

**Seleção correlacionada para
caracteres componentes de
aparência e rendimento de
tubérculos de batata na geração
de plântulas**



Tubérculos de batata.

Foto: Arione da Silva Pereira

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 110

Seleção correlacionada para caracteres componentes de aparência e rendimento de tubérculo de batata na geração de plântulas

Giovani Olegário da Silva

Arione da Silva Pereira

Fabio Suinaga

Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças

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

Caixa Postal 218

Brasília – DF

CEP 70.351-970

Fone: (61)3385.9000

Fax: (61)3556.5744

Home page: www.embrapa.br

E-mail: sac@embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: *Warley Marcos Nascimento*

Editor Técnico: *Ricardo Borges Pereira*

Supervisor Editorial: *George James*

Secretária: *Gislaine Costa Neves*

Membros: *Mariane Carvalho Vidal*

Jadir Borges Pinheiro

Fabio Akiyoshi Suinaga

Italo Moraes Rocha Guedes

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Caroline Pinheiro Reyes

Daniel Basílio Zandonadi

Marcelo Mikio Hanashiro

Normalização bibliográfica: *Antonia Veras de Souza*

Editoração eletrônica: *André L. Garcia*

1ª edição

1ª impressão (2014): 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, G. O. da

Seleção correlacionada para caracteres componentes de aparência e rendimento de tubérculo de batata na geração de plântulas / Giovani Olegário da Silva ... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014.

16 p. - (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229; 110).

1. Melhoramento genético vegetal. 2. Fenótipo. 3. *Solanum tuberosum*. I. Pereira, Arione da Silva. II. Suinaga, Fabio Akiyoshi. III. Carvalho, Agnaldo Donizete Ferreira de. IV. Título. V. Série.

CDD 633.4913

©Embrapa, 2014

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	10
Conclusões.....	14
Referências	14

Seleção correlacionada para caracteres componentes de aparência e rendimento de tubérculo de batata na geração de plântulas

*Giovani Olegário da Silva*¹

*Arione da Silva Pereira*²

*Fabio Suinaga*³

*Aginaldo Donizete Ferreira de Carvalho*⁴

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi verificar os ganhos esperados com a seleção correlacionada na geração de plântula, para caracteres componentes do rendimento e aparência geral de tubérculos de batata. Foi avaliada uma população de batata em casa de vegetação no cultivo de outono de 2004. Estimaram-se os ganhos esperados com a seleção direta e ganhos esperados por meio da seleção de caracteres correlacionados geneticamente. Verificou-se que para alguns caracteres os ganhos correlacionados esperados podem ser obtidos na geração de plântula, sendo uma boa opção para aumentar a eficiência no processo

¹ Eng. Agr., DSc. – Genética e Melhoramento de Plantas – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Eng. Agr., PhD – Genética e Melhoramento de Plantas – Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³ Eng. Agr., DSc. – Genética e Melhoramento de Plantas – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁴ Eng. Agr., DSc. – Genética e Melhoramento de Plantas – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

de seleção. A curvatura de tubérculo foi o caractere que proporcionou maiores ganhos correlacionados esperados para aparência geral de tubérculo. Para maiores rendimentos deve-se selecionar plantas com maior massa média e maior número de tubérculos, no entanto, para obtenção de maiores número e massa média de tubérculos, a seleção direta nestes caracteres é a melhor opção.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L., ganho correlacionado, herdabilidade.

Correlationated selection to components of tuber appearance and yield of potato in the seedling generation

Abstract

The objective of the present work was to estimate the expected gains with correlated selection for tuber yield and general appearance component traits at the seedling stage in potato. A potato population was evaluated at seedling stage (i.e. plantlets obtained from true seeds) cultivated in glass house in the Fall seasons of 2004. Expected gains and gains obtained from selection of genetically correlated traits were estimated in the two experiments. It was found that for some traits the expected correlated gains could be obtained at the seedling generation, being, therefore an alternative to increase selection efficiency. The tuber curvature was the trait that provided the largest expected correlated gains for general tuber appearance. For higher yields, should be selected plants with higher mass and average number of tubers, however, to obtain the largest number and average tuber mass, the direct selection on these characters is the best option.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., correlationated gain, heritability.

