

Estratégias de seleção para germinação de sementes de cenoura em altas temperaturas

Strategies of selection for carrot seed germination at high temperatures

Giovani Olegário da Silva^{1*}; Jairo Vidal Vieira¹; Warley Marcos Nascimento¹

Resumo

Dentre as cultivares de cenoura desenvolvidas para o cultivo durante o verão, destacam-se aquelas do grupo Brasília. Estas cultivares apresentam desempenho superior em relação às outras comercializadas no país quanto a produtividade, resistência à queima-das-folhas e adaptação às nossas condições de cultivo durante o verão. Entretanto, há necessidade de se fazer seleção para aumentar o potencial de germinação da cenoura sob temperaturas elevadas (acima de 35°C), propiciando assim uma economia de sementes e estandes mais uniformes, principalmente em regiões quentes. Desta forma, o objetivo do trabalho foi verificar a possibilidade de seleção de populações de cenoura com sementes capazes de germinar sob condições de temperaturas elevadas. O experimento foi realizado em Brasília, DF, no ano de 2007. Foram avaliados germinação e vigor a 20°C e 37°C de sementes provenientes de 47 famílias de meio-irmãos, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições de 50 sementes para cada família. Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicação de índices de seleção e estimativas de ganhos com a seleção. A seleção para germinação de sementes de cenoura em altas temperaturas (37°C) não foi eficiente. Os valores de vigor e germinação das sementes a 37°C foram baixos, o que sugere que esta temperatura aproxima-se do limite biológico das populações de cenoura do grupo Brasília. A 20°C é possível diferenciar os genótipos estudados quanto à qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: *Daucus carota* L., termo-inibição, estabelecimento de plântulas

Abstract

Among the carrot cultivars developed for summer cultivation, stand out those from the “Brasilia” group. These cultivars present higher performance in relation to the others commercialized in the country due to their productivity, resistance to leaf-blight diseases and higher adaptation to the Brazilian summer conditions. However, it is necessary to increase, by selection, the potential for carrot seed germination at high temperatures (above 35°C), resulting in seed economy and more uniform plant establishment, especially during warm weather conditions. Thus, the objective of this study was to select carrot populations with seeds able to germinate under conditions of high temperature. The experiment was carried out in Brasília, DF, in the year of 2007. Four replications of fifth seeds from forty-seven carrot half-sib families were incubated at 20°C and 37°C in a randomized block design. The data were submitted to the analysis of variance, application of selection indexes and estimation of gains with the selection. The selection for germination of carrot seeds at high temperatures (37°C) were not effective. The values of vigor and germination at 37°C were low, suggesting that this temperature is approaching the biological limit of the populations of the carrot group Brasília. At 20°C it is possible to differentiate the genotypes regarding to physiological quality of seeds.

Key words: *Daucus carota* L., thermo-inhibition, stand establishment

¹ Engº Agrº, Dr. em Agronomia, Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70359-970, Brasília, DF. E-mail: olegario@cnph.embrapa.br; jairo@cnph.embrapa.br; wmn@cnph.embrapa.br

* Autor para correspondência

Introdução

O desenvolvimento de cultivares de cenoura com tolerância ao calor e resistência às principais doenças da cultura tem propiciado o aumento da área de cultivo em regiões de clima quente, principalmente no Nordeste e Centro Oeste do Brasil.

Dentre as cultivares de cenoura para o cultivo durante o verão, destacam-se aquelas do grupo Brasília, incluindo Alvorada, Brasília e Esplanada. Estas cultivares apresentam desempenho superior em relação às outras comercializadas no país quanto à produtividade, resistência à queimadas-folhas e adaptação às nossas condições de cultivo durante o verão. Entretanto, quanto à capacidade de germinação em temperaturas elevadas (acima de 35 °C) o desempenho dessas cultivares, similarmente às demais plantadas no Brasil, não se mostrou satisfatória (PEREIRA; NASCIMENTO, 2002; PEREIRA, 2005). Por exemplo, em regiões como a microregião de Irecê/BA, nos meses mais quentes do ano, quando são observadas altas temperaturas, há redução de estande e produtividade nos sistemas de produção em uso na região, ressaltando a necessidade de desenvolvimento de cultivares com maior capacidade de germinação e produção em condições de temperaturas elevadas, como alternativa para garantir a competitividade da produção de cenoura das regiões Nordeste e Centro Oeste.

Para o desenvolvimento de novas cultivares, o conhecimento a respeito da magnitude dos valores de herdabilidade para qualquer característica sob seleção é essencial, permitindo o estabelecimento de um conjunto de estratégias de seleção e métodos de melhoramento genético mais efetivos na obtenção de progresso genético (ALVES et al., 2004). A herdabilidade é uma medida do grau em que o fenótipo é influenciado geneticamente e, portanto, o grau em que ele pode ser modificado por seleção fenotípica (CARVALHO et al.,

2001). Maiores coeficientes de herdabilidade proporcionam maiores progressos genéticos com a seleção (EBERHART, 1970).

