis.

**Keywords:** *Daucus carota* L., multivariate analysis

Para o registro de uma nova cultivar de cenoura, além dos testes de DHE (distinguilidade, homogeneidade e estabilidade) é necessário a caracterização das mesmas por meio de descritores fenotípicos (Brasil, 2010). Em cenoura, estas características devem ser avaliadas no mínimo duas vezes em períodos similares de cultivo, e caso não se comprove efetivamente o DHE, os ensaios devem ser conduzidos por mais um ciclo de cultivo (Brasil, 1997). Contudo, vários descritores fenotípicos utilizados são de herança genética quantitativa, ou seja, fortemente influenciada pelo ambiente e pela interação genótipos por ambientes (Vieira et al., 2009) Em cenoura, ainda existe outro complicador, pois todas as cultivares de cenoura de verão de polinização aberta, são do grupo 'Brasília', possuindo uma série de caracteres morfológicos invariáveis o que dificulta a distinguilidade das mesmas. A análise de fatores foi descrita por Johnson & Wichern (1992) e é utilizada no melhoramento genético de plantas, principalmente para estudos da interação genótipos x ambientes. Por esta metodologia, é feita a rotação dos fatores sendo obtida uma matriz de cargas fatoriais. Valores maiores ou iguais a 0,6 e de sinal positivo indicam altas correlações entre os caracteres dentro de cada fator, sendo possível estabelecer grupos. Valores entre 0,5 e 0,6 não garantem nenhuma definição na formação de grupos e valores abaixo de 0,5 indicam a impossibilidade de formação de grupos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em Brasília-DF em sistema convencional. Quatro populações de cenoura (0912520, 0912534, 0912536 e 0912539), e três cultivares ('Brasília', 'Esplanada' e BRS Planalto) pertencentes ao grupo 'Brasília', foram avaliadas no ano agrícola 2009/10. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com duas repetições e parcelas de 1m<sup>2</sup>. O desbaste foi realizado 30 dias após semeio, de modo que os espaçamentos entre plantas foi de 2 cm e entre linhas de 20 cm.

Aos 100 dias após semeio, foram colhidas 100 raízes por parcela e avaliadas individualmente para caracteres da raiz que fazem parte dos descritores mínimos para registro e proteção de cultivares de cenoura (Brasil, 1997). Os seguintes caracteres foram avaliados, largura (mm), diâmetro do coração (mm), comprimento (mm), intensidade da coloração externa (critério de notas: 3- clara, 5- média, 7- escura), rugosidade da superfície (critério de notas: 1- ausente, 3- fraca, 5- média, 7- forte, 9- muito forte), formato do ombro (critério de notas: 1- plana, 2- plana para arredondada, 3- arredondada, 4- arredondada para cônica, 5- cônica); cor verde no interior da extremidade superior (critério de notas: 1- ausente, 3- fraca, 5- média, 7- forte, 9- muito forte), extensão da coloração verde no ombro (critérios de notas: 1- ausente ou muito pequena, 3- pequena, 5- média, 7- grande, 9- muito grande), antocianina

no ombro (critérios de notas : 1- ausente, 2- presente), relação diâmetro comprimento da raiz (mm), intensidade da cor do coração (critérios de nota: 3- clara, 5- média, 5- escura), cor do coração comparada com a cor do córtex (critérios de nota: 1- mais clara, 2- a mesma, 3- mais escura), cor do coração (critério de notas: 1- branca, 2- amarela, 3- laranja, 4- vermelha), cor do córtex (critérios de notas: 1- branca, 2- amarela, 3- laranja, 4- vermelha, 5- roxa), coloração externa: (critérios de notas: 1- branca, 2- amarela, 3- laranja, 4- vermelha, 5- roxa) e diâmetro do coração em relação ao diâmetro total.

