

Dissimilaridade entre famílias e resposta correlacionada à seleção para caracteres de raiz de cenoura cultivada em dois sistemas de produção agroecológicos no Distrito Federal

Dissimilarity among families and correlated selection response for root characters of carrots grown in two agroecologic production systems in Distrito Federal

Giovani Olegario da Silva^{1*}; Jairo Vidal Vieira²; Michelle Souza Villela³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi calcular a dissimilaridade entre famílias e a resposta correlacionada à seleção em uma população de cenoura cultivada em dois sistemas agroecológicos de produção. Os ensaios foram conduzidos em Brasília, no verão de 2006/2007. Foram avaliadas 100 famílias de meio-irmãos de cenoura em delineamento de blocos casualizados com duas repetições. Foram colhidas individualmente 20 plantas por parcela e avaliadas para caracteres de raiz. Foi realizada análise de variância conjunta e para cada sistema. Foram calculadas a dissimilaridade entre e dentro de famílias, e a resposta correlacionada à seleção. Verificou-se principalmente que dentro da população, em ambos os sistemas de produção, é possível selecionar famílias mais dissimilares para serem utilizadas num próximo ciclo de seleção recorrente, proporcionando ganhos com heterose. 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.

Palavras-chave: *Daucus carota* L., correlação genética, relações entre caracteres, ganhos com a seleção

Abstract

The objective of this work was to calculate the dissimilarity among families and the correlated selection response in a carrot population grown in two agroecologic production systems. The experiments were conducted in Brasília, in the summer of 2006/2007. A hundred half-sib families of carrot were evaluated in a complete randomized block design with two replications. Twenty plants were harvested individually per plot and were evaluated for root characters. Joint and separated variance analyses for the two systems were performed. The dissimilarity among and between families and the correlated selection response were calculated. It was mainly verified that inside of the population, in both production systems, it is possible to select for more dissimilar families to be used in a next recurrent selection cycle, providing gains with heterosis. In selecting among or within families, for larger root mass, gains superior to 2% per selection cycle could be expected, for longer roots and with larger xylem diameter. Selection for higher levels of carotenoids, mainly in the xylem cannot be made separately from the yield components, length, measures of diameter and average root weight.

Key words: *Daucus carota* L., genetic correlation, relations between characters, gain with selection

¹ Eng^o Agr^o, DSc., Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Canoinhas, SC. E-mail: olegario@cnph.embrapa.br

² Eng^o Agr^o, DSc., EMBRAPA, Gama, DF. E-mail: jairo@cnph.embrapa.br

³ Eng^a Agr^a, Msc., Universidade Federal de Brasília, UNB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF. E-mail: chellysv@hayoo.com.br

* Autor para correspondência

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, um aumento na eficiência do processo de melhoramento genético depende grandemente da obtenção de estimativas confiáveis de parâmetros relacionados a caracteres de interesse.

Os estudos de distância genética, onde diversos caracteres são dimensionados simultaneamente nos genótipos, são de grande importância em programas de melhoramento por fornecerem informações sobre parâmetros de identificação de combinações híbridas, que possibilitem grande efeito heterótico na progênie e auxiliam na identificação da variabilidade genética e determinam maior probabilidade de recuperar genótipos superiores (CRUZ; REGAZZI, 2001; MOURA; CASALI; CRUZ, 1999). Tal expectativa decorre do fato que, segundo Falconer (1981), a heterose e a capacidade de combinação específica entre dois genitores dependem da existência de dominância no controle do caráter e da presença de divergência entre os genitores.

Além disso, os melhoristas frequentemente enfatizam a seleção para uns poucos caracteres apenas, em cada estágio de seleção. Entretanto, é importante conhecer que efeito a seleção para um caráter específico pode ter em outros caracteres (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, 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 medição ou identificação (BAKER,

1986; CRUZ; REGAZZI, 2001; GOLDENBERG, 1968; SILVA et al., 2006).

Vários são os caracteres avaliados nos programas de melhoramento de cenoura para o desenvolvimento de novas cultivares, dentre essas as relacionadas com o rendimento e aparência das raízes são muito importantes. Além disso, grande atenção é dada ao teor de β -caroteno, devido à sua influência na saúde humana, por ser precursor da vitamina A. Michalik, Zabagalo e Zukowska (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 carotenóides em cenoura.

