

## Componentes genéticos e fenotípicos para caracteres de importância agrônômica em população de cenoura sob seleção recorrente

Giovani Olegário da Silva; Jairo Vidal Vieira

Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70359-970 Brasília-DF; olegario@cnph.embrapa.br

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar os componentes genéticos e fenotípicos para caracteres em populações de cenoura, no intento de orientar estratégias de seleção. Os experimentos foram conduzidos em Lapão (BA) e Embrapa Hortaliças Brasília (DF) no verão de 2004. Foram avaliadas nove populações híbridas de cenoura, utilizando-se delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições de cada tratamento de 2 m<sup>2</sup>. Aos 90 dias após o plantio, 15 plantas competitivas por parcela foram colhidas e avaliadas individualmente para os caracteres rendimento de raiz, comprimento de raiz, comprimento do ombro verde, tipo de ponta, tipo de ombro, diâmetro da raiz, diâmetro do xilema da raiz, relação diâmetro do xilema/diâmetro da raiz, e cor a\* (cor de cor determinado por colorimetria, variando de verde a vermelho) para o xilema e floema. Os dados foram submetidos à análise de variância e foram estimadas a herdabilidade no sentido amplo na média das parcelas pelo quadrado médio e a correlação entre os caracteres. De acordo com as estimativas de herdabilidade, para os caracteres diâmetro de xilema (0,92 e 0,87), cor a\* do xilema (0,96 e 0,95) e relação entre diâmetro de xilema e diâmetro de raiz (0,87 e 0,91), pode-se aplicar forte pressão de seleção nos dois locais de avaliação. O maior rendimento de raiz foi associado a maiores diâmetros de raiz e de xilema, bem como por maiores valores da relação entre diâmetro de xilema e de raiz. Raízes mais grossas são associadas a menor a\* (quantidade de β-caroteno), principalmente em relação à parte da raiz que é constituída pelo xilema. Pelos valores de correlação, há indicação de que a seleção para maior teor de carotenóides não pode ser efetuada sem considerar os caracteres de diâmetro de raiz, que são importantes componentes do rendimento.

**Palavras-chave:** *Daucus carota* L., herdabilidade, β-caroteno.

### ABSTRACT

#### Genotypic and phenotypic parameters for economically important traits of carrot

The objective of this work was to estimate the genotypic and phenotypic parameters for traits of carrot populations among characters in carrot populations, in order to guide the choice of selection strategies. The experiments were performed at two locations (Lapão, Bahia State and Brasília, Brazil) in the summer of 2004. Nine carrot hybrid populations were evaluated in randomized complete block design with 4 replications and 2 m<sup>2</sup> treatments. 90 days after sowing, 15 competitive plants per plot were harvested and evaluated individually for the characters yield, root length, green shoulder length, tip type, shoulder type, root diameter, xylem root diameter, relationship among xylem diameter/root diameter, and both xylem and phloem a\* color (color parameter determined by colorimetry, varying from green to red). The data were submitted to variance analyses and the heritability in the wide sense of plot average was estimated by medium square and the correlation among the characters. According to the heritability values, for the characters xylem diameter (0.92 and 0.87), color of a\* xylem (0.96 and 0.95) and ratio among xylem diameter and root diameter (0.87 and 0.91), strong selection pressure can be applied in the two evaluation places. Larger root yield was associated with larger root diameter and larger xylem diameter, as well as by larger values of the ratio among xylem diameter and root diameter. Thicker roots are associated with smaller a\* (content of β-carotene), mainly in relation to the part constituted by the xylem. Therefore, through the correlation values, there exist an indication that selection for larger carotene content cannot be carried out without considering the characters of root diameter, which are important yield components.

**Keywords:** *Daucus carota* L., heritability, β-carotene.

(Recebido para publicação em 12 de março de 2008; aceito em 1 de outubro de 2008)

(Received in March 12, 2008; accepted in October 31, 2008)

Dentre as estratégias de melhoria genética empregadas na cultura da cenoura visando ao desenvolvimento de novas cultivares, destaca-se o método de seleção recorrente baseado no desempenho de populações de meios-irmãos. Assim, um aumento na eficiência do processo de melhoramento genético depende sobremaneira da obtenção de estimativas confiáveis dos componentes genéticos relacionados aos caracteres de interesse. O emprego do método de melhoramento de seleção recorrente, com base no desempenho de famílias de meios-irmãos, tem propiciado avanços signifi-

cativos na constituição de novas populações de cenoura, adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras. Entretanto, pouca informação tem sido registrada sobre os detalhes metodológicos aplicados durante o processo de desenvolvimento dessas cultivares.