Introdução

A seleção de plântulas não é uma prática normalmente realizada nos programas de melhoramento de batata, devido ao questionamento de sua eficiência. Segundo vários autores, a fase de plântula deveria servir apenas para produção de tubérculos para o plantio da geração seguinte no campo (ANDERSON e HOWARD, 1981; BROWN et al., 1984). No entanto, outros autores consideram que a seleção para alguns caracteres na fase de plântula pode economizar recursos consideráveis em um programa de melhoramento e aumentar a frequência de genótipos com melhores características nas fases posteriores de seleção (SWIEZYNSKI, 1978; NEELE e LOUWES, 1989; LOVE et al., 1997; BISOGNIN e DOUCHES, 2002; XIONG et al., 2002).

A seleção indireta por meio de caracteres correlacionados permite que caracteres complexos, governados por vários genes e muitas vezes com grande ação do ambiente, possam ser melhorados através da seleção de caracteres menos complexos ou de mais fácil medição ou identificação, com maior herdabilidade e correlações elevadas (GOLDENBERG, 1968; BAKER, 1986; CRUZ & REGAZZI, 2001). Assim, caracteres complexos de batata poderiam ser selecionados através da seleção de seus componentes.

O objetivo do presente trabalho foi verificar os ganhos em aparência geral e rendimento de tubérculo de batata, com a seleção correlacionada para seus caracteres componentes, na geração de plântula.

Material e Métodos

O experimento foi realizado com uma população híbrida de batata no cultivo de outono de 2004, na sede da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS. As plântulas foram originadas a partir de hibridações controladas entre genitores de batata da coleção da Embrapa Clima Temperado.

Em 2004, em casa de vegetação, sementes verdadeiras de cada população foram germinadas em sementeiras e as plântulas

transplantadas para sacos plásticos contendo 2 litros de substrato vegetal. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com três repetições. Em cada repetição foram utilizadas 15 famílias com 20 plantas. O espaçamento foi 0,10 m entre recipientes na linha e entre linhas. Os tubérculos foram colhidos e avaliados 77 dias após a semeadura das sementes verdadeiras.

Os caracteres de tubérculo avaliados em cada planta foram os seguintes: rendimento (g/planta); número de tubérculos/planta; massa média de tubérculos (g); e com notas variando de (1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5 e 5): formato (1- formato redondo, 5- alongado); uniformidade de formato (1- desuniforme, 5- uniforme); tamanho do maior tubérculo da família (notas dadas visualmente, sem a medição dos diâmetros, em comparação com os demais tubérculos da família) (1- pequeno, 5- grande); uniformidade de tamanho (1- desuniforme, 5- uniforme); aspereza da película (1- reticulada, 5- lisa); profundidade dos olhos (1- profundo, 5- raso); sobrançelha (1- sem sobrançelhas, 5- extremamente proeminentes); achatamento (1- extremamente achatados, 5- tubérculos não achatados); curvatura (1- extremamente curvados, 5- não curvados); apontamento (1- extremamente apontados, 5- não apontados) e aparência (notas baseadas em observação visual, considerando como ideal tubérculos pouco ásperos, olhos pouco profundos, com pouca sobrançelha, não achatados, não curvados e não apontados (1- péssima, 5- excelente).

Os dados foram submetidos à análise de variância e de correlação genética com a utilização do programa estatístico Genes (CRUZ, 2001). Foram realizados ainda os cálculos do ganho por seleção e ganho correlacionado, expressos em porcentagem da média para possibilitar a comparação de caracteres com diferentes unidades de medida (GOPAL, 2001).

A resposta correlacionada (RC) foi estimada de acordo com Falconer (1989), com índice de seleção padronizado a 10%. O ganho direto por seleção para os caracteres foi estimado segundo Simmonds (1979).

As magnitudes dos coeficientes de correlação foram classificadas conforme Carvalho et al. (2004): $r = 0$ (nula); $0 < |r| \leq 0,30$ (fraca); $0,30 < |r| \leq 0,60$ (média); $0,60 < |r| \leq 0,90$ (forte); $0,90 < |r| \leq 1$ (fortíssima) e $|r| = 1$ (perfeita).

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância (dados não apresentados), apenas os caracteres uniformidade de formato e uniformidade de tamanho de tubérculo não apresentaram significância para diferenciar as famílias analisadas. Reduzida expressão destes dois caracteres na geração de plântula já havia sido relatada na literatura (GOPAL, 2001).

