

Seleção de progênies de meio-irmãos de cenoura baseada em características de sementes

Jairo V. Vieira¹; Cosme Damião Cruz²; Warley Marcos Nascimento¹; João Eustáquio C. de Miranda³

¹Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70359-970 Brasília-DF; ²Universidade Federal de Viçosa, Depto. Biologia, 36570-000 Viçosa-g;

³Embrapa Gado de Leite, R. Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, 36038-330 Juiz de Fora-MG; E-mail: jairo@cnph.embrapa.br

RESUMO

A menor germinação e emergência de plântulas em campo de cenoura obtida nas sementes de cultivares nacionais em relação às importadas, aumenta o custo de produção além de impossibilitar a otimização do estande final através do emprego de semeadeiras de precisão. Setenta e quatro progênies de meio-irmãos oriundas de uma população de cenoura tipo Brasília foram avaliadas quanto a germinação, vigor e peso de sementes com o objetivo de verificar a variabilidade e as relações genéticas entre os referidos caracteres. Evidenciou-se a existência de diferenças significativas entre as progênies de meio-irmãos em relação a todos os caracteres avaliados. Os altos valores de herdabilidade e variabilidade genética entre progênies para os caracteres avaliados sugerem que métodos de melhoramento simples combinados com métodos de seleção tendo por base a teoria de índice podem ser aplicados visando a melhoria da qualidade fisiológica das sementes de cenoura.

Palavras-chave: *Daucus carota*, melhoramento, qualidade fisiológica, germinação.

ABSTRACT

Selection of carrot progenies based on seed characteristics

Low seed germination and stand establishment of carrot seeds from Brazilian cultivars generally increase the production cost and impairs the use of precision seeders. Germination, vigor and seed weight of 74 progenies from a population of carrot cv. Brasília were evaluated to verify the variability and the genetic relations among these three characteristics. Significant differences were observed among the progenies in relation to all characteristics. High values of heritability and genetic variability among progenies suggests that simple breeding methods combined with index selection methods may be applied during breeding programs in order to increase the physiological seed quality of carrot.

Keywords: *Daucus carota*, breeding, physiological quality, germination.

(Recebido para publicação em 31 de outubro de 2003 e aceito em 11 de janeiro de 2005)

Em 2001, o valor total da produção de cenoura no Brasil foi de 143 milhões de dólares, equivalente a 5% do valor total da produção de hortaliças. O cultivo desta olerícola abrange cerca de 28 mil hectares/ano, perfazendo um volume de produção anual de 800 mil toneladas de raízes. No período de 1980/1990 as taxas de crescimento anual da cultura no Brasil, em termos de produção, área plantada e produtividade foram de 7,8%, 2,36% e 5,31%, respectivamente. Para o período de 1990/2000 a taxa de crescimento anual da produção da cultura foi de 8,12%, atribuída basicamente à taxa de expansão anual da área plantada (7,95%), (Fontes e Vilela, 2003).

Nos últimos anos, produtores de cenoura mais tecnificados vêm utilizando semeadeiras de precisão para reduzir custos de mão-de-obra, eliminar o desbaste e aumentar a produtividade pelo maior número de plantas por área e maior largura do canteiro. Entretanto, os resultados obtidos até o momento mostraram que a curto

prazo esta alternativa apresenta chances de ser viabilizada apenas durante o inverno, utilizando-se cultivares importadas com melhor qualidade fisiológica das sementes. Em geral, as cultivares nacionais apresentam menor germinação e menor emergência de plântulas em campo em decorrência da menor qualidade fisiológica das sementes em relação às importadas, o que impossibilita a otimização do estande final quando se utiliza semeadeiras de precisão. Este fato pode limitar a competitividade das cultivares nacionais em relação às importadas em termos de produtividade, principalmente em sistemas de produção mais tecnificados. Assim, a seleção de cultivares de cenoura adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras com melhor qualidade fisiológica de sementes, é imprescindível para garantir a competitividade das cultivares nacionais.

Estudando a qualidade de sementes de cenoura de diferentes ordens de umbelas, Krarup e Villanueva (1977) observaram uma correlação entre o ta-

manho do embrião e a germinação. Em diferentes espécies, o tamanho da semente, geralmente é indicativo da qualidade fisiológica, sendo que, na maioria das vezes, sementes maiores e/ou com embriões mais desenvolvidos, apresentam maior germinação e vigor quando comparadas com sementes menores do mesmo lote. Em cenoura, vários autores têm relatado a superioridade das sementes de maior tamanho na qualidade fisiológica (Austin e Longden, 1967; Gray e Steckel, 1983). Entretanto, Rodo *et al.* (2001) utilizando quatro lotes de sementes de cenoura 'Brasília', não observaram diferenças significativas entre o tamanho das sementes e a qualidade fisiológica. O grau de maturação das sementes de cenoura por ocasião da colheita e a ordem das umbelas também influenciam o peso das sementes bem como sua qualidade fisiológica (Nascimento, 1991; Nascimento *et al.*, 2003).