Todas as operações estatísticas foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 1997). O número de fatores foi estimado utilizando o método de Máxima Verossimilhança conforme Rao (1952), Por este mesmo autor foram estimadas também as cargas fatoriais após rotação dos autovetores, a percentagem de variabilidade explicada por cada fator e a comunalidade para cada variável.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variância total explicada por cada fator está apresentada na Tabela 1. Verifica-se que são necessários 7 fatores para explicar 60% da variação total. A matriz dos principais fatores após a rotação ortogonal para estes 7 fatores estão apresentados na Tabela 2. Os valores apresentados nesta tabela indicam a contribuição de cada variável para o fator. Para efeito de interpretação, apenas os valores das cargas fatoriais acima de 0,60 foram considerados importantes, estes valores estão destacados em negrito na Tabela 2.

O fator 1, que explica 13,47% da variação (Tabela 1), esteve fortemente associado aos caracteres comprimento (0,60), diâmetro do coração (0,91) e diâmetro total (0,90) da raiz (Tabela 2). Este fato é um indicativo de associação de componentes de produtividade, ou seja, raízes mais compridas tendem a apresentar diâmetros maiores e quanto maior o diâmetro da raiz, maior também o diâmetro do coração. Todas estas três variáveis apresentaram valores positivos das cargas fatoriais indicando a mesma direção entre as variáveis e o fator 1. A associação entre caracteres componentes de produção é comum na literatura. Com a cultura da ervilha forrageira (*Lathyrus sativus*), Tadesse & Bekele (2001) encontraram associação entre número de ramos plagiotrópicos, número de vagens por planta, altura de plantas e produção por plantas. Já para o Guar [*Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub.] Seiller & Stafford (1985) citam a associação entre sementes por vagem, peso de 100 sementes com produção por unidade de área.

O fator 2 que explica 11,04% da variação total (Tabela 1) se associou com os caracteres cor verde no interior da extremidade superior (0,91) e extensão da coloração verde no ombro (0,87), ou seja, dois componentes que medem uma característica indesejável, o ombro verde. Estes valores positivos e elevados refletem a forte associação entre estas características, ou seja, todas as raízes que apresentam coloração verde na extremidade superior, também terá coloração verde no interior de sua extremidade superior, desse modo, pode ser facultativa a avaliação dessa segunda característica.

O terceiro fator que representa 9,15% da variação total (Tabela 1) associou os caracteres cor do coração (0,88) e cor do coração comparada com a cor do córtex (0,83) Tabela 2. Esse fato é um indicativo da não necessidade da avaliação desses dois caracteres na descrição de cultivares junto ao MAPA.

O quarto fator que foi responsável por 8,16% da variação total (Tabela 1) associou os caracteres coloração externa (0,73) e diâmetro do coração em relação ao diâmetro total (0,70), caracteres estes que aparentemente não apresentam um componente comum, como produção, por exemplo.

