

**Valores genéticos e genotípicos
de populações de cenoura**



Foto: Giovani Olegário da Silva

ISSN 1677-2229

Março, 2017

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 144

Valores genéticos e genotípicos de populações de cenoura

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

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.

Valores genéticos e genotípicos de populações de cenoura / Giovani Olegário da Silva, Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho, Jairo Vidal. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017.

18 p. : il. color. ; 21,0 cm x 14,8 cm. (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 144).

1. *Daucus carota*. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Raiz. I. Carvalho, Agnaldo Donizete Ferreira de. II. Vieira, Jairo Vidal. III. Título. IV. Embrapa Hortaliças. V. Série.

CDD 635.13

©Embrapa, 2017

Sumário

Resumo	7
Abstract.....	9
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	12
Resultados e Discussão.....	13
Conclusões.....	15
Referências	16

Valores genéticos e genotípicos de populações de cenoura

Giovani Olegário da Silva¹

Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho²

Jairo Vidal Vieira³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi classificar e selecionar populações de cenoura frente a diferentes ambientes de cultivo com base na metodologia REML/BLUP com enfoque de modelos mistos. Os experimentos foram conduzidos nos anos de 2007 e 2008, em cinco locais. Em São Gotardo-MG e Irecê-BA foram realizados cultivos em sistema convencional; no PAD-DF (Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal) o cultivo foi em sistema orgânico e no Gama-DF as populações foram avaliadas em ambos os sistemas de cultivo. O

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

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

delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições e parcelas de 1 m². Foram avaliadas sete populações de cenoura do grupo Brasília: 0912545, 0912532, 0912520, “BRS Planalto”, “Esplanada”, “Brasília” e “Alvorada”. Aos 100 dias após a semeadura, foi determinada em cada parcela, em gramas, a massa das raízes com padrão comercial. Foram estimados os valores genéticos e genotípicos por meio da metodologia REML/BLUP. Com base nos resultados, verificou-se que a população 912520 apresentou o melhor desempenho dentre os genótipos avaliados, para a maioria dos ambientes; a cultivar Brasília foi mais adaptada a Irecê-BA; a cultivar BRS Planalto apresentou desempenho mediano em todos os locais; a população 912532 apresentou valores genéticos positivos para todos os locais, mas foi mais adaptada ao ambiente Gama-DF sob cultivo orgânico; as cultivares Alvorada e Esplanada e a população 912545 apresentaram os menores potenciais produtivos.

Termos para indexação: *Daucus carota* L., melhoramento, produção de raízes, REML/BLUP.

Genetic and genotypic values of carrot populations

Abstract

The objective of this work was to classify and select carrot populations in different growing environments based on the REML / BLUP methodology with mixed models approach. The experiments were conducted during 2007 and 2008 years, at five places. In Sao Gotardo-MG and Irece-BA the cultivations were performed in conventional system; in PAD-DF (Managed Settlement Program of the Distrito Federal) with organic system, and Gama-DF the populations were evaluated in both cultivation systems. The experiment was arranged in complete randomized block design with three replications and plots of 1 sq meter. Seven carrot populations from the Brasília group were evaluated: 0912545, 0912532, 0912520, "BRS Planalto", "Esplanada", "Brasília" and "Alvorada". One-hundred days following sowing, the root mass with commercial value was evaluated in each plot. Were estimated the genetic and genotypic values with the methodology REML/BLUP. Based on the results was verified that the population 912520 had the best performance among the genotypes for most environments; the Brasília cultivar was more adapted to Irece-BA; BRS Planalto had average performance in all locations; the population 912532 showed positive genetic values for all locations, but was more adapted to the PAD-DF under organic cultivation; the cultivars Alvorada

and Esplanada and the population 912545 had the lowest productive potential.

Index Terms: *Daucus carota* L., breeding, root production, REML/BLUP.