Face à inexistência de referências bibliográficas sobre parâmetros genéti-

cos dos caracteres de germinação, vigor e peso de sementes de cenoura, neste trabalho avaliou-se a variabilidade e as relações genéticas para os caracteres em foco em uma população de cenoura tipo Brasília, objetivando dar suporte a estratégias de seleção para melhoria da qualidade fisiológica de sementes de cultivares adaptadas às condições brasileiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 74 progênes de meio-irmãos oriundas de uma população de cenoura tipo Brasília, pertencentes ao programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças, em Brasília. As sementes de cada família, foram obtidas pelo beneficiamento de umbelas primárias, secundárias e terciárias de cada planta após secagem natural. Após o beneficiamento das sementes, cada família foi constituída por uma amostra ao acaso de um grama de sementes, com aproximadamente 8% de umidade. As famílias foram avaliadas no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, em caixas gerbox, sobre duas folhas de papel germibox umedecidas com 8 ml de água destilada, incubadas a 20-30°C, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). O vigor (primeira contagem aos sete dias após a germinação) e o peso de cem sementes também foram avaliados, utilizando-se quatro repetições.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e covariância utilizando-se o aplicativo Genes-UFV (Cruz, 1997). Foram estimados os parâmetros:

Variância fenotípica entre médias de progênes $\rightarrow \hat{\sigma}^2_f = (QMP / r)$

Variância genotípica entre médias de progênes $\rightarrow \hat{\sigma}^2_g = (QMP / QMR) / r;$

Variância ambiental média $\rightarrow \hat{\sigma}^2 = (QMR / r);$

Herdabilidade no sentido amplo baseada na média das parcelas $\rightarrow h^2 = \hat{\sigma}^2_g / \hat{\sigma}^2_f;$

Coefficiente de variação genética $\rightarrow CV_g = (100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}^2_g}) / \hat{m},$ onde \hat{m} corresponde à média geral do caráter.

Tabela 1. Análises de variâncias e estimativa dos parâmetros genéticos para os caracteres peso de cem sementes em gramas (P), porcentagem de germinação (G) e vigor de sementes (V) avaliados em 72 progênes de meio-irmãos de cenoura. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2001.

FV	GL	QM		
		P (10-5)	G	V
Blocos	3	6,4	177,421	616,384
Progênes	71	174,6*	721,319*	802,153*
Resíduo	213	4,1	51,778	86,328
Média		0,099	71,340	53,854
Coef. variação (cv.)		6,395	10,086	17,252
Herdabilidade(h ²)		97,660	92,821	89,238
Coef. variação genética (CVg)		20,655	18,134	24,825
cv _g / cv _e		3,230	1,798	1,439

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Correlações fenotípicas $\rightarrow r_f = PMP_{xy} / QMR_x \cdot QMR_y;$

Correlações ambientais $\rightarrow r_a = PMR_{xy} / QMR_x \cdot QMR_y;$

Correlações genéticas $\rightarrow r_g = \sigma_{gxy} / \sqrt{\hat{\sigma}^2_{gx} \cdot \hat{\sigma}^2_{gy}}$

Ganho por seleção $\rightarrow GS = Ds \cdot h^2,$ onde $Ds = Y_s - Y_o;$ em que $Ds:$ corresponde ao diferencial de seleção entre famílias; $Y_s:$ média das famílias selecionadas e $Y_o:$ média da população base.

Na estimativa do ganho de seleção foram considerados os seguintes métodos:

Método de "tandem": foram selecionados 10% (8 progênes) das progênes superiores para cada caráter, em relação ao total de 74 progênes avaliadas.

Método dos Níveis Independentes de Eliminação: adotou-se como nível mínimo de eliminação a média populacional de cada caráter selecionando-se as progênes cujo desempenho superava, simultaneamente, os níveis pré-estabelecidos. Foram selecionadas, por este critério, oito progênes.