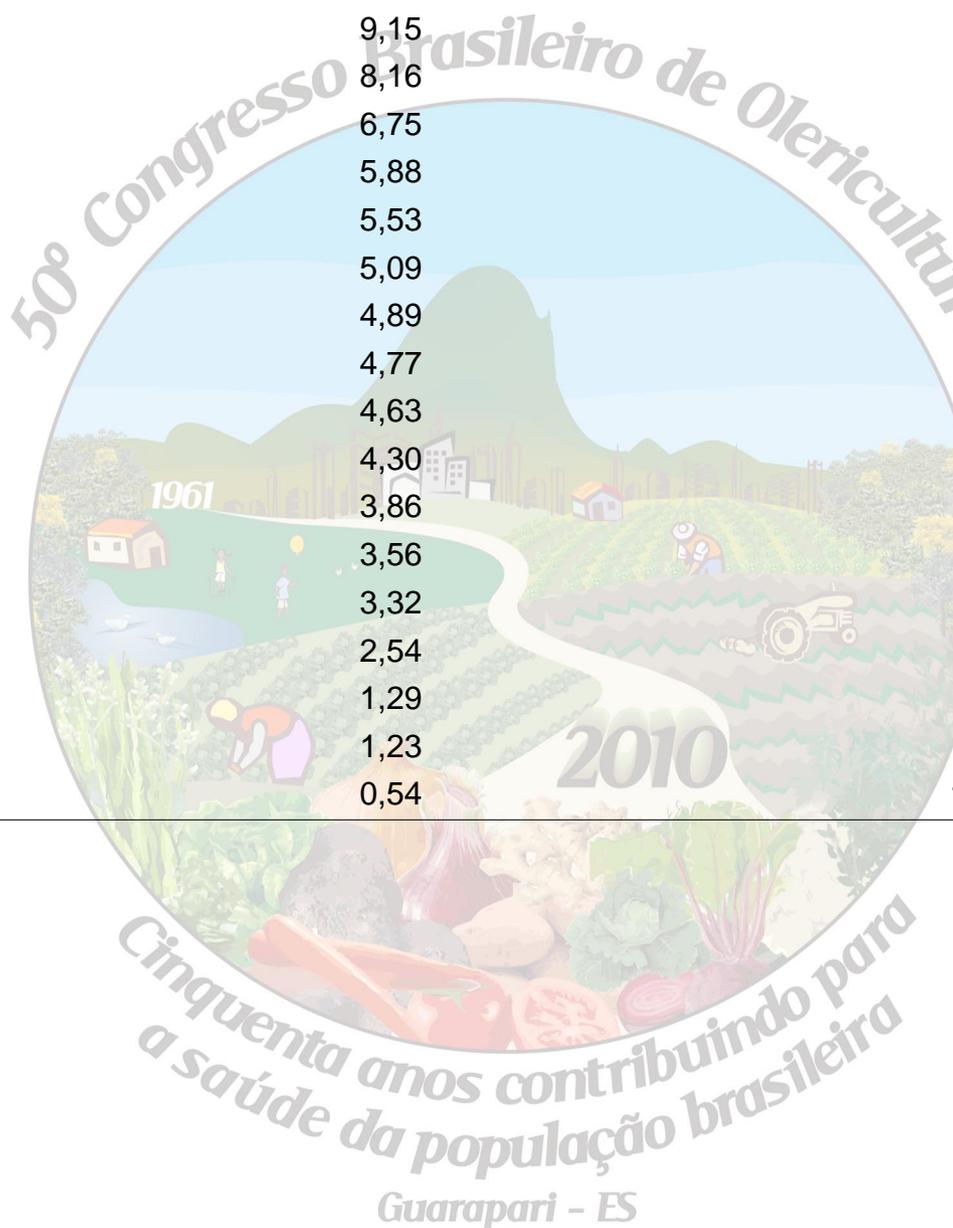
Os demais fatores não permitiram nenhuma associação. Os caracteres comprimento, cor do coração, cor do coração comparada com a cor do córtex, cor verde no interior da extremidade superior, diâmetro do coração, extensão da coloração verde no ombro, formato da extremidade inferior, intensidade da cor do coração e intensidade da cor do córtex apresentaram valores de cumunalidade superior a 64%. Segundo Cruz & Carneiro (2003), valores acima desse patamar evidenciam alta eficiência na representação das variáveis por uma parte comum. Valores acima de 64% são tidos como satisfatórios, pois indicam correlação acima de 80% entre as variáveis padronizadas e da parte comum.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. *Registro nacional de cultivares – RNC: informe técnico*. Brasília, DF, nov. 2000. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/MENU\\_LATERAL/AGRICULTURA\\_PECUARIA/ESTUDOS\\_PUBLICACOES/MUDAS\\_SEMENTES/RNC\\_INFORME\\_US.PDF](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/MENU_LATERAL/AGRICULTURA_PECUARIA/ESTUDOS_PUBLICACOES/MUDAS_SEMENTES/RNC_INFORME_US.PDF)>. Acesso em 28 mar. 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto de 27 de julho de 1997. Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de cenoura (*Daucus carota* L.). 1997, 8p.
- CRUZ, C.D. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. 442p.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992. 642p.
- RAO, R. C. *Advanced statistical methods in biometric research*. New York: John Wiley, 1952. 390 p.
- SEILLER GJ, STAFFORD RE. 1985. Factor analysis of components in Guar. *Crop Science*. 25:905-908.
- TADESSE W; BEKELE E. 2001. Factor analysis of components of yield in grasspea (*Lathyrus sativus* L.) In: HANBURY C (ed) *Lathyrus Lathyrism Newsletter Australia*, . 91-93
- VIEIRA, E. S. N.; VON PINHO, E. V. R.; CARVALHO, M. G. G.; SILVA, PRISCILA, P. A. (2009). Soybean cultivar characterization using morphological descriptors and protein and isoenzyme biochemical markers. *Revista Brasileira de Sementes* 31: 86-94