Introdução

As plantas têm o desenvolvimento afetado pelos efeitos de ambiente (A), genótipo (G) e pela interação entre ambos (GxA), sendo o último efeito o que promove significativas diferenças no desempenho das cultivares quando estas são cultivadas em diferentes locais (MOHAMMADI et al., 2007). Desta forma, no processo de desenvolvimento de novas cultivares de cenoura, é imprescindível o conhecimento do comportamento das populações em fase final de melhoramento frente aos possíveis ambientes para os quais elas possam vir a ser indicadas (SILVA et al., 2012).

As inferências sobre os materiais genéticos em experimentos de campo, a fim de se classificar aqueles candidatos a serem lançados como cultivares, não é tarefa fácil. Estas devem ser baseadas nos verdadeiros valores genotípicos e em médias genéticas e não fenotípicas, pois as médias genotípicas são as médias esperadas quando as cultivares forem plantadas em cultivos comerciais (BORGES et al., 2010). E para que o ambiente não venha mascarar os reais potenciais da futura cultivar.

As análises estatísticas baseadas na análise de variância, seguidas de comparações de médias para dados de fatores qualitativos não relacionados foram, por muito tempo, a base da análise estatística de experimentos. Porém, após o desenvolvimento dos métodos BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) e REML (*Restricted Maximum Likelihood*), (PATTERSON; THOMPSON, 1971; LOPES et al., 1998) estes se constituíram em modelos de maior precisão para diversos tipos de dados.

Sendo o problema central de melhoramento de plantas a predição dos valores genéticos dos materiais superiores, o uso da metodologia BLUP/REML substituiu, com vantagens significativas, os métodos tradicionais, especialmente nos casos de experimentos com alto grau de desbalanceamento (BORGES et al., 2010). Nesta análise, a consideração dos efeitos de tratamentos como aleatórios é essencial, pois só assim se pode fazer seleção genética. Caso contrário, a seleção

é fenotípica. Contudo, a aceitação de efeitos de tratamentos como aleatórios culmina na rejeição dos testes de comparações múltiplas (RESENDE, 2002; BORGES et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi classificar e selecionar populações de cenoura frente a diferentes ambientes de cultivo com base na metodologia REML/BLUP com enfoque de modelos mistos.

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido nos anos de 2007 e 2008, em cinco locais, sendo que em São Gotardo-MG e Irecê-BA foram realizados cultivos em sistema convencional; no PAD-DF (Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal) o cultivo foi em sistema orgânico e no Gama-DF as populações foram avaliadas em ambos os sistemas de cultivo. Os experimentos foram instalados nos meses de setembro e colhidos em dezembro de cada ano.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliadas sete populações de cenoura do grupo Brasília: 0912545, 0912532, 0912520, BRS Planalto, Esplanada, Brasília e Alvorada. Brasília, Alvorada, Esplanada e BRS Planalto são cultivares, enquanto que 0912545, 0912532 e 0912520 são populações em fase de melhoramento.

As parcelas constituíram-se de 1 m², com espaçamento de 20 cm entre linhas e 5 cm entre plantas. Aos 100 dias após a semeadura foi determinada em cada parcela, em gramas, a massa das raízes comerciais, de acordo com o padrão proposto pela CEAGESP (1999), sendo consideradas não comerciais as raízes com diâmetro inferior a 2 cm no terço médio superior.

Foram determinados os valores genéticos e genotípicos pela metodologia REML/BLUP, com auxílio do programa Selegen (RESENDE, 2002). Os cálculos foram realizados com a média dos dados de dois anos, devido à ausência de interação anos x populações.