Pelo aumento do interesse por produtos com baixo nível de resíduos de agrotóxicos e produção menos agressiva ao meio ambiente, a agricultura agroecológica tem tido 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 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. 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 dissimilaridade entre famílias, visando orientar na escolha das famílias mais dissimilares que proporcionariam maior efeito heterótico no próximo ciclo de seleção recorrente, e a resposta correlacionada à seleção de caracteres fenotípicos em uma população de cenoura cultivada 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. Foram avaliadas 100 famílias de meio-irmãos de cenoura oriundas de uma população derivada da cultivar Alvorada do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças. As famílias foram dispostas em delineamento de blocos casualizados com duas repetições e parcelas de 1m². 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 m². O desbaste nas duas propriedades foi realizado 30 dias após semeio, sendo que na segunda propriedade o desbaste foi apenas parcial.

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 tristímulos compacto Minolta CR-200b (Minolta Corporation Instrument System Division), parâmetro de cor que determina o teor de β -caroteno das raízes de cenoura (PEREIRA, 2002).

Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variância (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors) para cada sistema individualmente, e de homogeneidade de variância entre os dois sistemas. Os caracteres parâmetro a^* do xilema para o primeiro sistema e a^* do floema para o segundo sistema, foram transformados por \sqrt{x} , enquanto que diâmetro do xilema, tipo de ombro, tipo de ponta, para o segundo sistema, e diâmetro de raiz para os dois sistemas, foram transformados por $\sqrt{x + 0,50}$, para atender à suposição de normalidade de distribuição (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Posteriormente, foi realizada análise de variância conjunta e análise de variância individual dos sistemas, com informação entre e dentro de parcelas, para os caracteres que apresentaram interação genótipo x ambiente ou que não apresentaram homogeneidade de variância na análise conjunta. Para cada sistema foram calculados os ganhos correlacionados baseado nas correlações genéticas entre os caracteres (CRUZ; REGAZZI, 2001) e a dissimilaridade entre as famílias pela análise da distância generalizada de Mahalanobis (D²). As matrizes de dissimilaridade foram transferidas para o programa NTSYSpc (ROHLF, 2000), para o agrupamento em dendrograma pelo método de

agrupamento das distâncias médias (UPGMA) e diagnóstico das correlações cofenéticas entre as matrizes e os agrupamentos (ROHLF; SOKAL, 1981), bem com as correlações entre as matrizes (MANTEL, 1967).

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, onde $GS = Ds.H^2$, em que Ds corresponde ao diferencial de seleção, ou diferença entre a média dos selecionados subtraída da média da população base.