**Tabela 1.** Total da variância explicada por cada fator baseada em 19 diferentes caracteres de raízes em 7 populações de cenoura (Total variance explained by each factor based on 19 different characters roots in seven populations of carrot). Embrapa Hortaliças, Brasília, 2010.

fator	% da variação	% acumulada
1	13,47	13,47
2	11,04	24,51
3	9,15	33,66
4	8,16	41,82
5	6,75	48,58
6	5,88	54,45
7	5,53	59,99
8	5,09	65,08
9	4,89	69,97
10	4,77	74,74
11	4,63	79,38
12	4,30	83,68
13	3,86	87,54
14	3,56	91,10
15	3,32	94,42
16	2,54	96,96
17	1,29	98,24
18	1,23	99,48
19	0,54	100,00



**Tabela 2.** Matriz dos fatores principais após rotação pelo método *varimax* para 19 variáveis de raiz de 7 populações de cenoura de verão (Matrix of main factors after *varimax* rotation method for 19 variables of the roots of seven populations of carrot summer). Brasília, Embrapa Hortaliças, Brasília, 2010.

	Fator							Comunalidade
	1	2	3	4	5	6	7	
Antocianina no ombro	0,13	0,43	0,09	0,23	-0,05	0,14	0,00	0,29
Coloração externa	-0,03	0,05	0,01	0,73	0,09	-0,05	0,01	0,55
Comprimento	0,60	0,08	0,24	-0,05	0,44	0,05	0,13	0,64
Cor do coração	0,00	-0,02	0,88	0,01	0,04	-0,13	0,01	0,79
Cor do coração comparada com a cor do córtex	0,01	-0,05	0,83	-0,06	0,07	0,33	-0,03	0,81
Cor do córtex	-0,02	-0,01	0,31	0,31	-0,18	-0,49	-0,33	0,57
Cor verde no interior da extremidade superior	-0,01	0,91	-0,13	0,01	-0,08	-0,08	-0,04	0,86
Diâmetro do coração	0,91	0,02	-0,09	0,03	-0,07	0,07	-0,04	0,86
Diâmetro do coração em relação ao diâmetro total	0,14	-0,02	-0,02	0,70	0,04	-0,05	-0,09	0,52
Extensão da coloração verde no ombro	-0,08	0,87	-0,03	-0,11	0,06	-0,06	-0,03	0,78
Forma da seção longitudinal	0,14	-0,02	-0,02	-0,32	-0,47	0,23	-0,15	0,42
Formato da extremidade inferior	-0,07	-0,04	0,03	0,04	0,80	-0,03	-0,09	0,66
Formato do ombro	-0,38	0,06	-0,16	-0,04	0,20	0,08	-0,20	0,26
Intensidade da coloração externa	0,22	-0,16	0,20	-0,06	-0,18	0,08	0,52	0,43
Intensidade da cor do coração	0,08	-0,04	0,22	-0,04	-0,05	0,76	0,02	0,65
Intensidade da cor do córtex	-0,02	0,03	-0,12	-0,05	0,04	0,03	0,82	0,69
Diâmetro total	0,90	0,01	-0,08	0,05	-0,18	0,05	0,04	0,86
Relação diâmetro comprimento da raiz	-0,07	0,06	-0,12	0,43	-0,20	0,41	-0,03	0,42
Rugosidade da superfície	-0,23	-0,09	0,02	-0,14	0,40	0,15	-0,28	0,34