Método do Índice de Seleção: foram selecionadas as progênes com base no método descrito por Pesek e Baker (1969) citado por Cruz (1997), sendo que o vetor de ganhos desejados no presente trabalho, foi igual ao inverso do desvio padrão genético ($1/\sigma_g$) apresentado para cada caráter.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância e as estimativas de herdabilidade dos caracteres peso de cem sementes, por-

centagem de germinação e vigor das sementes são apresentados na tabela 1. Verificou-se que a precisão experimental, para avaliação dos caracteres analisados, foi boa, em especial para o caráter peso de cem sementes cujo coeficiente de variação foi de 6,39%. Evidenciou-se a existência de diferenças significativas entre as progênes de meio-irmãos em relação a todos os caracteres avaliados. Os altos valores dos coeficientes de variabilidade genética entre progênes para os caracteres em estudo sugerem que há possibilidade de ganhos expressivos no processo de seleção para qualidade de sementes. Também, as estimativas dos parâmetros de herdabilidade e da relação entre os coeficientes de variação genética e experimental refletem uma situação muito favorável à seleção. Coeficientes de herdabilidade acima de 89%, possibilitam prever que o acréscimo na média dos caracteres selecionados serão quase equivalentes ao diferencial de seleção imposto sobre aquele caráter.

A grande disponibilidade de variabilidade genética para os caracteres estudados é um reflexo da pequena importância que tem sido dada aos mesmos em programas de melhoramento que estão sendo conduzidos com populações do tipo Brasília nas condições brasileiras. Até o momento, esta olerícola vem sendo melhorada via seleção massal e/ou recorrente com base na performance de famílias de meios-irmãos apenas para caracteres de planta e raiz, feita antes do florescimento. Adicionalmente, evidencia a possibilidade de se obter ganhos adicionais em por-

Tabela 2. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre os caracteres peso de cem sementes em gramas (P), porcentagem de germinação (G) e vigor de sementes (V) em progênies de meio-irmãos de cenoura. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2001.

Caracteres	Correlações		
	Genotípica	Fenotípica	Ambiente
P e G	-0,1229	-0,1199	-0,0704
P e V	-0,2508	-0,2359	-0,0354
G e V	0,6528*	0,6361*	0,4778

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 3. Estimativas de ganhos genéticos obtidas pelos métodos de seleção de “tandem”, níveis independentes de eliminação e índice de seleção em progênies de meio irmãos de cenoura. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2001.

Método	% individ. selec. em relação total	% Ganho por Método Seleção	Ganho*		
			P	G	V
Tandem (V)	10	54,94	0,00086 (0,86)	12,6211 (17,69)	19,59517 (36,39)
Tandem (G)	10	43,18	0,00028 (0,28)	16,3920 (22,98)	10,72715 (19,92)
Tandem (P)	10	38,70	0,03953 (39,56)	2,4688 (3,46)	-2,32391 (-4,32)
Níveis Independentes de Eliminação (Ki ≥ média)	10	53,59	0,02085 (20,87)	9,7205 (13,63)	10,28096 (19,09)
Índice Pesek & Baker	10	60,01	0,02924 (29,26)	9,7205 (13,63)	9,22126 (17,12)

*Os valores entre parênteses referem-se ao ganho percentual, em relação à média original do caráter.

atividade quando a seleção é também praticada nos caracteres que não são mensurados diretamente sobre o produto comercial.

O alto grau de complexidade da maioria dos caracteres quantitativos, em termos de quantidade de genes e ação gênica, fazem com que os mesmos possam estar de certa maneira relacionados. Estudos dessas associações, que podem ser geradas pela pleiotropia, ligação gênica e pelo ambiente, são fundamentais para avaliar a magnitude e sentido da alteração num caráter quando o outro correlacionado está sob seleção.

Correlações genotípicas positivas de alta magnitude foram encontradas entre os caracteres porcentagem de germinação e vigor das sementes, indicando que ao se selecionar um caráter haverá ganhos simultâneos no outro devido à resposta correlacionada (Tabela 2). Entretanto, as correlações genotípicas negativas entre peso de cem sementes (P) e porcentagem de germinação (G), ou vigor das sementes (V), indicam que a

seleção truncada em G ou V, provocará uma redução indesejável em P. Correlações negativas entre o peso de sementes e germinação, bem como entre o peso de sementes e o vigor também tem sido observadas em estudos utilizando diferentes progênies de meio-irmãos de populações de cenoura ‘Brasília’ (Vieira *et al.*, 1991).

