

**Repetibilidade de caracteres
fenotípicos em populações de
cenoura**



Foto: Paula Feitosa

ISSN 1677-2229

Outubro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 88

Repetibilidade de caracteres fenotípicos em populações de cenoura

Giovani Olegário da Silva

Jairo Vidal Vieira

Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças

Endereço: Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.351-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

Home page: www.cnph.embrapa.br

E-mail: sac@cnph.embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: Warley Marcos Nascimento

Editor Técnico: Fabio Akyoshi Suinaga

Supervisor Editorial: George James

Secretária: Gislaíne Costa Neves

Membros: Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho

Carlos Alberto Lopes

Ítalo Morais Rocha Guedes

Jadir Borges Pinheiro

José Lindorico de Mendonça

Mariane Carvalho Vidal

Neide Botrel

Rita de Fátima Alves Luengo

Normalização bibliográfica: Antonia Veras

Editoração eletrônica: André L. Garcia

1ª edição

1ª impressão (2012): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

SILVA, G. O. da

Repetibilidade de caracteres fenotípicos em populações de cenoura /
Giovani Olegário da Silva, Jairo Vidal Vieira, Agnaldo Donizete Ferreira de
Carvalho. – Brasília, DF : Embrapa Hortaliças, 2012.

15 p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças ;
88).

ISSN 1677-2229

1. Cenoura. 2. Melhoramento vegetal. 3. *Daucus carota*. I. Vieira, J. V.
II. Carvalho, A. D. F. de. III. Título. IV. Série.

CDD 635.13

©Embrapa, 2012

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	18
Referências	18

Repetibilidade de caracteres fenotípicos em populações de cenoura

*Giovani Olegário da Silva*¹

*Jairo Vidal Vieira*²

*Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho*³

Resumo

O objetivo do trabalho foi utilizar diferentes estimativas de repetibilidade para caracteres fenotípicos em duas populações de cenoura, visando identificar a melhor metodologia de estimação de repetibilidade e o grau de estabilização das populações. Os experimentos foram conduzidos em Brasília-DF, onde duas populações de cenoura derivadas da cultivar Brasília, foram avaliadas e selecionadas por seis gerações consecutivas, a primeira no verão de 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003; e a segunda no verão de 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 e 2006, respectivamente. No verão de 2004 e 2007, para as duas populações, respectivamente, amostras de sementes provenientes de cada ano foram semeadas a campo com delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e parcelas de 1m². Para ambos os experimentos, aos 90 dias após o semeio, 20 raízes por parcela foram colhidas e

¹ Eng. Agr., DSc. Embrapa Hortaliças. Brasília, DF – olegario@cnph.embrapa.br

² Eng. Agr., DSc. Embrapa Hortaliças. Brasília, DF – jairo@cnph.embrapa.br

³ Eng. Agr., DSc. Embrapa Hortaliças. Brasília, DF – aginaldo@cnph.embrapa.br

avaliadas individualmente para caracteres fenotípicos. Foram realizadas análises de repetibilidade dos caracteres fenotípicos das populações de acordo com as metodologias de análise de variância, de análise dos componentes principais obtidos da matriz de correlações e da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas; e da análise estrutural, com base no autovalor teórico da matriz de correlações. Verificou-se que as famílias de meio-irmãos não estavam estabilizadas para os caracteres avaliados nas raízes. O melhor estimador de repetibilidade para populações de cenoura do grupo Brasília é aquele baseado na análise dos componentes principais obtidos a partir da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas.

Repetability of phenotypic characters in carrot populations

Abstract

The objective of this paper was to use different estimates of repeatability for phenotypic characters in two carrot populations, to identify the best methodology of repeatability estimates and the degree of stability of these populations. The tests were conducted in Brasília, Federal District. Two carrot populations that derived from the cultivar Brasília have been evaluated and selected during six consecutive generations, the first population in summers of 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, and 2003; and the second in summers of 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, and 2006. In summers of 2004 and 2007 regarding the two populations, respectively, seeds samples of each year were sown in field using a randomized block design with four replications and plots of 1 sq meter. Ninety days after sowing, twenty roots per plot were harvested and individually evaluated for phenotypic traits. Repeatability of phenotypic traits was analyzed according to the methods of analysis of variance, analysis of the principal components obtained from the correlation matrix and the covariance and phenotypic variance matrix; and of the structural analysis based on the theoretical

eigenvalue of the correlation matrix. It was found that both populations are far from stabilizing the traits. The best estimator of repeatability for carrot populations from the Brasília group is based on principal component analysis obtained from the matrix of phenotypic variances and covariances.