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y = Xr + Z_g + W_i + e$$

Em que: y é o vetor de dados, r é o vetor dos efeitos das combinações repetição-local somados à média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos, i é o vetor dos efeitos da interação população x anos, sendo e o vetor de erros. As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Resultados e Discussão

O coeficiente de variação ambiental foi de 9,30%, indicando boa precisão aos experimentos, já que o caráter massa de raiz é altamente influenciado pelo ambiente (VIEIRA et al., 2009). A acurácia com a seleção foi de 92%, indicando que a seleção considerando estes experimentos seria eficiente. Porém, a correlação genética entre locais foi de 65%, indicando que os locais influenciam diferentemente o desempenho dos genótipos.

Os valores genotípicos foram maiores em São Gotardo-MG, onde é empregada alta tecnologia e há um ambiente muito favorável à produção de cenoura (OLIVEIRA et al. 2005) (Tabela 1). Neste local a produção média esperada seria de 11,11 kg m⁻². Os ambientes mais desfavoráveis foram PAD-DF e Gama-DF, ambos sob cultivo orgânico.

Na média dos locais, as três populações em fase de melhoramento (912545, 912532 e 912520) e a cultivar BRS Planalto apresentaram os maiores valores genéticos, com ganhos estimados variando de 219,29 g m⁻² a 554,09 g m⁻². Por outro lado, as cultivares Esplanada, Brasília e Alvorada apresentaram valores genéticos negativos, ou seja, contribuiriam para a diminuição do caráter massa de raiz na proporção dos seus valores genéticos. Porém, como a correlação genética entre os ambientes foi baixa, 0,65, a classificação dos genótipos foi realizada observando-se o comportamento em cada local (Tabela 1).

Tabela 1. Valores genéticos (g) capitalizados pela interação genótipo ambiente (g + ge) e genotípicos (média + g + ge) de populações de cenoura avaliadas para massa de raiz comercial.

População	São Gotardo-MG	PAD-DF	Gama-DF orgânico	Gama-DF	Irecê- BA	Todos os locais
Valores genéticos						
912545	14,05	404,85	301,67	384,88	-9,01	219,29
912532	400,81	419,15	582,31	346,12	135,91	376,86
912520	869,28	703,61	471,65	587,71	138,22	554,09
Planalto	471,54	454,51	171,74	489,64	437,60	405,01
Esplanada	-1321,43	-281,30	-767,14	-524,74	-565,56	-692,03
Brasília	67,92	-634,50	251,12	-337,12	515,96	-27,32
Alvorada	-502,18	-1066,33	-1011,34	-946,50	-653,13	-835,90
Valores genotípicos						
912545	11121,95	3495,57	6410,91	2893,21	6740,16	6132,36
912532	11508,71	3509,87	6691,54	2854,45	6885,08	6289,93
912520	11977,18	3794,32	6580,89	3096,05	6887,38	6467,16
Planalto	11579,44	3545,23	6280,97	2997,98	7186,77	6318,08
Esplanada	9786,47	2809,42	5342,10	1983,59	6183,61	5221,04
Brasília	11175,82	2456,22	6360,36	2171,22	7265,13	5885,75
Alvorada	10605,72	2024,38	5097,89	1561,83	6096,04	5077,17

A população 912520 se destacou, com os maiores valores genéticos para São Gotardo-MG, PAD-DF e Gama-DF, e valores positivos para todos os locais. Com base nos valores genotípicos, esta cultivar tem potencial para produzir entre 3,10 kg m⁻² a 11,98 kg m⁻² de raízes comerciais. Para São Gotardo-MG, se esta população fosse selecionada, contribuiria com um aumento de 869,28 g m⁻² de raízes comerciais.

A população 912532, muito embora também tenha apresentado valores genéticos positivos para todos os locais, foi mais adaptada ao ambiente Gama-DF sob cultivo orgânico.

A cultivar Brasília, que originou todas as demais populações deste estudo, foi mais adaptada a Irecê-BA, e apresentou valores genéticos reduzidos ou negativos para os demais ambientes. Irecê-BA é atualmente o principal local de produção desta cultivar no Brasil.

A população 912545 apresentou reduzidos valores genéticos para a maioria dos locais e, portanto, baixo potencial produtivo.