Bittencourt (1991), observou que progênies de cenoura com maior germinação e vigor de sementes não apresentavam maior peso de cem sementes, sugerindo como critérios de seleção para melhoria da qualidade das sementes, progênies com maior germinação e vigor e menor peso de cem sementes. Entretanto, se por um lado a diminuição do tamanho das sementes poderá implicar em maior número de sementes por unidade de peso ao final de um processo de seleção o que beneficiaria o produtor, poderá também causar dificuldades no processo de semeadura com conseqüente incremento da mão de obra para desbaste. A inconveniência de tal circunstância pode ser contornada com

o emprego de métodos de melhoramento baseados na performance de famílias e com o uso de métodos de seleção baseados em níveis independentes de eliminação ou de métodos baseados na teoria de índice de seleção.

Na tabela 3 são apresentados os resultados comparativos de ganho de seleção obtidos utilizando-se os métodos de “tandem” com relações técnicas nos caracteres vigor, porcentagem de germinação e peso de cem sementes; o método baseado em níveis independentes de eliminação, e no baseado na teoria do índice de seleção.

A utilização do método de “tandem” é praticamente inviável para os caracteres em estudo: ao se praticar a seleção, adotando-se como critério a superioridade das progênies em relação ao vigor das sementes ou em relação a porcentagem de germinação, a média da população selecionada para o caráter peso de cem sementes dificilmente será alterada pois os ganhos são próximos de zero. Considerando-se o critério de superioridade das progênies em relação ao peso de cem sementes, o emprego do método de “tandem” é inviável pois a média do caráter vigor das sementes será reduzida.

No método de níveis independentes de eliminação (tabela 3), são estabelecidos níveis arbitrários para cada caráter e a progênie é selecionada quando apresenta desempenho superior aos limites mínimos estabelecidos para cada um desses. Neste estudo foi avaliado o ganho ao selecionar as progênies que apresentavam simultaneamente médias dos caracteres peso de cem sementes, porcentagem de germinação e vigor das sementes acima das médias populacionais estimadas em 0,0999 gramas, 71,34 e 53,85%, respectivamente.

Adotando-se o método baseado no índice, como critério de seleção, os ganhos previstos para os três caracteres serão todos positivos, sendo portanto vantajoso o seu uso. Adicionalmente, pelos resultados obtidos conclui-se que a utilização do índice, apesar de proporcionar ganhos no caráter vigor de sementes ligeiramente inferiores aos obtidos pela seleção com base em níveis pré-estabelecidos, permite ganhos similares ou superiores nas outras características

em análise, sendo portanto vantajoso o seu emprego, pois pressupõe-se que as características tenham a mesma importância econômica.

Vale salientar que o parâmetro utilizado no presente trabalho foi o peso e não o tamanho das sementes. Dentro de um lote de sementes, as de menor densidade geralmente apresentam menor qualidade fisiológica (Popinigis, 1985), embora a relação entre o peso de sementes e a germinação e vigor não seja consistente (Dornbos, 1995). Nascimento (1994) classificou um lote de sementes de ervilhas de acordo com a densidade, e observou maior germinação e vigor nas sementes mais pesadas do que naquelas mais leves; sementes das três classes intermediárias não diferiram entre si quanto à qualidade fisiológica. Em cenoura, Nascimento e Andreoli (1990) verificaram correlação simples positiva ($r=0,54$) entre germinação e peso de sementes. Em alface, o vigor das sementes foi influenciado mais pelo peso do que pelo tamanho das sementes (Smith *et al.*, 1973).

Na figura 1 são apresentadas as progênies que seriam selecionadas pela utilização da seleção truncada em cada caráter, pelo índice ou pelo método de níveis de eliminação. Observa-se que certas progênies podem ser descartadas ou selecionadas em função do método de seleção adotado, sendo portanto indispensáveis os estudos genéticos, para que se possa maximizar a possibilidade de êxito de um programa de melhoramento.

LITERATURA CITADA

AUSTIN, R.B.; LONGDEN, P.C. Some effects of seed size and maturity on the yield of carrot crops. *Journal of Horticultural Science*, v.42, p.339-353, 1967.
 BITTENCOURT, M.L.C. *Qualidade das sementes e avaliação de progênies de meios-irmãos de cenoura (Daucus carota L.) 'Brasília'*. 1991. 77 f. (Tese mestrado) - UFV, Viçosa.
 BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA, DNDV, CLV, 1992. 365 p.