Neste aspecto, o conhecimento da magnitude das estimativas de herdabilidade e correlações entre os diversos caracteres sob seleção é essencial para permitir o estabelecimento de um conjunto de estratégias e métodos de melhoramento genético mais efetivos (Alves *et al.* 2004).

A existência de correlação entre caracteres indica que a seleção praticada em determinado caráter, pode ocasionar alterações em outros, cujo sentido pode ou não ser de interesse para o melhoramento. A partir desse conhecimento pode-se construir uma estratégia de seleção visando determinado caráter de interesse, com base em outros caracteres altamente correlacionados ao primeiro, desde que apresentem maiores herdabilidades e sejam de mais fácil medição ou identificação (Cruz *et al.* 2004; Silva *et al.* 2006). A herdabilidade é uma medida do grau em que o fenótipo

**Tabela 1.** Análise de variância para caracteres de cenoura em nove populações, cultivadas em Lapão, BA. (variance analysis for carrot characters in nine populations, cultivated in Lapão). Brasília, Embrapa Hortaliças, 2007.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio									
		REND	COMP	COVER	TIPP	TIPOO	DRAIZ	DXILE	A* XIL	A* FLO	DX/DR
Bloco	3	1530,18	0,04	17,88	0,02	0,03	29,58	6,63	4,39	2,33	0,01
Populações	8	1924,66*	7,26*	63,85*	0,02*	0,01*	23,55*	17,93*	47,03*	1,64*	0,02*
Resíduo	24	360,86	2,46	6,06	0,01	0,01	4,25	1,39	1,94	0,84	0,01
CVe	-	16,40	8,34	30,74	5,52	3,96	7,35	10,45	4,50	2,54	7,22
H2 LS	-	0,88	0,80	0,94	0,70	0,76	0,89	0,95	0,97	0,69	0,92
H2	-	0,81	0,66	0,90	0,68	0,59	0,81	0,92	0,96	0,49	0,87
H2 LI	-	0,74	0,55	0,87	0,33	0,46	0,75	0,89	0,94	0,31	0,83
Média	-	115,78	18,80	8,00	1,52	1,74	28,02	11,29	30,92	36,02	0,39

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. LS: limite superior por intervalo de confiança; LI: limite inferior por intervalo de confiança. (\*significant to 5% of error probability by F test. LS: Upper limit for confidence interval; LI: Lower limit for confidence interval); REND: rendimento de raiz, COMP: comprimento de raiz, COVER: comprimento do ombro verde, TIPP: tipo de ponta, TIPOO: tipo de ombro, DRAIZ: diâmetro de raiz, DXILE: diâmetro de xilema, A\* XIL: cor A\* do xilema, A\* FLO: cor A\* do floema, DX/DR: relação entre diâmetro do xilema e da raiz. (REND: root yield, COMP: root length, COVER: length of the green shoulder, TIPP: tip type, TIPOO: shoulder type, DRAIZ: root diameter, DXILE: xylem diameter, a\* XIL: color a\* of the xylem, a\* FLO: color a\* of the phloem, DX/DR: relation among xylem diameter and root diameter).

é influenciado geneticamente e, portanto, o grau em que ele pode ser modificado por seleção fenotípica (Carvalho *et al.*, 2001). Assim, maiores coeficientes de herdabilidade proporcionam maiores progressos genéticos com a seleção (Eberhart, 1970).

Vários são os caracteres avaliados nos programas de melhoramento de cenoura para o desenvolvimento de novas cultivares. Dentre estes aqueles relacionados com o rendimento e aparência das raízes são muito importantes. Além disso, grande atenção é dada ao teor de  $\beta$ -caroteno, devido à sua influência na 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, com maior conteúdo de caroteno. Da mesma forma, estudos recentes realizados por Pereira & Nascimento (2002) demonstraram que o uso de medidas de cor do sistema Hunter e do sistema CIELAB podem substituir os métodos laboratoriais espectrofotométricos e cromatográficos, que são utilizados para a determinação de carotenóides em cenoura.