O melhoramento pode ser ainda mais efetivo com a utilização de índices de seleção, que permitem combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, de modo que seja possível a seleção com base em um complexo de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico (CRUZ; REGAZZI, 2001).

O objetivo do trabalho foi verificar a possibilidade de seleção de populações de cenoura com sementes capazes de germinar sob condições de temperaturas elevadas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Embrapa Hortaliças, Distrito Federal, no ano de 2007. Foram avaliadas 47 famílias de meio-irmãos de uma população de cenoura originada de sucessivas gerações de seleção recorrente a partir da cultivar Brasília, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições de 50 sementes de cada família. As sementes foram geradas a partir de cruzamentos de 47 plantas com polinização aberta com utilização de moscas domésticas, em telado, com espaçamento de 20 cm entre linhas e 5 cm entre plantas. A colheita das sementes foi realizada manualmente em separado para cada planta (família).

No período pós-colheita (1 mês) e durante a condução dos testes de laboratório as sementes colhidas foram mantidas em câmara fria a 4°C em embalagens de alumínio. O teste de germinação foi instalado sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com 15mL de solução fungicida (Iprodione + Tiram 3:1 – 4g/1000mL de água destilada) dentro de caixas plásticas transparentes (11x11x3,5cm) sob regime de 8

horas de luz, avaliando se duas condições de temperatura: 20°C (ótima) e 37°C (adversa).

As sementes das famílias foram avaliadas aos sete dias após a semeadura, o que corresponde à avaliação do vigor das sementes pelo teste da primeira contagem (BITTENCOURT, 1991), e aos 14 dias (contagem final da germinação). Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem média de sementes germinadas (protusão da raiz primária).

Os dados foram submetidos à análise de homogeneidade de variância (teste de Bartlett), e de normalidade (Lilliefors).

Para a temperatura de 20°C, realizou-se análise de variância e foram estimadas ainda a herdabilidade pelo quadrado médio (CRUZ; REGAZZI, 2001); a correlação genotípica entre os caracteres; os ganhos com a seleção, onde foram selecionadas as melhores famílias, com pressão de seleção de 31,91%, selecionando-se 15 famílias, e estimados os ganhos diretos por seleção, onde $GS = Ds \cdot h^2$, em que Ds : corresponde ao diferencial de seleção, ou diferença entre a média dos selecionados subtraída da média da população base; h^2 : herdabilidade no sentido amplo. Estes ganhos diretos em cada caractere serviram como referencial para a avaliação do desempenho de índices de seleção aplicados (SANTOS; ARAÚJO, 2001).

Os índices de seleção utilizados foram: clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943); com base nos ganhos desejados de Pesek e Baker (1969) e livre de pesos e de parâmetros de Elston (1963). O peso dos caracteres foi igual ao desvio padrão genético para todos os índices, exceto para o livre de peso e parâmetros de Elston (1963) onde os valores mínimos foram iguais à média para cada caractere. As análises foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 1997).

Para a temperatura de 37°C, os dados não seguiram uma distribuição normal, e foram

analisados pelo teste não paramétrico PROC NPAR1WAY opção KRUSKAL-WALLIS do pacote estatístico Sas Learning Edition (2002).

Resultados e Discussão

Para ambos os caracteres, nas duas temperaturas, houve homogeneidade das variâncias. Entretanto, os dados de vigor e germinação a 37°C não atenderam à pressuposição de normalidade de distribuição, apesar da aproximação verificada após a transformação utilizando-se arcoseno da raiz quadrada da proporção.

Verificou-se pela análise de variância conjunta dos dados que para ambos os caracteres, a interação de famílias e temperatura foi significativa, indicando que as temperaturas utilizadas não influenciaram da mesma forma a expressão dos caracteres. Em face disso, as inferências sobre os diferentes parâmetros foram efetuadas para cada temperatura.

De acordo com a análise de variância para 20°C (Tabela 1), para ambos os caracteres houve diferenças significativas entre as famílias avaliadas. Os coeficientes de variação foram baixos indicando boa precisão experimental, e os valores de herdabilidade foram medianos e pouco superiores para a germinação de sementes. Da mesma forma, as estimativas da relação entre os coeficientes de variação genético e ambiental, onde estimativas acima de 1 determinam elevado ganho genético, foram de 0,55 e 0,63, indicando que existe a possibilidade de obter ganhos, porém não muito expressivos, para vigor e germinação de sementes a 20°C; no entanto, essa temperatura é inferior às temperaturas do solo comumente observadas no plantio de verão nas condições de clima da maioria das regiões brasileiras.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e estimativa dos valores de herdabilidade (h^2) e da relação coeficiente de variação genético sobre coeficiente de variação ambiental (CVg/Cve) para os caracteres vigor e germinação de sementes de cenoura utilizando-se 47 famílias de meio-irmãos de uma população derivada da cultivar Brasília avaliadas em condições de laboratório sob temperatura de 20°C. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2007.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio	
		Vigor	Germinação
Famílias	46	193,68*	231,29*
Resíduo	141	88,13	56,45
CVe %	-	12,42	14,79
h^2	-	54,49	61,48
CVg/CVe	-	0,55	0,63
Média %	-	63,83	75,61