Index terms: *Daucus carota* L., stabilization, breeding.

Introdução

O coeficiente de repetibilidade pode ser obtido quando a medição de um determinado caractere é feita repetidas vezes em um mesmo indivíduo no tempo ou no espaço (CRUZ; REGAZZI, 2001). Valores altos de estimativas de repetibilidade para determinado caractere indicam que é viável predizer o valor real do indivíduo utilizando-se um número relativamente pequeno de medições (CARGNELUTTI; CASTILHOS, 2004), ou que não há variação na expressão das características nas sucessivas avaliações, sendo que ocorre o inverso quando a repetibilidade é baixa.

De acordo com Falconer (1981), quando várias medidas de um mesmo caractere são feitas em cada indivíduo, a variância fenotípica poderá ser parcelada, servindo para quantificar o ganho em precisão pela repetição das medidas e esclarecer a natureza da variação causada pelo ambiente. O coeficiente de repetibilidade determina o máximo valor de herdabilidade para um determinado caractere (CRUZ; REGAZZI, 2001).

A cada ciclo de cultivo as populações de cenoura são continuamente selecionadas de acordo com os objetivos a que se destinam, descartando-se as famílias e plantas dentro de famílias que não possuem os parâmetros desejáveis, mesmo em fase avançada de melhoramento (próximo do lançamento como cultivar); pois, em populações de cenoura que é uma espécie alógama, a estabilização das características nunca é total podendo variar para as diferentes características. Desta forma, algumas destas podem ter maior ou menor grau de variação entre as sucessivas gerações. Ou seja, se a seleção ainda está sendo efetiva em modificar as características, os genótipos não possuem grau de estabilização suficiente para ser possível o lançamento como cultivares, pois existe variabilidade genética dentro da população. Normalmente as populações são atestadas como estabilizadas de maneira empírica, e no caso de cenoura não existem trabalhos publicados neste sentido.

Dentre as diversas características que devem ser selecionadas na formação de novas cultivares de cenoura, atenção é dada ao teor

de β -caroteno, devido a grande importância para a saúde humana por ser precursor da vitamina A. Michalik et al. (1985) mostraram a associação entre a pigmentação mais intensa das raízes, especialmente de sua parte interna, e o maior conteúdo de caroteno. O uso de medidas de cor do sistema CIELAB pode substituir os métodos laboratoriais espectrofotométricos e cromatográficos que são utilizados para determinação do teor de carotenóides em cenoura (SILVA; VIEIRA, 2008).

O objetivo do trabalho foi utilizar diferentes estimativas de repetibilidade para caracteres fenotípicos em duas populações de cenoura, visando identificar a melhor metodologia de estimação de repetibilidade e o grau de estabilização das populações.

Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos no Distrito Federal em sistema convencional. Duas populações de cenoura derivadas da cultivar Brasília foram avaliadas e selecionadas (seleção entre de dentro de famílias de meio-irmãos) por seis gerações consecutivas, a primeira no verão de 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003; e a segunda nos verões de 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 e 2006, respectivamente. Parte das sementes de cada ano foram armazenadas em câmara fria a uma temperatura de 6°C e umidade de 50%, em embalagens Polche de alumínio. Foi realizada a determinação da germinação das sementes provenientes de cada geração em laboratório. No verão de 2004 e 2007, para o primeiro e segundo ensaios, amostras de sementes provenientes de cada ano foram semeadas a campo no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições e parcelas de 1m². A quantidade de sementes do ano de 2000, no primeiro ensaio, foi aumentada corrigindo-se o fator porcentagem de germinação para 95%, sendo que para as demais tal prática não foi necessária. O desbaste foi realizado 30 dias após o semeio, de modo que o espaçamento entre plantas foi de 2 cm e entre linhas de 20 cm.

Em ambos os experimentos, aos 90 dias após o semeio foram colhidas 20 raízes por parcela e avaliadas individualmente para os seguintes

caracteres da raiz: massa (g); comprimento (cm); diâmetros total, do xilema e do floema (cm) avaliados no terço superior do comprimento da mesma; comprimento da extensão do ombro verde (cm); formato de ponta (critério de notas: 1- arredondada, 2- levemente afilada, 3- afilada); formato de ombro (critério de notas: 1- cônico, 2- arredondado, 3- plano, 4- côncavo); e por leitura colorimétrica direta, determinou-se os parâmetros a^* para os tecidos xilema e floema, utilizando-se o analisador de cor de tristimulus compacto Minolta CR-200b (Minolta Corporation Instrument System Division) (MINOLTA, 1994). A utilização apenas do parâmetro a^* pode determinar o teor de β -caroteno das raízes de cenoura com segurança (SILVA; VIEIRA, 2008).

Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variância (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors). Foram realizadas análise de variância, e estimativas de repetibilidade. As metodologias aplicadas para estimação do coeficiente de repetibilidade constaram da utilização da análise de variância, na qual o efeito temporário do ambiente é removido do erro (CRUZ; REGAZZI, 2001), análise dos componentes principais obtidos da matriz de correlações e da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas (ABEYWARDENA, 1972; RUTLEDGE, 1974), e utilização da análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de correlações ou correlação média (MANSOUR et al., 1981).

Todas as operações estatísticas foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 1997).

Resultados e Discussão

Para a população 1 não foi possível verificar diferenças significativas entre os tratamentos (ciclos de seleção) para os caracteres diâmetro do xilema, diâmetro do floema, comprimento do ombro verde, formato da ponta, e parâmetro a^* do xilema. Para a população 2, os caracteres comprimento, diâmetro de xilema, diâmetro do floema raiz, formato do ombro e parâmetro a^* do floema, não proporcionaram estatisticamente a diferenciação entre os ciclos de seleção. Assim,

não houveram modificações nestes caracteres nos sucessivos ciclos de seleção, e provavelmente estes já estão estabilizados ou que o processo de seleção não modificou estas características (Dados não exibidos).

Os coeficientes de variação foram baixos, variando de 3,77 a 15,10% para a população 1 e de 4,62 a 9,26% para a população 2, indicando boa precisão experimental, com exceção para ombro verde que se mostrou influenciado pelo ambiente (35,80 e 18,19%, respectivamente para as duas populações) (Dados não exibidos). O comprimento do ombro verde é sabidamente um caractere de forte influência ambiental e de natureza quantitativa (DOWKER et al., 1975; TRAKA-MAVRONA, 1996).

A repetibilidade é um indicativo de quanto os caracteres tiveram sua expressão constante nas sucessivas gerações, variando de 0 a 1, onde maiores valores determinam maior repetibilidade. De acordo com os coeficientes de determinação (Tabela 1), a melhor estimativa do coeficiente de repetibilidade para características avaliadas em populações de cenoura do grupo Brasília é aquela baseada na análise dos componentes principais obtidos a partir da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas. Comparando as mesmas metodologias de estimação da repetibilidade, Cavalcanti et al. (2000) avaliaram caracteres fenotípicos de cajueiros e também obtiveram maiores coeficientes de determinação para a metodologia de componentes principais obtidos a partir da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas. Para caracteres de maior influência ambiental, as estimativas baseadas na análise de variância podem ser subestimadas, e para estes casos estimativas baseadas em componentes principais podem ser mais eficientes (CAVALCANTI et al., 2000).

Da mesma forma que para as significâncias das análises de variância, as duas populações mostraram-se bastante diferentes quanto aos valores de repetibilidade (Tabela 1). A população 1 mostrou-se mais estabilizada, ou seja, os valores das medições repetiram considerando as diferentes gerações com maior intensidade para os caracteres massa de raiz, diâmetro de raiz e formato do ombro da raiz.

Tabela 1. Diferentes estimativas de repetibilidade (r) de características fenotípicas para duas populações de cenoura (população 1 e população 2), selecionadas em seis sucessivos ciclos de seleção, para caracteres de raiz, e respectivos coeficientes de determinação (R^2).