O objetivo deste trabalho foi estimar a herdabilidade e a correlação entre caracteres em populações de cenoura, de modo a orientar a escolha de estratégias de seleção.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em dois locais Lapão (BA), com latitu-

de de 11° 23' 00", longitude de 41° 49' 55", altitude de 775 m; e Embrapa Hortaliças, Brasília (DF), com latitude de 15° 46' 47", longitude de 47° 55' 47", e altitude de 1171 m. Foram avaliadas nove populações híbridas de cenoura obtidas por seleção recorrente entre e dentro de famílias de meios-irmãos, em cultivos anteriores de populações de polinização aberta, selecionadas desde 1981, a partir da cultivar Brasília. As progênies foram cultivadas no verão de 2004, utilizando-se delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições (blocos), sendo cada parcela constituída por 2 m<sup>2</sup>, com 6 fileiras. Os tratos culturais foram os usuais para a cultura.

Por ocasião da colheita, 15 plantas competitivas, por parcela, foram coletadas aleatoriamente e avaliadas individualmente para os caracteres rendimento de raiz (g), comprimento de raiz (mm), comprimento do ombro verde (mm), tipo de ponta (notas: 1= arredondada, 2= levemente afilada, 3= afilada), tipo de ombro (notas: 1= cônico, 2= arredondado, 3= plano, 4= côncavo), diâmetro da raiz (mm), diâmetro do xilema da raiz (mm), relação diâmetro do xilema/diâmetro da raiz; e variável cor a\* para o xilema e floema, variáveis que em cenoura são utilizados na estimação da quantidade de  $\beta$ -caroteno presente nas raízes (Pereira, 2002). A variável a\* (cor de cor que varia de verde a vermelho) foi determinada por colorimetria,

utilizando-se colorímetro Minolta CR 200b com sistema CIE L\* a\* b\*.

Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variância (teste de Bartlett, e de normalidade de Lilliefors). Os caracteres tipo de ombro e tipo de ponta foram transformados por  $\sqrt{x + 0,50}$  para atender a pressuposição de normalidade. Posteriormente foi realizada análise de variância conjunta e devido à presença de interação populações e local, realizou-se análise de variância para cada local. Foram estimadas, ainda, a herdabilidade no sentido amplo com base na média de parcelas pelo quadrado médio (Cruz *et al.*, 2004) e as correlações fenotípica, genética e ambiental entre os caracteres.

Foram estimados os limites inferiores (LI) e superiores (LS) dos intervalos de confiança para a herdabilidade de acordo com Knapp *et al.* (1985). Com os graus de liberdade associados ao componente da variância genética estimado, dados por Satterthwaite (Barbin, 1993) a 5% de probabilidade.

Todas as operações estatísticas foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional Genes (Cruz, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta de variância para os dois ambientes de cultivo indicou que todos os caracteres avaliados foram sig-

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para caracteres de cenoura em nove populações, cultivadas em Brasília. (variance analysis for carrot characters in nine populations, cultivated in Brasília). Brasília, Embrapa Hortaliças, 2007.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio									
		REND	COMP	COVER	TIPP	TIPOO	DRAIZ	DXILE	A* XIL	A* FLO	DX/DR
Bloco	3	42,71	0,22	1,20	0,02	0,01	0,23	0,95	1,27	11,60	0,01
Populações	8	116,88	4,53*	1,40	0,02*	0,02*	3,98	5,28*	49,73*	4,81*	0,02*
Resíduo	24	79,76	1,15	0,98	0,01	0,01	2,32	0,66	1,88	1,62*	0,01
CVe	-	18,30	8,14	83,18	4,18	5,34	6,94	9,64	4,52	3,67	7,20
H2 LS	-	0,60	0,85	0,60	0,73	0,83	0,65	0,92	0,97	0,79	0,94
H2	-	0,31	0,74	0,30	0,55	0,72	0,41	0,87	0,95	0,66	0,91
H2 LI	-	0,10	0,66	0,10	0,40	0,63	0,22	0,83	0,94	0,54	0,87
Média	-	48,78	13,15	1,19	1,60	1,52	21,97	8,42	30,27	34,66	0,38