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

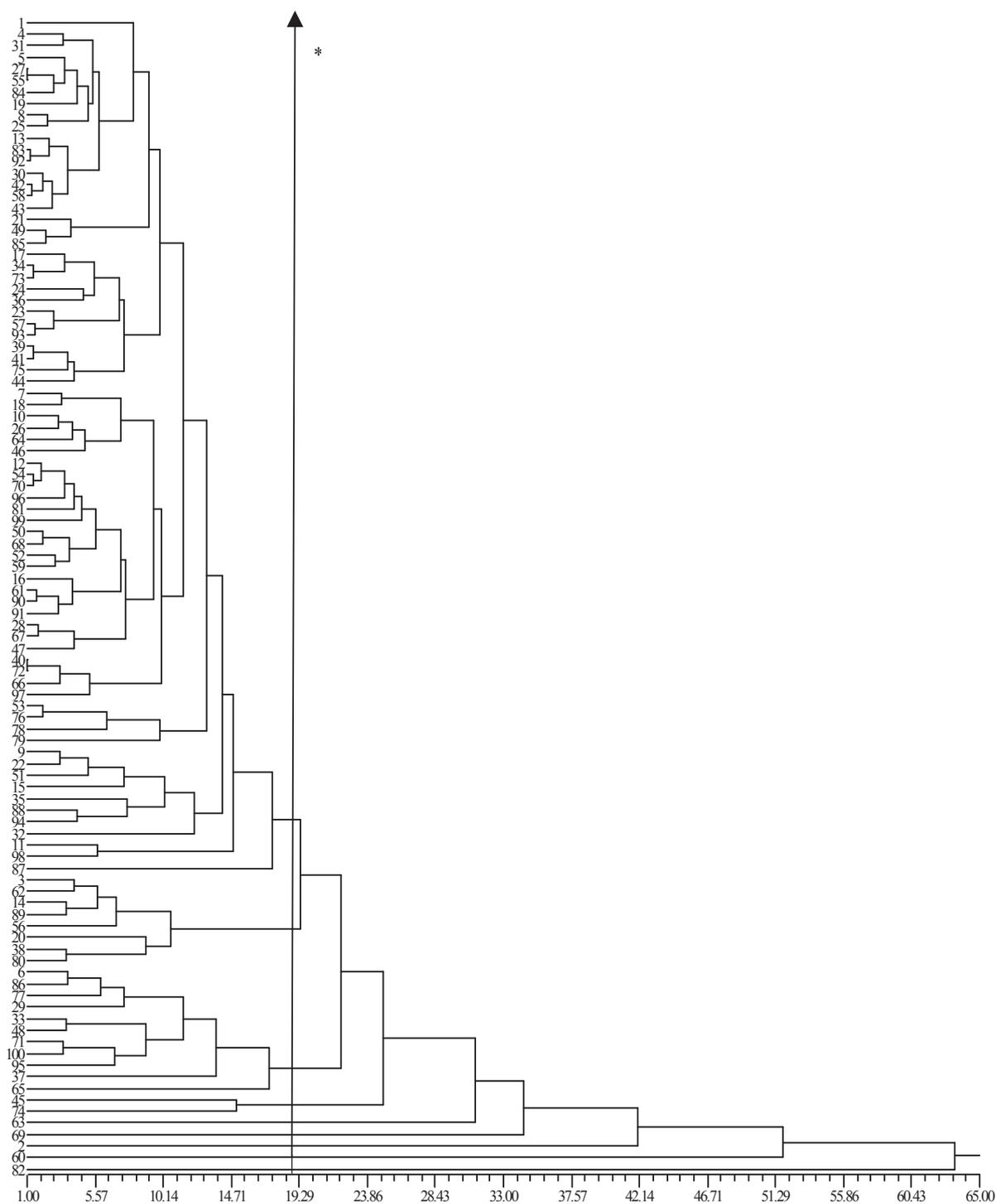
Resultados e Discussão

Pela análise de variância conjunta dos dois sistemas de produção agroecológicos, verificou-se que os caracteres: massa, diâmetro de xilema e relação entre diâmetro de xilema apresentaram coeficiente de variação reduzido, 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 se apresentou significativo na diferenciação das 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), 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 reduzidos neste sistema, variando de 3,16% para a* do floema a 8,53% para comprimento de raízes (dados não apresentados).