Em relação às correlações (Tabela 1), para se ter inferências mais consistentes nas comparações quanto aos ganhos de seleção, foram consideradas as correlações que estiveram acima da magnitude média ($r \geq 0,30$).

A aparência geral correlacionou-se com formato, apontamento, curvatura e sobancelha; indicando que tubérculos com formato arredondado, menos curvados e apontados e com menos sobancelha determinam melhor aparência (Tabela 1).

Maiores ganhos correlacionados com a melhoria da aparência foram estimados em relação à curvatura, com ganho indireto de 87,53% (Tabela 2), valor muito expressivo se considerar que o ganho pela seleção direta para este caractere foi estimado em 68,87%.

Quanto ao formato de tubérculo, além da correlação citada anteriormente com aparência, foi também correlacionado com apontamento, curvatura e sobancelha (Tabela 1); com ganhos correlacionados mais fortes pela seleção em curvatura -100,5%. Portanto a seleção em tubérculos menos curvados conduz a tubérculos mais arredondados (Tabela 2).

Tamanho de tubérculos apresentou alta correlação com rendimento e massa média (0,64 e 0,74, respectivamente). Portanto, esteve associado mais fortemente com massa média. Com *Solanum tuberosum* spp. *andigena* cultivada a campo, Thompson et al. (1983) também verificaram incremento no rendimento com aumento no tamanho de tubérculo.

Tabela 1. Coeficientes de correlação genotípica entre componentes de aparência e rendimento de tubérculo em plântulas provenientes de casa de vegetação. Pelotas, Embrapa, 2013.

Caractere ¹	APA	ASP	FOR	UFO	TAM	UTA	POL	SOB	APO	CUR	ACH	REN	NTU
ASP	0,13*												
FOR	-0,34*	0,29*											
UFO	0,18*	-0,02	0,04										
TAM	-0,04	0,25*	0,26	-0,01									
UTA	0,09	-0,15*	-0,14*	0,33*	-0,19*								
POL	-0,07	-0,13*	0,09	0,26*	-0,05	0,08							
SOB	0,37*	-0,14*	-0,32*	0,09	-0,26*	0,14*	0,19*						
APO	0,55*	-0,19*	-0,48*	0,08	-0,25*	0,08	-0,01	0,31*					
CUR	0,54*	-0,25*	-0,55*	0,01	-0,24*	0,07	-0,14*	0,25*	0,60*				
ACH	0,08	0,03	0,01	0,01	-0,26*	0,03	-0,09	-0,06	-0,02	0,07			
REN	0,15*	0,28*	0,07	-0,14*	0,65*	-0,14*	-0,25*	-0,10*	-0,01	-0,05	-0,18*		
NTU	0,15*	0,18*	0,05	-0,17*	-0,07	-0,37*	-0,16*	0,04	0,03	0,04	0,01	0,40*	
MAM	-0,04	0,12*	0,13*	-0,01	0,67*	0,24*	-0,12*	-0,15*	-0,11*	-0,14*	-0,19*	0,52*	-0,48*

¹APA: aparência; ASP: aspereza; FOR: formato; UFO: uniformidade de formato; TAM: tamanho; UTA: uniformidade de tamanho; POL: profundidade de olho; SOB: sobranceira; APO: apontamento; CUR: curvatura de tubérculo; ACH: achatamento de tubérculo, REN: rendimento; NTU: número de tubérculos; MAM: massa média. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste T.

Tabela 2. Respostas correlacionadas esperadas de seleção para caracteres de tubérculo (1) pela seleção nos caracteres (2), e ganhos diretos (3), em uma população de plântulas de batata. Embrapa, 2013.