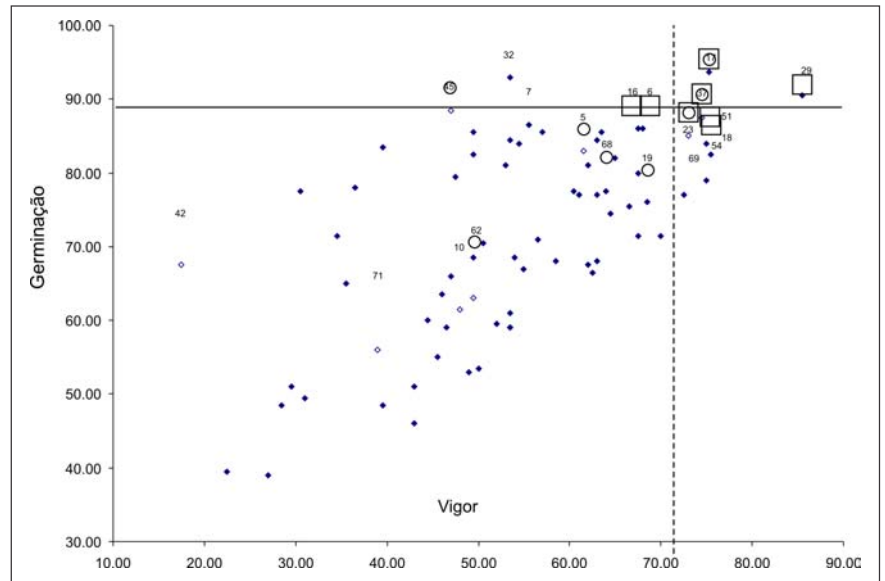


Figura 1. Dispersão das médias de 72 progênies de meio-irmãos de cenoura em relação aos caracteres porcentagem de germinação (G) e vigor de sementes (V). Brasília, Embrapa Hortaliças, 2001.

Obs. Acima da linha contínua horizontal progênies selecionadas com base em G, e à direita da linha vertical tracejada progênies selecionadas com base em V, pelo método de "Tandem"; à - Progênies selecionadas com base em P, pelo método de "Tandem". As progênies marcadas com um círculo foram selecionadas com base no índice de Pesek e Baker (1969), citado por Cruz, (1997), e as marcadas com um quadrado foram selecionadas com base no método de níveis independentes de eliminação.

CRUZ, C.D. Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa. 1997, 442 p.

DORNBOS, JR.; Production environment and seed quality, p. 119-152. In: Basra, A.S., *Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications*, Food Products Press, New York, 1995.

FONTES, R.R; VILELA, N.J. The current status of the Brazilian Vegetable crops and future opportunities, *Acta Horticulturae*, v.607. p.2003.
 GRAY, D.; STECKEL, J.R.A. Some effects of umbel order and harvest date on carrot seed variability performance. *Journal of Horticultural Science*, v.50, p.73-82, 1983.

KRARUP, A.; VILLANUEVA, G. Produccion de semilla de zanahoria: V. Relacion entre el tamaño de embrión y el porcentaje de germinacion de semillas provenientes de distintos ordenes florales. *Agro Sur*, v.5, p.45-48, 1977.

NASCIMENTO, W.M. Efeito da ordem das umbelas na produção e qualidade de sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, v.13, n.2, p.131-133, 1991.

NASCIMENTO, W.M. Efeito do beneficiamento na qualidade de sementes de ervilha (*Pisum sativum L.*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.2, p.309-313, 1994.

NASCIMENTO, W.M.; ANDREOLI, C. Controle de qualidade no beneficiamento de sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, v.12, n.2, p.28-36, 1990.

NASCIMENTO, W.M.; VIEIRA, J.V; ALVARES, M.C. Physiological maturity of carrot seeds cv. Alvorada under tropical conditions. *Acta Horticulturae*, v.607, p.49-51, 2003.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. 2. ed. Brasília: [s.n], 1985. 289 p.

RODO, A.B.; PERLEBERG, C.S.; TORRES, S.B.; GENTIL, D.F.O.O; TESSARIOLI NETO, J. Qualidade fisiológica e tamanho de sementes de cenoura. *Scientia Agrícola*, v.58, n.1, p.201-204, 2001.

SMITH, O.E.; WELCH, N.C.; LITTLE, T.M. Studies on lettuce seed quality: I. Effect of seed size and weight on vigor. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.98, n.6, p.529-533, 1973.

VIEIRA, J.V.; CASALI, V.W.D.; MILAGRES, J.C.; CARDOSO, A.A.; REGAZZI, A.J. Heritability and genetic gain for resistance to leaf blight in carrot (*Daucus carota L.*) populations evaluated at different times after sowing. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, v.14, n.2, p.501-508, 1991.