		População 1				População 2			
		ANAVA	CPCOV	CPCOR	AECOR	ANAVA	CPCOV	CPCOR	AECOR
MAS	r	0,54	0,75	0,64	0,63	0,69	0,77	0,74	0,74
	R^2	0,82	0,92	0,87	0,87	0,90	0,93	0,92	0,92
COM	r	0,37	0,65	0,49	0,46	0,11	0,45	0,23	0,14
	R^2	0,70	0,88	0,80	0,77	0,35	0,77	0,54	0,40
DRA	r	0,66	0,83	0,78	0,77	0,28	0,33	0,33	0,28
	R^2	0,88	0,95	0,93	0,93	0,61	0,66	0,66	0,61
DXR	r	0,17	0,47	0,26	0,25	0,13	0,37	0,25	0,10
	R^2	0,45	0,80	0,59	0,57	0,39	0,70	0,58	0,30
DFR	r	0,27	0,51	0,46	0,41	0,04	0,55	0,41	0,02
	R^2	0,60	0,80	0,77	0,73	0,13	0,83	0,74	0,09
COV	r	0,27	0,53	0,38	0,25	0,50	0,53	0,55	0,52
	R^2	0,59	0,82	0,72	0,57	0,80	0,81	0,83	0,81
FOP	r	0,29	0,38	0,35	0,31	0,36	0,52	0,43	0,38
	R^2	0,62	0,71	0,69	0,65	0,70	0,81	0,75	0,71
FOO	r	0,69	0,74	0,75	0,75	0,23	0,54	0,41	0,16
	R^2	0,90	0,92	0,92	0,92	0,55	0,82	0,74	0,45
A*X	r	0,13	0,35	0,20	0,15	0,60	0,62	0,61	0,60
	R^2	0,37	0,68	0,50	0,41	0,85	0,87	0,86	0,86
A*F	r	0,46	0,47	0,47	0,47	0,20	0,41	0,29	0,23
	R^2	0,77	0,78	0,78	0,78	0,51	0,74	0,72	0,54

MAS: massa; COM: comprimento; DRA: diâmetro da raiz; DXR: diâmetro do xilema; DFR: diâmetro do floema; COV: comprimento do ombro verde; FPO: formato de ponta; FOO: formato de ombro; A*X: parâmetro A* do xilema; A*F: parâmetro A* do floema.

A população 2 mostrou maior grau de estabilização para os caracteres massa de raiz e parâmetro a* do xilema. Isso indica que mesmo tendo pelo menos uma geração diferindo das demais (conforme indicado pela análise de variância), estes caracteres apresentam maior valor da repetibilidade de expressão das características que os demais.

Ainda assim, os valores de repetibilidade foram apenas medianos, indicando que de acordo com a metodologia utilizada, as populações não podem ser consideradas como estabilizadas, fator necessário para o lançamento como uma cultivar, e que provavelmente ainda exista variabilidade genética que pode ser aproveitada no melhoramento.

Conclusões

O melhor estimador de repetibilidade para populações de cenoura do grupo Brasília é aquele baseado na análise dos componentes principais obtidos a partir da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas.

A população 1 mostrou-se menos variável para os caracteres massa de raiz, diâmetro de raiz e formato do ombro, enquanto a população 2 mostrou-se menos variável para os caracteres massa de raiz e parâmetro a^* do xilema, porém ambas ainda apresentam variabilidade genética para os caracteres avaliados.

Referências

- ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. **Journal of Genetics**, Bangalore, v. 61, p. 27-51, 1972.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; CASTILHOS, Z. M. de S. Análise de repetibilidade de caracteres forrageiros de genótipos de *Panicum maximum*, avaliados com e sem restrição solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 723-729, 2004.
- CAVALCANTI, J. R. V.; PAIVA, J. R.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R.; CORREA, M. P. F. Repetibilidade de caracteres de produção e porte da planta em clones de cajueiro-anão precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, p. 773-777, 2000.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 442 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 390 p.

DOWKER, B. D.; FENNEL, J. F. M.; JACKSON, J. C. Genotypic and environmental variation in some characters of carrots. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 81, p. 377-383, 1975.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 279 p.

MANSOUR, H.; NORDHEIN, E. V.; RUTLEDGE, J. J. Estimators of repeatability. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 60, p. 151-156, 1981.

MICHALIK, B.; ZABAGALO, A.; ZUKOWSKA, E. Investigation of the interdependence of root color and carotene content in carrot variety Selecta. **Plant Breeding Abstracts**, Farnham, v. 55, p. 316, 1985.

MINOLTA, K. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Japão, 1994. 49 p.

RUTLEDGE, J. J. A scaling which remove bias of Abeywardena estimator of repeatability. **Journal of Genetics**, Bangalore, v. 61, p. 247-250, 1974.

SILVA, G. O.; VIEIRA, J. V. Componentes genéticos e fenotípicos para caracteres de importância agrônômica em população de cenoura sob seleção recorrente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 481-485, 2008.

TRAKA-MAVRONA, E. Effects of competition on phenotypic expression and differentiation of five quality traits of carrot (*Daucus carota* L.) and their implications in breeding. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 65, p. 335-340, 1996.