

**Resposta correlacionada à  
seleção para famílias de cenoura  
cultivadas em dois sistemas de  
produção agroecológicos**



Foto: Jairo Vidal Vieira

ISSN 1677-2229

Agosto, 2017

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

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 146***

## **Resposta correlacionada à seleção para famílias de cenoura cultivadas em dois sistemas de produção agroecológicos**

Giovani Olegário da Silva  
Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho  
Jairo Vidal Vieira

Embrapa Hortaliças  
Brasília, DF  
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

**Embrapa Hortaliças**

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

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

**Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças**

**Presidente:** *Jadir Borges Pinheiro*

**Editora Técnica:** *Mariana Rodrigues Fontenelle*

**Secretária:** *Gislaine Costa Neves*

**Membros:** *Carlos Eduardo Pacheco Lima*

*Raphael Augusto de Castro e Melo*

*Ailton Reis*

*Giovani Olegário da Silva*

*Iriani Rodrigues Maldonade*

*Alice Maria Quezado Duval*

*Jairo Vidal Vieira*

*Rita de Fátima Alves Luengo*

**Supervisora Editorial:** *Caroline Pinheiro Reyes*

**Bibliotecária:** *Antônia Veras de Souza*

**Editoração eletrônica:** *André L. Garcia*

**1ª edição**

1ª impressão (2017): 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, Giovani Olegário.

Resposta correlacionada à seleção para famílias de cenoura cultivadas em dois sistemas de produção agroecológicos / Giovani Olegário da Silva, Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho, Jairo Vidal Vieira. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017.

18 p. : il. color. ; 21 cm x 27 cm. (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 146).

1. Daucus carota. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Interação genética. 4. Agricultura orgânica. I. Carvalho, Agnaldo Donizete Ferreira de. II. Vieira, Jairo Vidal. III. Título. IV. Embrapa Hortaliças. V. Série.

CDD 635.13

---

©Embrapa, 2017

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	10
Conclusões.....	15
Referências .....	16

# Resposta correlacionada à seleção para famílias de cenoura cultivadas em dois sistemas de produção agroecológicos

*Giovani Olegário da Silva<sup>1</sup>*

*Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho<sup>2</sup>*

*Jairo Vidal Vieira<sup>3</sup>*

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi calcular a resposta correlacionada à seleção para famílias de cenoura cultivadas em dois sistemas agroecológicos de produção. Foram avaliadas 100 famílias de meio-irmãos de cenoura em delineamento de blocos casualizados com duas repetições de parcelas de 1 m<sup>2</sup>, no verão de 2006/2007, em Brasília/DF. Foram colhidas individualmente 20 plantas por parcela e avaliadas para oito caracteres fenotípicos de raiz. Foram realizadas as análises de variância individual e conjunta para cada sistema, e calculada a resposta correlacionada à seleção entre e dentro de famílias. Verificou-se que, ao se fazer seleção tanto entre quanto dentro de famílias, para maior massa de raízes, ganhos superiores a 2% por ciclo de seleção poderiam ser esperados, para raízes mais compridas e com maior diâmetro de xilema. A seleção para maior teor de carotenóides, principalmente no xilema, não pode ser efetuada em separado dos caracteres componentes do rendimento, comprimento, medidas de diâmetro e massa média de raiz.

**Termos para indexação:** *Daucus carota* L., interação genótipo x ambiente, correlação.

<sup>1</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>3</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

# Correlated selection response to carrot families grown in two agroecologic production systems

---

## Abstract

### Abstract

The aim of this research was to calculate the correlated selection response of carrot families grown in two agroecological production systems. A hundred half-sib carrot families were evaluated in a complete randomized block design with two replications, in the summer growing season of 2006/2007, at Brasília/DF. Twenty plants were harvested individually from each plot of 1 m<sup>2</sup> and were evaluated for eight phenotypic root traits. Joint and individual variance analyses for the two systems, and the correlated selection response among and within families were performed. It is expected gains superior to 2% per selection cycle for longer roots and with larger xylem diameter, with the selection among or within families, for larger root mass. Higher levels of carotenoids, mainly in the xylem, should not be selected separately from the yield components, length, diameter measurements and average root weight.