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. LS: limite superior por intervalo de confiança; LI: limite superior por intervalo de confiança. (\*significant to 5% of error probability by F test. LS: Upper limit for confidence interval; LI: Lower limit for confidence interval); REND: rendimento de raiz, COMP: comprimento de raiz, COVER: comprimento do ombro verde, TIPP: tipo de ponta, TIPOO: tipo de ombro, DRAIZ: diâmetro de raiz, DXILE: diâmetro de xilema, A\* XIL: cor A\* do xilema, A\* FLO: cor A\* do floema, DX/DR: relação entre diâmetro do xilema e da raiz. (REND: root yield, COMP: root length, COVER: length of the green shoulder, TIPP: tip type, TIPOO: shoulder type, DRAIZ: root diameter, DXILE: xylem diameter, a\* XIL: color a\* of the xylem, a\* FLO: color a\* of the phloem, DX/DR: relation among xylem diameter and root diameter).

nificativos em diferenciar as populações estudadas. A interação de populações e ambientes também foi significativa para todos os caracteres, indicando que os ambientes não influenciaram da mesma forma a expressão dos caracteres; por isso, as inferências foram efetuadas para cada local. A existência de interação genótipos e locais confirma a importância de realizar atividades de pesquisa juntamente às regiões produtoras e não apenas no local onde o programa de melhoramento está instalado.

De acordo com a análise de variância para Lapão (Tabela 1), todos os caracteres apresentaram-se significativos em diferenciar as populações avaliadas. Os coeficientes de variação experimental (CVe), em geral, foram reduzidos, com exceção para comprimento do ombro verde (30,74%), indicando boa precisão experimental para os demais caracteres. As estimativas de herdabilidade revelaram valores elevados (acima de 80%) para os caracteres rendimento, comprimento do ombro verde, diâmetro de raiz, diâmetro do xilema, cor de cor a\* do xilema e para a relação entre diâmetro do xilema e do floema; foram medianos para os caracteres comprimento de raiz e tipo de ponta e de ombro; e foi reduzido para o cor de cor a\* do floema. Herdabilidade alta, no sentido amplo, para rendimento também foi verificada por Brar & Sukbija (1980) com valor de 0,88.

Pela análise de variância para Brasília (Tabela 2), pode-se verificar que

os caracteres, rendimento, comprimento do ombro verde e diâmetro de raiz não foram significativos para possibilitar a diferenciação entre as famílias avaliadas. Comparativamente aos resultados obtidos para Lapão, BA, verifica-se que os coeficientes de variação experimental foram superiores; também as médias favorecendo os caracteres foram inferiores e as estimativas de herdabilidade foram mais reduzidas, o que indica que para Brasília, o ambiente teve maior efeito na redução das expressões de alguns caracteres e na precisão dessas estimativas. Um fato que parece claro é que o ambiente e a qualidade desse ambiente não permitiu boa discriminação dos genótipos, para boa parte dos caracteres, o que sugere que as condições do primeiro são mais propícias à seleção. Ainda assim, valor muito elevado do coeficiente de variação experimental foi verificado apenas para o caráter comprimento de ombro verde, que não teve seu quadrado médio de tratamento significativo provavelmente pelo elevado valor deste parâmetro.

Dos sete caracteres que foram significativos em diferenciar as populações para Gama, DF, quatro revelaram estimativas de herdabilidade superiores aos obtidos para Lapão, quais sejam, comprimento de raiz, tipo de ombro, cor a\* do floema e relação entre diâmetro do xilema e da raiz. Para os demais caracteres tipo de ponta, diâmetro do

xilema e cor a\* do xilema, as estimativas obtidas para Brasília foram menores do que aquelas obtidas para Lapão. No entanto, apenas três dos seis caracteres expressaram herdabilidade elevada (acima de 80%) para os dois locais, a saber: diâmetro do xilema, cor a\* do xilema e relação diâmetro do xilema e da raiz, sendo mais um indicativo que a variação experimental foi maior no segundo local de cultivo.