*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Os dados de vigor das sementes avaliados pelo teste de primeira contagem e germinação a 37°C estão apresentados na (Tabela 2). Os coeficientes de variação foram elevados para ambos os caracteres indicando reduzida precisão experimental e

confiabilidade dos resultados. Além disso, não se verificou diferença significativa entre famílias para os caracteres avaliados, segundo teste de Qui – quadrado com 46 graus de liberdade.

Tabela 2. Análise não paramétrica de Kruskal-Wallis para os caracteres vigor e germinação de sementes de cenoura avaliados em condições de laboratório sob temperatura de 37°C utilizando-se 47 famílias de meio-irmãos de uma população de cenoura derivada da cultivar Brasília. Brasília, 2007.

	Vigor	Germinação
CV %	83,69	61,42
Simetria	3,48	3,23
Curtose	11,56	10,23
Pr > Q quadrado	0,18 ^{ns}	0,41 ^{ns}

^{ns} Não significativo pelo teste Qui-quadrado com 46 graus de liberdade.

Em relação à análise de simetria, verificou-se que para ambos os caracteres, valor pouco superior a 3, ou seja, a maior proporção das famílias apresentaram valores inferiores a média populacional, pois na avaliação da simetria valores iguais a zero determinam a distribuição normal dos dados. De fato, muitas famílias não apresentaram nenhuma semente germinada nesta temperatura. Em relação à curtose, para ambos os caracteres verificaram-se valores positivos, indicando que as famílias distribuíram-se distantes da média, o que ajuda explicar a falta de normalidade dos dados.

Os valores médios de vigor e germinação de sementes das famílias avaliadas a 37°C foram muito baixos (0,25 e 0,30%, respectivamente), o que sugere que a temperatura empregada aproximou-se do limite biológico da população e/ou espécie. Assim, não foi possível verificar diferenciação entre os genótipos avaliados quanto à capacidade de germinação à 37°C. Acredita-se que para a obtenção de resultados mais eficientes para o processo de melhoramento em foco, os ensaios de germinação deveriam ter sido conduzidos em temperaturas entre 35°C e 20 °C, pois Carneiro e Guedes (1992) observaram que a 35°C as

cultivares Nantes, Brasília e Kuronan germinaram somente 46%, 27% e 35%, respectivamente. Estes resultados indicam que há variabilidade entre os genótipos e, portanto, possibilidade de seleção de progênies adaptadas para germinar em temperaturas mais elevadas. Pereira (2005) verificou que a 35°C poucas progênies de meio-irmãos derivadas de 'Brasília' apresentaram germinação superior a 60% e que aproximadamente 27% das famílias avaliadas não tiveram nenhuma semente germinada. Resultado semelhante foi obtido por Carneiro e Guedes (1992) para sementes da cultivar Brasília que germinaram 91% e 27% à 25°C e 35 °C, respectivamente. Na avaliação de sementes de *Adenanthera pavonina* L., Silva et al. (2009) verificaram maiores valores de

germinação nas temperaturas de 20 e 25°C, sendo que a 30°C a porcentagem de germinação foi reduzida.

Os ganhos com a seleção direta para a temperatura de 20°C foram de 5,62 e 8,21%, respectivamente, para vigor e germinação de sementes (Tabela 3). O maior valor observado para ganho no caractere germinação de sementes a 20°C e o alto valor de correlação genotípica (0,93) entre os caracteres avaliados, sugerem que a seleção pode ser feita diretamente sobre o caractere germinação.

Verificou-se que a 20°C, as melhores famílias para vigor e germinação foram em ordem decrescente as de número 33, 35, 11, 36, 25, 9, 17, 16, 10, 34, 14, 1, 40, 12, 41, 8, 44, 15 (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas de ganho genético, correlação genética, identificação das famílias selecionadas por método de seleção empregado (melhores famílias em ordem decrescente), de acordo com seleção direta e baseado em índices de seleção, e percentual de coincidência de famílias selecionadas pelos diferentes índices, para caracteres vigor e germinação de sementes avaliados em condições de laboratório a 20°C. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2007.