**Index terms:** *Daucus carota* L., genotype x environment interaction, correlation.

## Introdução

Dentre as estratégias de melhoramento genético empregadas na cultura da cenoura, visando o desenvolvimento de novas cultivares, destaca-se o método de seleção recorrente baseado no desempenho de populações de meios-irmãos. Contudo, o aumento na eficiência do processo de melhoramento genético depende grandemente da obtenção de estimativas confiáveis de parâmetros relacionados a caracteres de interesse (SILVA et al., 2013).

Os melhoristas frequentemente enfatizam a seleção para poucos caracteres apenas, em cada estágio de seleção. Entretanto, é importante conhecer o efeito da seleção para um caráter específico nos outros caracteres de interesse (PEREIRA et al., 1994). A existência de associações genéticas entre caracteres determina que quando a seleção é praticada em determinado caráter, pode ocasionar alterações em outros caracteres, cujo sentido pode ou não ser de interesse para o melhoramento. Desta forma, o conhecimento das relações entre caracteres é muito importante, podendo-se subsidiar uma estratégia de seleção visando um caráter de interesse, baseando-se em outros com alta correlação genética, com maiores herdabilidades e de mais fácil mensuração ou identificação (BAKER, 1986; CRUZ; REGAZZI, 2001; GOLDENBERG, 1968; SILVA et al., 2006; SILVA et al., 2013).

Vários são os caracteres avaliados nos programas de melhoramento de cenoura para o desenvolvimento de novas cultivares, dentre eles aqueles relacionados ao rendimento e à aparência das raízes são os mais importantes. O rendimento de raízes determina a produtividade em determinada área, e é importante para o produtor, e a aparência de raízes é fundamental para atender às demandas dos consumidores que preferem raízes lisas, com coloração alaranjado intenso e raízes com ponta arredondada e ombro cônico (SILVA et al., 2008). 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 (2002), concluíram que o uso de medidas de cor do sistema Hunter e do sistema CIELAB podem perfeitamente substituir os métodos laboratoriais “espectrofotométricos e cromatográficos”, que são utilizados para determinação de carotenoides em cenoura.

Pelo aumento do interesse por produtos com baixo nível de resíduos de agrotóxicos e com produção menos agressiva ao meio ambiente, a agricultura agroecológica tem apresentado um crescimento acelerado em todo o mundo. As linhas agroecológicas mais relevantes são: Agricultura Orgânica, Agricultura Biodinâmica, Agricultura Biológica, Agricultura Ecológica, Agricultura Natural e a Permacultura. A Agricultura Orgânica foi fundada em 1931 na Índia, por Sir Albert Howard e por Lady Eve Balfour; a principal característica deste movimento é o processo ‘Indore’ de compostagem, que se caracteriza por uma compostagem em pilhas ou leiras a céu aberto, as quais são removidas por processo manual; com isso, considera-se que a verdadeira fertilidade dos solos deve estar assentada sobre um amplo suprimento de matéria orgânica e principalmente na manutenção de elevados níveis de húmus no solo. O uso de plantas de raízes profundas é ainda recomendado por serem capazes de explorar as reservas minerais dos solos (SOUZA, 2006).

A Agricultura Natural surgiu no Japão em 1935 e seu fundador foi Mokiti Okada, que propôs um sistema da produção agrícola que tomasse a natureza como modelo. Nesse sistema, o solo não deve ser movimentado, todos os restos culturais e palhadas devem ser reciclados e não se deve utilizar esterco animal nos compostos. Atualmente, utilizam-se também microrganismos efetivos (EM), que servem para prevenção de problemas fitossanitários ou na inoculação do composto orgânico que será utilizado na propriedade (SOUZA, 2006).