Para rendimento de raiz, que foi significativo na diferenciação das populações, apenas para Lapão as estimativas de herdabilidade foram de: 0,31 e 0,81 para Brasília e Lapão, respectivamente. Valores dentro do intervalo de confiança calculado, também foram verificados por Korla *et al.* (1980) e Alves *et al.* (2004), com estimativas na ordem de 0,64 e 0,57, respectivamente. Da mesma forma, Vieira (1988) observou valor de 0,48 para herdabilidade e grande influência do ambiente na expressão deste caráter.

Para os caracteres comprimento de raiz, diâmetro de raiz e diâmetro de xilema, as estimativas de herdabilidade verificados por Alves *et al.* (2004) foram de 0,42, 0,29, e 0,57, respectivamente. Da mesma forma, McCollum (1971) considerou estes caracteres como tendo reduzidas estimativas de herdabilidade, indicando que maiores ganhos com a seleção para estes caracteres podem ser obtidos para os locais e população estudadas no presente

**Tabela 3.** Correlações fenotípicas entre caracteres de cenoura medidos em Lapão, BA (diagonal inferior)<sup>1</sup>, e Gama, DF (diagonal superior)<sup>2</sup>. (phenotypic correlations among measured carrot characters in Lapão (inferior diagonal)<sup>1</sup>, and Brasília (superior diagonal)<sup>2</sup>. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2007.

Caracteres	REND	COMP	COVER	TIPP	TIPOO	DRAIZ	DXILE	A* XIL	A* FLO	DX/DR
REND	-	0,65	0,67	-0,46	0,92	0,78	0,66	0,23	-0,32	0,51
COMP	0,40*	-	-0,73	0,11	0,66*	0,05	0,31*	0,38*	0,82*	0,37*
COVER	0,70*	-0,14	-	0,02	-0,63	-0,27	-0,29	-0,47	-0,61	0,25
TIPP	-0,74*	-0,08	-0,48*	-	-0,37*	-0,70	-0,80*	0,61*	0,44*	-0,70*
TIPOO	0,46*	0,31*	-0,07	-0,25*	-	0,71	0,58*	-0,24	0,35*	0,46*
DRAIZ	0,94*	0,13	0,75*	-0,79*	0,37*	-	0,68	-0,08	-0,30	0,45
DXILE	0,97*	0,33*	0,77*	-0,71*	0,41*	0,93*	-	-0,54*	-0,34*	0,96*
A* XIL	0,23	0,38*	-0,48*	0,61*	0,18	-0,09	-0,54*	-	0,63*	-0,62*
A* FLO	0,42*	0,83*	-0,60*	0,44*	0,32*	-0,16	-0,35*	0,64*	-	-0,27*
DX/DR	0,90*	0,48*	0,68*	-0,58*	0,43*	0,79*	0,95*	-0,62*	0,04	-

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student, para caracteres com QMT significativos pelo teste F da análise de variância. (\*significant to 5% of error probability for the Student t test, for characters with significant QMT for the F test in the variance analysis). REND: rendimento de raiz, COMP: comprimento de raiz, COVER: comprimento do ombro verde, TIPP: tipo de ponta, TIPOO: tipo de ombro, DRAIZ: diâmetro de raiz, DXILE: diâmetro de xilema, A\* XIL: cor A\* do xilema, A\* FLO: cor A\* do floema, DX/DR: relação entre diâmetro do xilema e da raiz. (REND: root yield, COMP: root length, COVER: length of the green shoulder, TIPP: tip type, TIPOO: shoulder type, DRAIZ: root diameter, DXILE: xylem diameter, a\* XIL: color a\* of the xylem, a\* FLO: color a\* of the phloem, DX/DR: relation among xylem diameter and root diameter).

trabalho, em comparação com os autores citados.

No presente trabalho, as estimativas de herdabilidade para cor a\* do xilema, que é correlacionado ao teor de  $\beta$ -caroteno, foram elevadas (0,95 e 0,96), demonstrando que a seleção pode trazer bons ganhos genéticos. Já para cor a\* do floema as estimativas foram mais reduzidas, com valores de 0,49 e 0,66; desta forma, menores ganhos seriam obtidos em  $\beta$ -caroteno por meio da seleção neste caráter para essa parte da raiz.