Caractere	APA ²	ASP	FOR	UFO	TAM	UTA	POL	SOB	APO	CUR	ACH	REN	NTU	MAM
APA ¹	68,87 ³	8,92	-23,64	5,25	-3,66	3,90	-8,59	56,51	68,61	87,53	7,44	1,08	7,57	-1,29
ASP	11,67	105,5	28,72	-0,85	22,87	-8,24	-22,36	-27,31	-31,51	-48,19	4,15	2,81	11,26	3,37
FOR	-26,81	24,87	94,14	1,57	20,99	-6,98	13,68	-59,78	-73,92	-100,5	1,27	0,60	3,23	3,40
UFO	2,81	-0,35	0,74	5,81	-0,13	2,59	6,08	2,57	1,43	0,60	-0,19	-0,16	-1,44	0,05
TAM	-3,66	17,47	18,51	-0,24	61,06	-7,31	-8,36	-29,61	-23,56	-32,28	-21,28	1,89	-4,06	14,24
UTA	2,08	-3,36	-3,29	2,59	-3,91	18,41	3,79	7,32	4,07	3,82	2,01	-0,83	-7,15	2,15
POL	-6,49	-12,91	9,12	8,60	-6,32	5,36	98,55	18,89	-0,93	-13,90	-5,86	-1,26	-4,84	-1,78
SOB ¹	67,54	-24,93	-63,02	5,75	-35,39	16,37	29,87	201,0	50,26	54,49	-10,59	-1,14	2,02	-5,16
APO	115,98	-40,68	-110,2	4,52	-39,82	12,86	-2,07	71,08	236,9	183,78	-7,49	-0,44	4,76	-4,56
CUR	87,53	-36,80	-88,66	1,12	-32,28	7,14	-18,39	45,59	108,72	180,2	9,11	-0,62	1,74	-3,33
ACH	15,67	6,67	2,36	-0,74	-44,78	7,91	-16,30	-18,65	-9,33	19,17	179,9	-2,25	0,91	-7,44
REN	20,72	41,19	10,07	-5,81	79,73	-13,52	-31,93	-18,26	-4,98	-11,95	-20,50	164,8	483,99	257,47
NTU	30,54	34,69	11,49	-10,84	-16,37	-54,00	-25,83	6,82	11,36	7,01	1,75	101,91	230,8	-50,41
MAM	-5,73	11,38	13,27	0,38	63,01	17,81	-10,43	-19,09	-11,93	-14,71	-15,65	59,43	-55,26	103,3

APA: aparência; ASP: aspereza; FOR: formato; UFO: uniformidade de formato; TAM: tamanho; UTA: uniformidade de tamanho; POL: profundidade de olho; SOB: sobranceira; APO: apontamento; CUR: curvatura de tubérculo; ACH: achatamento de tubérculo; REN: rendimento; NTU: número de tubérculos; MAM: massa média.

Uniformidade de tamanho de tubérculo mostrou correlação média com número de tubérculos (Tabela 1). Sendo que a diminuição no número de tubérculos influencia em 7,15% no aumento da uniformidade de tamanho na geração posterior, portanto a seleção correlacionada é ineficiente para a melhoria destes dois caracteres, ou seja, aumento no número de tubérculos e na uniformidade de tamanho destes.

Apontamento e curvatura de tubérculo foram correlacionados fortemente, $r = 0,60$ (Tabela 1), com maiores ganhos correlacionados entre os mesmos. Para obter tubérculos menos apontados, o ganho pela seleção em tubérculos menos curvados foi estimado em 183,78%. Já o ganho para curvatura de tubérculo, pela seleção em tubérculos menos apontados, foi estimado em 108,72% (Tabela 2).

Rendimento e massa média de tubérculos foram correlacionados positivamente entre si. Além disso, estes dois caracteres apresentaram correlação com número de tubérculos. Portanto, maiores rendimentos foram acompanhados de maiores massas médias e maior número de tubérculos. No entanto, plantas com maior número de tubérculos apresentam menor massa média (Tabela 1).

A seleção para maior massa média e número de tubérculos proporcionam grandes ganhos para maior rendimento de tubérculos, superior à seleção direta para este caractere, estimada em 164,8%. Estes resultados estão de acordo com Maris (1988), que verificou acréscimo no rendimento com aumentos em número e massa média de tubérculos. Concordam também com alguns autores que verificaram correlações significativas de rendimento com número e massa média de tubérculos (GOPAL et al., 1994; GOPAL, 2001; RODRIGUES e PEREIRA, 2003; GAUR et al., 1978). Com plântulas produzidas a campo, correlações significativas entre rendimento e número de tubérculos também foram relatadas (PINTO et al., 1994; THOMPSON et al., 1983).

Correlações positivas entre apontamento e sobrelança indicam condição favorável para ganhos correlacionados entre estes caracteres (Tabela 1), porém estes seriam bastante inferiores aos ganhos diretos (Tabela 2).