Métodos de Seleção		Vigor	Germinação
Seleção direta	Famílias selecionadas	33, 35, 11, 36, 25, 9, 17, 16, 10, 40, 12, 34, 41, 14, 1	1, 33, 36, 35, 34, 11, 8, 25, 9, 16 10, 41, 44, 17, 15
	Ganho de seleção	5,62	8,21
Índice Clássico	Famílias selecionadas	33, 1, 35, 36, 11, 25, 34, 9, 16, 10, 8, 41, 17, 12, 44	
	Ganho de seleção	4,63	7,77
Ganho desejado	Famílias selecionadas	33, 35, 36, 1, 11, 25, 9, 34, 16, 10, 17, 41, 12, 8, 40	
	Ganho de seleção	4,72	7,68
Livre de pesos	Famílias selecionadas	33, 35, 36, 11, 1, 25, 9, 34, 16, 10, 17, 41, 12, 40, 44	
	Ganho de seleção	4,78	7,52
Correlação genotípica entre os dois caracteres		0,93	
Porcentagem de coincidência			
Direta: vigor x germinação		80,00%	
Direta x clássico		86,66%	
Direta x ganho desejado		93,33%	
Direta x livre de pesos		93,33%	

Direta: onde $GS = Ds \cdot h^2$, em que Ds: corresponde ao diferencial de seleção, ou diferença entre a média dos selecionados subtraída da média da população base; h^2 : herdabilidade no sentido amplo. Clássico: índice de seleção clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943). Ganho desejado: índice de seleção com base nos ganhos desejados de Pesek e Baker (1969). Livre de pesos: índice de seleção livre de pesos e de parâmetros de Elston (1963).

Quanto às estimativas de ganhos utilizando-se os índices de seleção Smith (1936) e Hazel (1943), Pesek e Baker (1969), livre de pesos e de parâmetros de Elston (1963); os valores foram similares, independente do método de estimação. Isto sugere a possibilidade de uso de qualquer um destes para seleção conjunta dos caracteres.

Conclusões

A seleção para germinação de sementes de cenoura em altas temperaturas (37°C) não foi eficiente.

Os valores de vigor e germinação das sementes a 37°C foram baixos, o que sugere que esta temperatura aproxima-se do limite biológico das populações da cenoura cultivar Brasília.

A 20°C é possível diferenciar os genótipos estudados quanto à qualidade fisiológica das sementes.

Referências

ALVES, J. C. da S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V.; BOITEUX, L. S. 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, 22., 2004, Brasília. *Resumos...* Brasília: SOB, 2004, 122 p.

BITTENCOURT, M. L. C. *Qualidade de sementes e avaliação das progênies de meio-irmãos de cenoura (Daucus carota L.) "Brasília"*. 1991. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARNEIRO, J. V. P.; GUEDES, T. A. Influência da temperatura no desempenho germinativo de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.), avaliada pela função de distribuição de Weibull. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 14, n. 2, p. 207-213, 1992.

CARVALHO, F. I. F. de; SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; MARCHIORO, V. S. *Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção*. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2001. 99 p.

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

p.

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

EBERHART, S. A. Factors affecting efficiencies of breeding methods. *African Soils*, Paris, v. 15, n. 1/3, p. 669-680, 1970.

ELSTON, R. C. A. Weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. *Biometrics*, Washington, v. 19, n. 1, p. 85-97, 1963.

HAZEL, L. N. The genetic basics for constructing selections indexes. *Genetics*, Rockville, v. 28, n. 6, p. 476-490, 1943.

PEREIRA, R. S. *Germinação de sementes de cenoura (Daucus carota L.) sob condições de altas temperaturas*. 2005. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de Brasília, Brasília.

PEREIRA, R. S.; NASCIMENTO, W. M. Utilização do condicionamento osmótico de sementes de cenoura visando à germinação em condições de temperaturas altas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 20., 2002. Brasília. *Resumos...* Brasília: SOB, 2002. CD-ROM.

PESEK, J.; BAKER, R. J. Desired improvement in relation to selected indices. *Canadian Journal Plant Science*, Ottawa, v. 49, n. 1, p. 803-804, 1969.

SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P. de. Aplicação de índices para seleção de caracteres agrônômicos de feijão-de-corda. *Ciência Agrônômica*, Jaboticabal, v. 32, n. 1/2, p. 13-15, 2001.

SAS LEARNING EDITION, *Getting Started with the SAS Learning Edition*. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc, 2002.

SILVA, A. I. S.; CORTE, V. B.; PEREIRA, M. D.; CUZZUOL, G. R. F.; LEITE, I. T. de A. Efeito da temperatura e de tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, n. 4, p. 815-824, 2009.

SMITH, H. F. A. Discriminant function for plant selection. *Annual Eugenics*, Londres, v. 7, n. 1, p. 240-250, 1936.