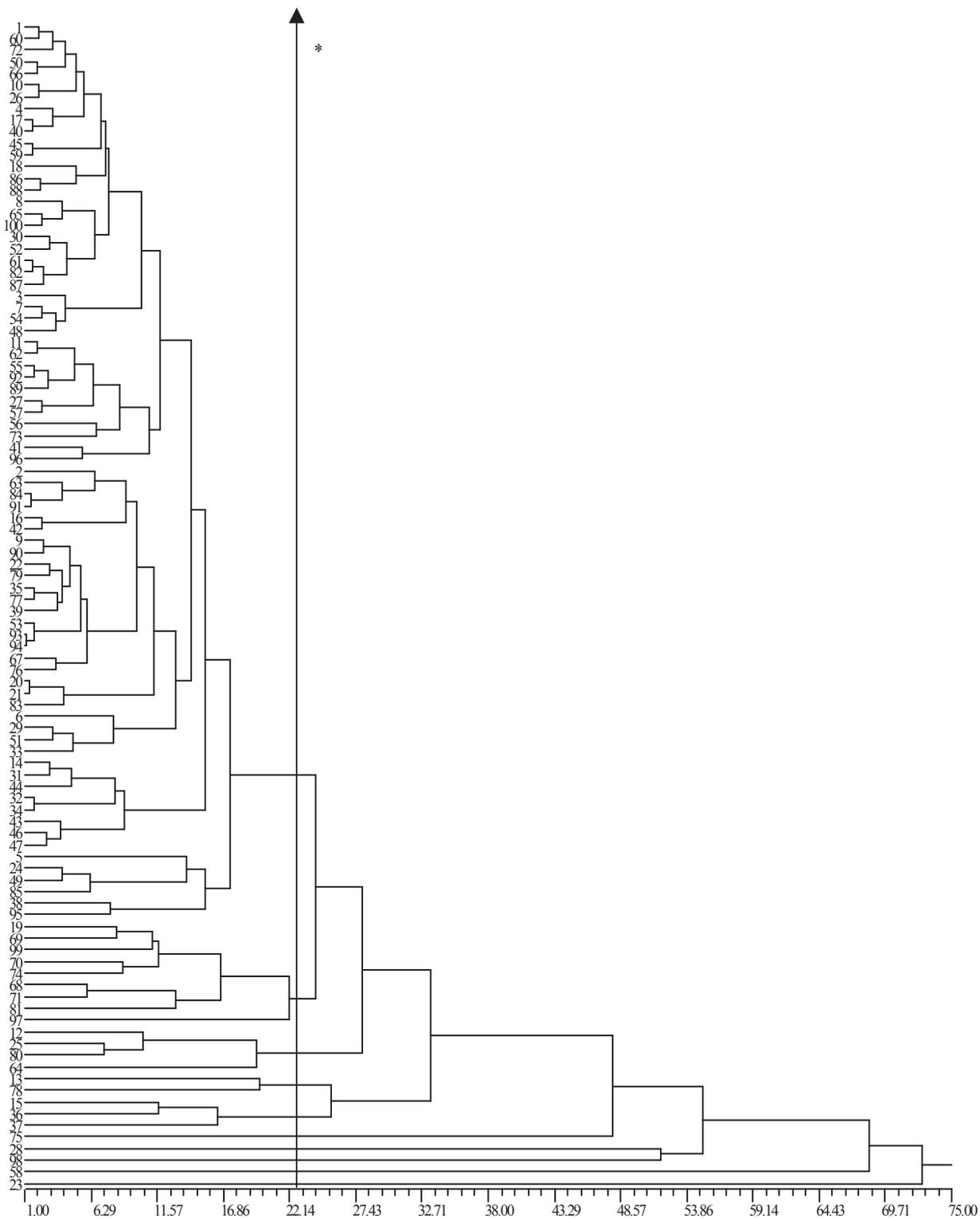
Os dendrogramas que expressam a distância entre as famílias estão apresentados nas Figuras 1 e 2, para os sistemas AN e AO, respectivamente. Os coeficientes de correlação cofenéticos foram de 0,82, para os dois sistemas, indicando que os dados das matrizes estão bem representados nos dendrogramas (MANTEL, 1967). Verificou-se que as famílias não agruparam-se da mesma forma nos dois sistemas. Uma maneira de tornar a comparação entre as matrizes menos subjetiva é a utilização do cálculo da correlação entre matrizes (MANTEL, 1967). Este teste foi realizado e o valor de correlação foi nulo, confirmando a diferença nos agrupamentos e indicando que a escolha das famílias mais dissimilares, que proporcionariam maior efeito heterótico no próximo ciclo de seleção recorrente, deve ser realizada em cada sistema de produção.

Figura 1. Dendrograma de distância fenotípica pelo método de agrupamento UPGMA decorrentes da avaliação de uma população com 100 famílias de cenoura cultivadas no sistema de produção agroecológico Agricultura Natural (AN); *Distância média entre as famílias (18,03). Brasília, 2008.



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 2. Dendrograma de distância fenotípica pelo método de agrupamento UPGMA decorrentes da avaliação de uma população com 100 famílias de cenoura cultivadas no sistema de produção agroecológico Agricultura Orgânica (AO). *Distância média entre as famílias (22,25), Brasília, 2008.



Fonte: Elaboração dos autores.