O objetivo deste trabalho foi calcular a resposta correlacionada à seleção entre famílias de cenoura cultivadas em dois sistemas agroecológicos de produção.

## Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos no verão de 2006/2007, em duas propriedades com cultivo agroecológico em Brasília: Associação Mokiti Okada, que segue modelo de Agricultura Natural, Brazlândia, DF; e Núcleo Rural Taguatinga, que segue modelo de Agricultura Orgânica, Taguatinga, DF. Os tratos culturais foram efetuados de acordo com os procedimentos usuais de cada propriedade, seguindo as orientações dos respectivos modelos agroecológicos. Não foi realizada análise de solo e adubação nas áreas para estes experimentos, foi aproveitada a fertilidade natural dos solos que são ricos em matéria orgânica pelo uso continuado de adubação com compostos orgânicos. Foram avaliadas 100 famílias de meio-irmãos de cenoura oriundas de uma população derivada da cultivar Alvorada, do programa de melhoramento genético da Embrapa Hortaliças, ou seja, estas famílias foram obtidas pelo inter cruzamento de plantas originadas do plantio de raízes selecionadas no ciclo anterior; desta forma cada família é derivada de sementes provenientes de uma planta sendo que o pólen que fecundou as flores desta planta pertence a diferentes plantas da mesma população, portanto são chamadas de famílias de meio-irmãos. As famílias foram dispostas em delineamento de blocos casualizados com duas repetições e parcelas de 1 m<sup>2</sup>. A semeadura foi feita em quatro linhas transversais ao comprimento do canteiro, espaçadas de 25 cm uma da outra, totalizando aproximadamente cerca de 100 plantas por m<sup>2</sup>. O desbaste nas duas propriedades foi realizado 30 dias após o semeio, deixando-se um espaço de 5 cm entre plantas na primeira propriedade e 3 cm na segunda.

Foram colhidas 20 plantas competitivas por parcela, com aproximadamente 90 dias após semeio, e avaliadas individualmente para os caracteres: comprimento de raiz (mm); diâmetro da raiz (mm), avaliado na metade do comprimento da mesma; massa da raiz (g); diâmetro do xilema da raiz (mm), avaliado na metade do comprimento da raiz; relação diâmetro do xilema / diâmetro da raiz; tipo de ponta da raiz (critério de notas: 1- arredondada, 2- levemente afilada, 3- afilada); tipo de ombro da raiz (critério de notas: 1- cônico, 2- arredondado, 3- plano, 4- côncavo). e, por leitura colorimétrica direta, determinou-se

o parâmetro  $a^*$  para os tecidos xilema e floema de cada raiz, utilizando-se o analisador de cor de tristimulus compacto Minolta CR-200b (Minolta Corporation Instrument System Division), parâmetro de cor que determina o teor de  $\beta$ -caroteno das raízes de cenoura (PEREIRA, 2002).

Foram realizadas a análise de variância conjunta e a análise de variância individual dos dois sistemas, com informação entre e dentro de parcelas. Para cada sistema foram calculados os ganhos correlacionados a partir das correlações genéticas entre os caracteres (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Foram estimados ainda os ganhos pela seleção (GS) direta entre e dentro de famílias, com a seleção de 20% das melhores famílias e 50% das melhores plantas dentro de famílias, em que  $GS = Ds.H^2$ , Ds corresponde ao diferencial de seleção, ou diferença entre a média dos selecionados e a média da população base; e  $H^2$  a herdabilidade do caráter.