Para os caracteres uniformidade de formato e de tamanho, que não foram significativos pela análise de variância – com excessão da relação entre número de tubérculos e uniformidade de tamanho, discutida anteriormente – não foram correlacionados significativamente com outros caracteres, não sendo possível portanto a obtenção de ganhos correlacionados, e desta forma, a seleção para estes caracteres na geração de plântula, cultivada em casa de vegetação, não é eficiente.

Conclusões

Verificou-se que para alguns caracteres os ganhos correlacionados esperados podem ser obtidos na geração de plântula, sendo uma boa opção para aumentar a eficiência do processo de seleção.

A curvatura de tubérculo foi o caractere que proporcionou maiores ganhos correlacionados esperados para aparência geral de tubérculo.

Para maiores rendimentos deve-se selecionar plantas com maior massa média e maior número de tubérculos, no entanto, para obtenção de maiores número e massa média de tubérculos, a seleção direta nestes caracteres é a melhor opção.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo auxílio financeiro ao Programa de Melhoramento Genético de Batata da Embrapa.

Referências

ANDERSON, J. A. D.; HOWARD, H. W. Effectiveness of selection in the early stages of potato breeding programmes. **Potato Research**, Wageningen, v. 24, p. 289-299, 1981.

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

BISOGNIN, D. A.; DOUCHES, D. S. Early generation selection for potato tuber quality in progenies of late blight resistant parents. **Euphytica**, Wageningen, v. 127, n. 1, p. 1-9, Jan. 2002.

BROWN, J.; CALIGARI, P. D. S.; MACKAY, G. R.; SWAN, G. E. L. The efficiency of seedling selection by visual preference in a potato breeding programme. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 103, n. 2, p. 339-346, Oct. 1984.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2004. 142 p.

CRUZ, C. D. **Programa genes, aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

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

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. New York: Longman Group, 1989. 438 p.

GAUR, P. C.; KISHORE, H.; GUPTA, P. K. Studies on character association in potatoes. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 90, n. 1, p. 2015-219, Feb. 1978.

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

GOPAL J; GAUR PC; RANA MS. Heritability, intra- and inter-generation associations between tuber yield and its components in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Plant Breeding**, v. 112, p. 80-83, 1994.

GOPAL, J. Genetic parameters and character associations for family selection in potato breeding programmes. **Journal of Genetics & Breeding**, Rome, v. 55, p. 201-208, 2001.

LOVE, S. L.; WERNER, B. K.; PAVEK, J. J. Selection for individual traits in the early generations of a potato breeding program dedicated to producing cultivars with tubers having long shape and russet skin. **American Potato Journal**, Orono, v. 74, n. 3, p. 199-2013, May/June 1997.

MARIS, B. Correlations within and between characters between and within generations as a measure for the early generation selection in potato breeding. **Euphytica**, Wageningen, v. 37, n. 3, p. 205-209, Apr. 1988.

NEELE, A. E. F.; LOUWES, K. M. Early selection for chip quality and dry matter content in potato seedling populations in greenhouse or screenhouse. **Potato Research**, Wageningen, v. 32, n. 3, p. 293-300, Sept. 1989.

PINTO, C. A. B.; VANDERLEI, I. R. V.; ROSSI, M. S. Eficiência da seleção nas primeiras gerações clonais em batata (*Solanum tuberosum* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 5, p. 771-778, maio 1984.

RODRIGUES, A. F. S.; PEREIRA, A. S. Correlações inter e intragerações e herdabilidade de cor de chips, matéria seca e produção de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 5, maio 2003.

SIMMONDS, N. W. **Principles of crop improvement**. New York: Longman, 1979. 408 p.

SWIEZYNSKI, K. M. Selection of individual tubers in potato breeding. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, n. 2, p. 71-80, Sept., 1978.

THOMPSON, P. G.; MENDOZA, H. A.; PLAISTED, R. L. Estimation of genetic parameters for characters related to potato propagation by true seed (TPS) in an andigena population. **American Potato Journal**, Orono, v. 60, n. 6, p. 393-400, June 1983.

XIONG, X.; TAI, G. C. C.; SEABROOK, J. E. A. Effectiveness of selection for quality traits during the early stage in the potato breeding population. **Plant Breeding**, Berlin, v. 121, n. 5, p. 441-444, Oct. 2002.