A afirmação de que a coloração de raízes possui herdabilidade alta concorda com Laferriere & Gabelman (1968) e com Buisland & Gabelman (1979). No entanto, estimativas pouco mais reduzidas para teor de  $\beta$ -caroteno foram obtidas por Santos & Simon (2006), com índices de 0,28 e 0,42; e por Vieira (1988), para cor de raízes, que registrou valores de 0,21 e 0,35. Já Trakamavrona (1996) verificou também, para cor de raízes, valores de herdabilidade um pouco superiores (0,49 e 0,86).

Para os caracteres comprimento de raiz, tipo de ponta, tipo de ombro e cor a\* de floema, as estimativas baixas de herdabilidade mostram que o ambiente teve grande influência na expressão dos caracteres, em comparação com a correspondente contribuição de ordem

genética. Dessa forma, a aplicação de forte pressão de seleção seria inviável. Já para diâmetro de xilema, cor a\* do xilema e relação entre diâmetro de xilema e diâmetro de raiz, em ambos locais, as herdabilidades foram altas, podendo-se aplicar maior pressão de seleção.

As correlações genotípicas e fenotípicas foram semelhantes e as ambientais mais reduzidas, principalmente para as associações mais fortes, o que indica que as correlações fenotípicas foram pouco influenciadas por efeito ambiental, e que, portanto, revelam efeitos de associação de ordem genética. Na diagonal inferior da Tabela 3 estão discriminadas as correlações fenotípicas para o local Lapão, e na diagonal superior as correlações fenotípicas para o local Brasília. Correlações altas, iguais ou acima de 0,90, para Lapão, indicam que maior rendimento de raiz é associado com maiores diâmetros de raiz e de xilema, bem como por valores maiores da relação entre diâmetro de xilema e de raiz. A indicação de que maior diâmetro de raiz é associado com maior rendimento, concorda com Natarajam & Arumagan, (1980) e com McCollum (1971), que estimaram correlações de 0,87, bem como com Alves *et al.* (2004), que citaram valor de 0,54.

Neste local, diâmetros do xilema e da raiz também correlacionaram entre si e, conseqüentemente, com a relação entre diâmetro de xilema e diâmetro da raiz. Isso indica que, quanto maior o diâmetro do xilema, maior é o diâmetro da raiz. Correlações entre rendimento com diâmetro de xilema (0,51) e entre diâmetro de xilema e floema (0,35), foram verificadas também por (Alves *et al.* 2004). Além disso, correlações de 0,54 obtidas por Alves *et al.* (2004), concordam com as estimativas de correlação do presente trabalho, entre comprimento de raiz e rendimento, com valores de 0,40 e 0,60.

A cor a\* do xilema teve correlação de -0,51 com o diâmetro do xilema para o local Brasília, e também significativa e com sinal negativo para o primeiro local (Lapão). Isso ocorreu também para a\* do floema com diâmetro do xilema para os dois locais, porém com magnitude um pouco mais reduzida, o que indica que raízes mais grossas são associadas com menor quantidade de  $\beta$ -caroteno, principalmente em relação à parte da raiz que é constituída pelo xilema. Isto pode ter ocorrido devido aos carotenóides serem produzidos até certa fase de desenvolvimento das raízes, enquanto a matéria seca continua sendo acumulada, no período em que as folhas produzem fotossíntese, e a acumulação

de massa e volume total serem maiores nas raízes mais grossas, de forma que os carotenóides estariam diluídos por toda a raiz (Pereira, 2002). Estes resultados denotam que a seleção para maior teor de carotenóides não pode ser efetuada em separado dos caracteres de diâmetro de raiz, que são importantes componentes do rendimento.

As estimativas de correlação ressaltam a importância desse tipo de análise nos programas de melhoramento, de forma a indicar estratégias de seleção para caracteres que são associados. O mesmo ocorre para as estimativas de herdabilidade, as quais indicam para cada caráter em uma condição específica de ambiente, a predominância de variação de ordem genética ou experimental, informando sobre a pressão de seleção que pode ser aplicada.