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

## Resultados e Discussão

Pela análise de variância conjunta dos dois sistemas de produção agroecológicos, verificou-se que os caracteres: massa da raiz, diâmetro de xilema e relação entre diâmetro de xilema e o diâmetro da raiz apresentaram coeficientes de variação reduzidos, com valor máximo de 21,32% para massa de raízes. Estes caracteres não apresentaram interação família x sistema de produção, além disso, a relação entre as variâncias residuais para estes caracteres foi inferior a 7, portanto, a avaliação poderia ser efetuada em apenas um dos sistemas de produção, com economia de tempo, mão de obra e recursos financeiros. No entanto, como alguns caracteres apresentaram interação entre família x sistema de produção, e ainda diâmetro de raiz não apresentou homogeneidade de variância, as inferências foram efetuadas para cada sistema (dados não apresentados).

Para o sistema de produção Agricultura Natural (AN), apenas o caráter a\* do floema não apresentou diferença significativa entre famílias. Além disso, os coeficientes de variação ambientais foram reduzidos para todos os caracteres, variando de 4,16% para a\* do xilema a 10,88% para formato de ponta de raiz, indicando boa precisão experimental. Para o sistema de produção Agricultura Orgânica (AO), o diâmetro de raiz foi o único caráter não significativo em diferenciar as famílias estudadas. Os coeficientes de variação ambientais para os caracteres significativos na análise de variância também foram, na sua maioria, mais baixos neste sistema, variando de 3,16% para a\* do floema a 8,53% para comprimento de raízes (dados não apresentados).

O coeficiente de correlação indica que o ganho com a seleção para determinado caráter pode ocasionar alterações em outros caracteres correlacionados, sendo que essa associação pode ou não ser de interesse para o melhorista (SILVA et al., 2006). Nas Tabelas 1 e 2 estão descritos os ganhos com a seleção correlacionada expressos em porcentagem em relação à média das famílias antes da seleção para os dois sistemas de produção agroecológicos. Na diagonal central estão discriminados os ganhos com a seleção direta nos caracteres. Considerando-se que o desejo do melhorista seja o acréscimo no valor de todos os caracteres, com exceção de tipo de ponta e de ombro que seriam ponta arredondada e ombro cônico.

Para ambos os sistemas de produção verifica-se que os ganhos diretos com a seleção dos caracteres entre famílias são maiores que o ganho dentro de famílias, que pode ser devido à maior pressão de seleção (20%) entre famílias em comparação à pressão de seleção (50%) das plantas dentro de famílias selecionadas, ou a uma provável maior predominância de efeitos de ordem genética entre famílias.

Nota-se que para a maioria dos caracteres, em ambos os sistemas de produção, os ganhos com a seleção direta seriam superiores aos baseados simplesmente em caracteres correlacionados. No entanto, a existência de ganhos correlacionados negativos, indica que a utilização de índices de seleção poderia ser uma estratégia a ser adotada evitando que, ao selecionar determinado caráter, se possa prejudicar outros

correlacionados negativamente. Isso confirma a importância de estudos sobre resposta correlacionada.

No sistema de produção AN, realizando-se a seleção entre famílias, a seleção indireta ou correlacionada mostrou-se superior à direta para o caráter diâmetro de raiz, selecionando-se os caracteres massa (5,29%), diâmetro de xilema (8,08%), e relação entre diâmetro de xilema e diâmetro da raiz (4,50%) (Tabela 1).

No sistema de produção AN, a seleção correlacionada também foi superior para a seleção dentro de famílias, favorecendo o caráter diâmetro de raiz pela seleção em maior massa (2,09%) e diâmetro de xilema (3,20%); para massa de raiz selecionando-se raízes com maior diâmetro de xilema (3,67%); e para a relação entre diâmetro de xilema e diâmetro de raiz pela seleção em raízes com maiores diâmetros de xilema (0,68%) e massa da raiz (0,63%) (Tabela 1).