A cultivar BRS Planalto apresentou desempenho mediano em todos os locais.

As cultivares Alvorada e Esplanada tiveram os menores valores genotípicos. Alvorada é um material diferenciado, com elevada concentração de beta-caroteno e raízes curtas e; sabe-se que quanto maior a concentração de beta-caroteno menor é o tamanho da raiz e, conseqüentemente, o rendimento (SILVA; VIEIRA, 2008; SILVA et al., 2009). Esplanada também é uma cultivar com características específicas, possui raízes longas e finas, ideais para processamento em forma de cenourete.

Estudando as cultivares Brasília e Alvorada em São Paulo, Minas Gerais e Paraná, Oliveira et al. (2005) verificaram que estas responderam bem a ambientes favoráveis e se destacaram pela tolerância à queima-das-folhas.

Carvalho et al. (2014) avaliaram as cultivares Brasília, BRS Planalto, Juliana e cinco populações em fase de melhoramento, em oito ambientes orgânicos e nove convencionais, entre 2009 e 2011. Verificaram que as cultivares Brasília e BRS Planalto e mais duas populações em fase de melhoramento tiveram os melhores desempenhos no conjunto de ambientes estudados e; ressaltaram a dificuldade de recomendação de um cultivar para várias regiões produtoras.

Conclusões

A população 912520 apresentou o melhor desempenho dentre os genótipos avaliados, para a maioria dos ambientes.

A cultivar Brasília foi mais adaptada a Irecê-BA.

A cultivar BRS Planalto apresentou desempenho mediano em todos os locais.

A população 912532 apresentou valores genéticos positivos para todos os locais, mas foi mais adaptada ao ambiente Gama-DF sob cultivo orgânico.

As cultivares Alvorada e Esplanada e a população 912545 apresentaram os menores potenciais produtivos.

Referências

BORGES, V.; FERREIRA, P. V.; SOARES, L.; SANTOS, G. M.; SANTOS, A. M. M. Seleção de clones de batata-doce pelo procedimento REML/BLUP. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 643-649, 2010.

CARVALHO, A. D. F. de; SILVA, G. O. da; PEREIRA, R. B; PINHEIRO, J. B. Análise de fatores e regressão bissegmentada no estudo da adaptabilidade e estabilidade de cenoura. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 61, p. 932-940, 2014.

CEAGESP. **Classificação de cenoura**: programa de adesão voluntária. São Paulo, 1999. 8 p. (Folder).

LOPES, O. S.; MARTINS, E. M.; SILVA, M. A.; REGAZZI, A. J. **Estimação de componentes de variância**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 61 p. (Cadernos Didáticos, 39)

MOHAMMADI, R.; HAGHPARAST, R.; AGHAEI, M.; ROSTAEI, M.; POURDAD, S. S. Biplot Analysis of Multi-Environment Trials for Identification of Winter Wheat Megaenvironments in Iran. **World Journal of Agricultural Sciences**, Dubai, UAE, v. 3, n. 4, p. 475-480, 2007.

OLIVEIRA, C. D.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A. Adaptabilidade e estabilidade genotípica de genótipos de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, p. 743-748, 2005.

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. The recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, Oxford, v. 58, n. 3, p. 545-554, Dec. 1971.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.

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

SILVA, G. O.; VIEIRA, J. V.; VILELA, M. S. Seleção de caracteres de cenoura cultivada em dois sistemas de produção agroecológicos no Distrito Federal. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, p. 595-601, 2009.

SILVA, G. O.; CARVALHO, A. D. F.; VIEIRA, J. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 80-83, 2012.

VIEIRA, J. V.; SILVA, G. O.; BOITEUX, L. S.; SIMON, P. Divergência genética entre acessos de cenoura pertencentes a grupos varietais distintos utilizando caracteres morfológicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 468-472, 2009.