Para o sistema AN (Figura 1), de acordo com distância média entre as famílias (18,03), verificou-se a formação de um agrupamento maior, formado pela maioria das famílias, no entanto, foi possível identificar outros três agrupamentos menores, além de cinco famílias que não agruparam com nenhuma outra. O mesmo ocorreu com o sistema AO, com distância média de (22,25), onde foi possível identificar um agrupamento maior e ainda quatro agrupamentos menores, além de cinco famílias que não agruparam com nenhuma outra. Isso indica que dentro da população, em ambos os sistemas de produção agroecológicos, é possível selecionar famílias mais dissimilares para serem utilizadas num próximo ciclo de seleção recorrente, proporcionando ganhos com heterose. Sendo que para isso os cruzamentos devem ser realizados entre famílias dos diferentes agrupamentos formados.

O coeficiente de correlação indica que o ganho com a seleção para determinado caráter pode ocasionar mudanças 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 é maior que o ganho dentro de famílias, o que pode ser devido à maior pressão de seleção (20%) entre famílias em comparação a 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 (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 (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 (8,08% 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).

Tabela 1. Ganhos esperados com a seleção direta (diagonal central)¹ e, pela seleção dos caracteres da linha², são descritos os ganhos correlacionados nos caracteres da coluna³, decorrentes da avaliação de uma população com 100 famílias de cenoura cultivadas no sistema de produção agroecológico Agricultura Natural, no Distrito Federal. Brasília, 2008.

	Com ³	Diam	Massa	Dxil	Dx/Dr	Xile-a	Tipp	Tipoo
Entre famílias								
Com ²	8,98¹	-0,23	4,98	-0,07	0,67	-0,49	-2,32	-2,28
Diam	-0,20	3,34	2,67	4,41	1,87	-0,98	-0,80	-0,98
Massa	8,57	5,29	15,09	7,33	3,76	-3,44	-2,47	-3,36
Dxil	-0,11	8,08	6,78	21,91	4,08	-3,71	0,79	-0,54
Dx/Dr	1,40	4,50	4,57	5,36	7,92	-1,52	0,36	-0,31
Xile-a	-0,35	-0,80	-1,41	-1,65	-0,52	2,92	1,80	-0,88
Tipp	3,05	1,21	1,89	-0,65	-0,23	-3,35	-6,61	0,52
Tipoo	2,97	1,47	2,55	0,44	0,19	1,63	0,51	-4,13
Dentro de famílias								
Com	7,59	-0,09	2,69	-0,04	0,11	-0,09	-1,25	-1,15
Diam ²	-0,12	1,92	1,44	2,50	0,31	-0,18	-0,43	-0,49
Massa	5,28	2,09	2,75	4,15	0,63	-0,63	-1,33	-1,69
Dxil	-0,07	3,20	3,67	7,84	0,68	-0,68	0,42	-0,27
Dx/Dr	0,86	1,78	2,47	3,03	0,39	-0,28	0,20	-0,16
Xile-a	-0,21	-0,32	-0,76	-0,93	-0,09	0,57	0,97	-0,44
Tipp	1,88	0,48	1,02	-0,37	-0,04	-0,61	-3,55	0,26
Tipoo	1,83	0,58	1,38	0,25	0,03	0,30	0,28	-2,08

Com: comprimento de raiz; Diam: diâmetro de raiz; Massa: massa da raiz; Dxil: diâmetro de xilema; Dx/Dr: relação entre diâmetro do xilema e da raiz; Xile-a: parâmetro a* do xilema; Tipp: tipo de ponta; Tipoo: tipo de ombro.

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 2. Ganhos esperados com a seleção direta (diagonal central)¹, e, pela seleção dos caracteres da linha², são descritos os ganhos correlacionados nos caracteres da coluna³, decorrentes da avaliação de uma população com 100 famílias de cenoura cultivadas no sistema de produção agroecológico Agricultura Orgânica, no Distrito Federal. Brasília, 2008.