No sistema de produção AO selecionando-se tanto entre quanto dentro de famílias, maiores ganhos correlacionados em comparação com os ganhos diretos, seriam obtidos para a relação entre diâmetro de xilema e diâmetro da raiz, pela seleção em raízes com maior diâmetro de xilema (8,67% e 5,40% respectivamente). Isso provavelmente por maior predominância de efeitos de ordem genética em relação à ambiental (maior herdabilidade no sentido amplo) para os caracteres selecionados indiretamente, nas condições em que os experimentos foram conduzidos (Tabela 2).

Para o sistema de produção AN (Tabela 1), ao se fazer seleção tanto entre quanto dentro de famílias, para maior massa de tubérculos, a seleção direta neste caráter proporcionaria ganhos superiores à seleção indireta (15,09% e 2,75%, para seleção entre e dentro de famílias, respectivamente), e conseqüentemente ganhos próximos ou superiores a 5% por ciclo de seleção, para raízes mais compridas (4,98%) e com maior diâmetro de xilema (6,78%), poderiam ser esperados na seleção entre famílias. Porém perdas superiores a 1% (-1,41%) na coloração do xilema com seleção entre famílias seriam a consequência. Situação semelhante é verificada para o sistema AN (Tabela 1). Isto pode ter

**Tabela 1.** Ganhos esperados com a seleção, decorrentes da avaliação de uma população com 100 famílias de cenoura cultivadas no sistema de produção agroecológico Agricultura Natural, no Distrito Federal.

	Com <sup>(3)</sup>	Diam	Massa	Dxil	Dx/Dr	Xile-a	Tipp	Tipoo
Entre famílias								
Com <sup>(2)</sup>	<b>8,98<sup>(1)</sup></b>	-0,23	4,98	-0,07	0,67	-0,49	-2,32	-2,28
Diam	-0,20	<b>3,34</b>	2,67	4,41	1,87	-0,98	-0,80	-0,98
Massa	8,57	5,29	<b>15,09</b>	7,33	3,76	-3,44	-2,47	-3,36
Dxil	-0,11	8,08	6,78	<b>21,91</b>	4,08	-3,71	0,79	-0,54
Dx/Dr	1,40	4,50	4,57	5,36	<b>7,92</b>	-1,52	0,36	-0,31
Xile-a	-0,35	-0,80	-1,41	-1,65	-0,52	<b>2,92</b>	1,80	-0,88
Tipp	3,05	1,21	1,89	-0,65	-0,23	-3,35	<b>-6,61</b>	0,52
Tipoo	2,97	1,47	2,55	0,44	0,19	1,63	0,51	<b>-4,13</b>
Dentro de famílias								
Com	<b>7,59</b>	-0,09	2,69	-0,04	0,11	-0,09	-1,25	-1,15
Diam <sup>2</sup>	-0,12	<b>1,92</b>	1,44	2,50	0,31	-0,18	-0,43	-0,49
Massa	5,28	2,09	<b>2,75</b>	4,15	0,63	-0,63	-1,33	-1,69
Dxil	-0,07	3,20	3,67	<b>7,84</b>	0,68	-0,68	0,42	-0,27
Dx/Dr	0,86	1,78	2,47	3,03	<b>0,39</b>	-0,28	0,20	-0,16
Xile-a	-0,21	-0,32	-0,76	-0,93	-0,09	<b>0,57</b>	0,97	-0,44
Tipp	1,88	0,48	1,02	-0,37	-0,04	-0,61	<b>-3,55</b>	0,26
Tipoo	1,83	0,58	1,38	0,25	0,03	0,30	0,28	<b>-2,08</b>

Com: comprimento de raiz; Diam: diâmetro de raiz; Massa: massa da raiz; Dxil: diâmetro de xilema; Dx/Dr: relação entre diâmetro do xilema e diâmetro da raiz; Xile-a: parâmetro a\* do xilema; Tipp: tipo de ponta; Tipoo: tipo de ombro. <sup>(1)</sup>Diagonal central, seleção direta, e, pela seleção dos caracteres da linha<sup>(2)</sup>, são descritos os ganhos correlacionados nos caracteres da coluna<sup>(3)</sup>.