Dessa forma, pôde-se verificar que de acordo com as estimativas de herdabilidade, para os caracteres diâmetro de xilema,  $a^*$  do xilema e relação entre diâmetro de xilema e diâmetro de raiz, pode-se aplicar forte pressão de seleção para os dois locais de avaliação. Maior rendimento de raiz demonstrou ser associado a maiores diâmetros de raiz e de xilema, bem como por estimativas maiores da relação entre diâmetro de xilema e de raiz. Ademais, raízes mais grossas são associadas a menor intensidade da cor  $a^*$  (quantidade de  $\beta$ -caroteno), principalmente em relação à parte da raiz que é constituída pelo xilema, de forma que a seleção para

maior teor de carotenóides não pode ser efetuada em separado dos caracteres de diâmetro de raiz, que são importantes componentes do rendimento.

## REFERÊNCIAS

- ALVES JCS; PEIXOTO JR; VIEIRA JV; BOITEUX LS. 2004. Estimativas de parâmetros genéticos para um conjunto de caracteres de raiz e folhagem em populações de cenoura derivadas da cultivar Brasília. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44. Anais... Brasília: ABH. 475.
- BARBIN D. 1993. Variância de estimativas de componentes de variância. *Componentes de variância*. Piracicaba: ESALQ, 108p.
- BRAR JS; SUKHIJA BS. 1980. Variability, heritability and genetic advance in carrot (*Daucus carota* L.). *Punjab Agriculture University*, 17: 442-443.
- BUISHAND JG; GABELMAN WH. 1979. Investigations on the inheritance of colour and carotenoid content in phloem and xylem of carrot roots (*Daucus carota* L.). *Euphytica* 28: 611-632.
- CARVALHO FIF; SILVA SA; KUREK AJ; MARCHIORO VS. 2001. *Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção*. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel. 99p.
- CRUZ CD. 2006. *Programa Genes - estatística experimental e matrizes*. Viçosa: Editora UFV. 285p.
- CRUZ CD; REGAZZI AJ; CARNEIRO PCS. 2004. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Editora UFV. 480p.
- EBERHART SA. 1970. Factors affecting efficiencies of breeding methods. *African Soils* 15: 669-680.
- KNAPP SJ; STROUP WW; ROSS WM. 1985. Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. *Crop Science* 25: 192-194.
- KORLA BN; SINGH AK; PATTAN RS. 1980. A research note on variability studies in carrot. *Punjab Horticulture Journal* 20: 215-217.
- LAFENIERE L; GABELMAN WH. 1968. Inheritance of colour, total carotenoids, alpha-carotene and beta-carotene in carrots *Daucus carota* L. *The Journal of the American Society for Horticultural Science* 93: 408-418.
- MARTINS IS; MARTINS RCC; PINHO DS. 2006. Alternativas de índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Cerne* 12: 287-291.
- MCCOLLUM GD. 1971. Greening of carrot roots (*Daucus carota* L.): Estimates of heritability and correlation. *Euphytica* 20: 549-560.
- MICHALIK B; ZABAGALO A; ZUKOWSKA E. 1985. Investigation of the interdependence of root color and carotene content in carrot variety Selecta. *Plant Breeding Abstract* 55: 316.
- NATARAJAM S; ARUMAGAN R. 1980. Association analysis of yield and its components in carrot (*Daucus carota* L.). *Madras Agriculture Journal* 9: 594-597.
- PEREIRA AS. 2002. *Teores de carotenóides em cenoura (Daucus carota L.) e sua relação com a coloração das raízes*. Viçosa: UFV. 128p. (Tese doutorado).
- PEREIRA RS; NASCIMENTO WM. 2002. Utilização do condicionamento osmótico de sementes de cenoura visando à germinação em condições de temperaturas altas. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44. Anais... Brasília: ABH. (CD-ROM).
- SANTOS CAF; SIMON PW. 2006. Heritabilities and minimum gene number estimates of carrot carotenoids. *Euphytica* 151: 79-86.
- TRAKA-MAVRONA E. 1996. Effects of competition on phenotypic expression and differentiation of five quality traits of carrot (*Daucus carota* L.) and their implications in breeding. *Scientia Horticulturae* 65: 335-340.
- VIEIRA JV. 1988. *Herdabilidade, correlações e índice de seleção em populações de cenoura (Daucus carota L.)*. Viçosa: UFV. 86p. (Tese doutorado).