	Com ³	Massa	Dxil	Dx/Dr	Xile-a	Floe-a	Tipp	Tipoo
Entre famílias								
Com ²	6,79¹	2,88	1,79	-0,32	-1,01	0,92	-1,57	-0,68
Massa	4,98	6,21	4,52	1,25	-3,99	1,75	-2,02	-1,72
Dxil	3,17	4,64	11,41	8,67	-7,46	-7,03	1,50	3,58
Dx/Dr	-0,42	0,95	6,46	7,19	8,67	-6,16	1,00	2,40
Xile-a	-0,61	-1,40	-3,74	-3,42	8,69	5,01	0,97	-0,34
Floe-a	0,41	0,45	-1,76	-2,07	-0,61	3,28	0,09	-0,88
Tipp	0,60	0,45	-0,32	-0,29	0,31	-0,08	-3,05	-0,16
Tipoo	0,38	0,55	-1,12	-1,01	-1,01	1,10	-0,23	-4,29
Dentro de famílias								
Com	6,19	2,32	1,27	-0,20	-0,82	0,28	-0,81	-0,45
Massa ²	4,29	6,15	3,22	0,78	-3,27	0,53	-1,04	-1,15
Dxil	2,74	3,73	11,41	5,40	-8,95	-2,13	0,77	2,38
Dx/Dr	-0,36	0,77	4,61	5,18	-6,11	-1,87	0,51	1,60
Xile-a	-0,53	-1,13	-2,67	-2,13	8,65	1,52	0,50	-0,23
Floe-a	0,35	0,36	-1,25	-1,29	3,00	1,64	0,05	-0,59
Tipp	0,52	0,36	-0,23	-0,18	-0,50	-0,02	-1,57	-0,10
Tipoo	0,32	0,45	-0,80	-0,63	0,26	0,33	-0,12	-2,86

Com: comprimento de raiz; Massa: massa da raiz; Dxil: diâmetro de xilema; Dx/Dr: relação entre diâmetro do xilema e da raiz; Xile-a: parâmetro a* do xilema; Floe-a: parâmetro a* do floema; Tipp: tipo de ponta; Tipoo: tipo de ombro.

Fonte: Elaboração dos autores.

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 superiores a 5% por ciclo de seleção, para raízes mais compridas e com maior diâmetro de raiz e de xilema, poderiam ser esperados. Porém perdas superiores a 3% na coloração do xilema com seleção entre famílias seria a consequência. Situação semelhante é verificada para o sistema AN (Tabela 1). 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). A seleção para maior teor de carotenóides, principalmente no xilema, não pode ser efetuada em separado dos caracteres componentes do rendimento, comprimento, mediadas de diâmetro e massa média de raiz.

A indicação de que maior diâmetro de raiz determina maior massa, concorda com Natarajam e Arumagan (1980) e com Mccollum (1971), que encontrou coeficiente de correlação no valor de 0,87, e ainda com Alves et al. (2006), que verificaram valor de 0,54. Da mesma forma, correlação entre massa com 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).

Apesar de serem de magnitude reduzidas, no sistema de produção AN puderam ser 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

Visando maiores ganhos em heterose devem ser realizados cruzamentos entre as famílias dos diferentes agrupamentos formados. Para a Agricultura Natural houve a formação de um agrupamento maior, três agrupamentos menores, além de cinco famílias que não agruparam com nenhuma outra. Para a Agricultura Orgânica foi formado um agrupamento maior, quatro agrupamentos menores, além de cinco famílias que não agruparam com nenhuma outra.

Em relação às respostas correlacionadas, 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 carotenóides, principalmente no xilema, não pode ser efetuada em separado dos caracteres componentes do rendimento, comprimento, mediadas 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 genóticas 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.
- FALCONER, D. S. *Introdução à genética quantitativa*. Tradução SILVA, M. A.; SILVA, J. C. Viçosa: UFV, 1981. 279 p.

- GOLDENBERG, J. B. El empleo de la correlación en el mejoramiento genético de las plantas. *Fitotecnia Latinoamericana*, Lima, v. 5, p. 1-8, 1968.
- MANTEL, N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research*, Chestnut, v. 27, n. 2, p. 209-220, 1967.
- 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.
- MOURA, W. M.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação a eficiência nutricional de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 2, p. 217-224, 1999.
- 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. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ROHLF, F. J. *NTSYSpc numerical taxonomy and multivariate analysis system version 2.1*. NY: Setauket, Exeter Software, 2000.
- ROHLF, F. J.; SOKAL, R. R. N. Comparing numerical taxonomic studies. *Systematic Zoology*, Idaho, v. 30, n. 4, p. 459-499, 1981.
- 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.
- 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.