**Tabela 2.** Ganhos esperados com a seleção, decorrentes da avaliação de uma população com 100 famílias de cenoura cultivadas no sistema de produção agroecológico Agricultura Orgânica, no Distrito Federal.

	Com <sup>(3)</sup>	Massa	Dxil	Dx/Dr	Xile-a	Floe-a	Tipp	Tipoo
Entre famílias								
Com <sup>(2)</sup>	<b>6,79<sup>(1)</sup></b>	2,88	1,79	-0,32	-1,01	0,92	-1,57	-0,68
Massa	4,98	<b>6,21</b>	4,52	1,25	-3,99	1,75	-2,02	-1,72
Dxil	3,17	4,64	<b>11,41</b>	8,67	-7,46	-7,03	1,50	3,58
Dx/Dr	-0,42	0,95	6,46	<b>7,19</b>	8,67	-6,16	1,00	2,40
Xile-a	-0,61	-1,40	-3,74	-3,42	<b>8,69</b>	5,01	0,97	-0,34
Floe-a	0,41	0,45	-1,76	-2,07	-0,61	<b>3,28</b>	0,09	-0,88
Tipp	0,60	0,45	-0,32	-0,29	0,31	-0,08	<b>-3,05</b>	-0,16
Tipoo	0,38	0,55	-1,12	-1,01	-1,01	1,10	-0,23	<b>-4,29</b>
Dentro de famílias								
Com	<b>6,19</b>	2,32	1,27	-0,20	-0,82	0,28	-0,81	-0,45
Massa <sup>2</sup>	4,29	<b>6,15</b>	3,22	0,78	-3,27	0,53	-1,04	-1,15
Dxil	2,74	3,73	<b>11,41</b>	5,40	-8,95	-2,13	0,77	2,38
Dx/Dr	-0,36	0,77	4,61	<b>5,18</b>	-6,11	-1,87	0,51	1,60
Xile-a	-0,53	-1,13	-2,67	-2,13	<b>8,65</b>	1,52	0,50	-0,23
Floe-a	0,35	0,36	-1,25	-1,29	3,00	<b>1,64</b>	0,05	-0,59
Tipp	0,52	0,36	-0,23	-0,18	-0,50	-0,02	<b>-1,57</b>	-0,10
Tipoo	0,32	0,45	-0,80	-0,63	0,26	0,33	-0,12	<b>-2,86</b>

Com: comprimento de raiz; Massa: massa da raiz; Dxil: diâmetro de xilema, Dx/Dr: relação entre diâmetro do xilema e diâmetro da raiz; Xile-a: parâmetro a\* do xilema; Floe-a: parâmetro a\* do floema; Tipp: tipo de ponta; Tipoo: tipo de ombro.<sup>(1)</sup>Diagonal central, seleção direta, e, pela seleção dos caracteres da linha<sup>(2)</sup>, são descritos os ganhos correlacionados nos caracteres da coluna<sup>(3)</sup>.

ocorrido devido ao fato dos carotenoides serem produzidos até certa fase de desenvolvimento das raízes, enquanto a matéria seca continua sendo acumulada, no período em que as folhas realizam a fotossíntese, e a acumulação de massa e volume total serem maiores nas raízes mais grossas, de forma que os carotenoides estariam diluídos por toda a raiz (PEREIRA, 2002). A seleção para maior teor de carotenoides, principalmente no xilema, não pode ser efetuada em separado dos caracteres componentes do rendimento, comprimento, medidas de diâmetro e massa média de raiz. Este fato também foi verificado por Silva et al. (2013), que avaliaram populações do grupo Brasília.

A indicação de que o maior diâmetro de raiz determina maior massa é corroborada com os trabalhos de Natarajam e Arumagan (1980) e de Mccollum (1971), que encontrou coeficiente de correlação de 0,87, e ainda com Alves et al. (2006), que verificaram valor de 0,54, e com Silva et al. (2013) com valor de 0,84. Da mesma forma, correlação positiva entre massa da raiz e o diâmetro de xilema (0,51) e, ainda, correlação entre diâmetro de xilema e diâmetro de raiz (0,35), foram observadas também por Alves et al. (2006) e Silva et al. (2013).

Apesar de serem de magnitudes reduzidas, no sistema de produção AN foram verificados ganhos negativos nas estratégias de seleção indireta entre os caracteres comprimento e diâmetro de raiz. Este resultado pode ser explicado pelo fato das raízes de cenoura primeiramente crescerem em comprimento e só depois em diâmetro (WHITE; STRANDBERG, 1978).

## Conclusões

Ao se fazer seleção tanto entre quanto dentro de famílias, para maior massa de tubérculos, ganhos superiores a 2% por ciclo de seleção podem ser esperados, para raízes mais compridas e com maior diâmetro de xilema e de raiz.

A seleção para maior teor de carotenoides, principalmente no xilema, não pode ser efetuada em separado dos caracteres componentes do rendimento, comprimento, medidas de diâmetro e massa média de raiz.

Ganhos negativos nas estratégias de seleção indireta entre os caracteres comprimento e diâmetro de raiz podem ser esperados, o que pode ser explicado pelo fato das raízes de cenoura primeiramente crescerem em comprimento e só depois em diâmetro.

## Referências

ALVES, J. C. da S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V.; BOITEUX, L. S. Herdabilidade e correlações genotípicas entre caracteres de folhagem e sistema radicular em famílias de cenoura, cultivar Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 363-36, 2006.

BAKER, R. J. **Selection indices in plant breeding**. Florida: CRC Press, 1986. 218 p.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.

GOLDENBERG, J. B. El empleo de la correlación en el mejoramento genético de las plantas. **Fitotecnia Latinoamericana**, Lima, v. 5, p. 1-8, 1968.

MCCOLLUM, G. D. Greening of carrot roots (*Daucus carota* L.): estimates of heritability and correlation. **Euphytica**, Wageningen, v. 20, n. 4, p. 549-560, 1971.

MICHALIK, B.; ZABAGALO, A.; ZUKOWSKA, E. Investigation of the interdependence of root color and carotene content in carrot variety Selecta. **Plant Breeding Abstracts**, Oxon, v. 55, n. 4, p. 316, 1985.

NATARAJAM, S.; ARUMAGAN, R. Association analysis of yield and its components in carrot (*Daucus carota* L.). **Madras Agriculture Journal**, Tami Nadu, v. 67, n. 9, p. 594-597, 1980.

PEREIRA, A. S. da; TAI, G. C. C.; YADA, R. Y.; TARN, T. R.; SOUZA-MACHADO, V.; COFIN, R. H. Effect of selection for chip color on some economic traits of potatoes. **Plant Breeding**, New York, v. 113, n. 4, p. 312-317, 1994.

PEREIRA, A. S. **Teores de carotenóides em cenoura (*Daucus carota* L.) e sua relação com a coloração das raízes**. 2002. 128 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, G. O. da; SOUZA, V. Q. de; PEREIRA, A. da S.; CARVALHO, F. I. F. de; FRITSCHÉ, R. N. Early generation selection for tuber appearance affects potato yield components. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 73-78, 2006.

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

SILVA, G. O.; VIEIRA, J. V.; CARVALHO, A. D. F.; BOITEUX, L. S. Relações entre caracteres de raiz e ganhos genéticos diretos e indiretos em populações de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 36-40, 2013.

SOUZA, J. L. de. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed. atual.e ampl. Viçosa: UFV, 2006. 843 p.

WHITE, J. M.; STRANDBERG, J. O. Early root growth of carrots in organic soil. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Greensboro, v. 103, n. 3, p. 344-347, 1978.

**Embrapa**  

---

**Hortaliças**