

Seleção para caracteres fenotípicos de tubérculos nas primeiras gerações em batata

Giovani Olegário da Silva^{1*}
Arione da Silva Pereira²
Velci Queiroz de Souza³
Fernando Irajá Félix de Carvalho³
Roberto Fritsche Neto³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a repetibilidade da expressão de caracteres de tubérculo nas três primeiras gerações de batata, visando a seleção na geração de plântula. Os trabalhos foram realizados na Embrapa Clima Temperado na primavera de 2004 e de 2005 e outono de 2006. Foram avaliados 14 caracteres de tubérculo usando uma população híbrida de batata composta de 20 famílias de 15 genótipos cada. Os experimentos foram delineados em blocos ao acaso com três repetições. A análise de variância revelou diferenças significativas entre famílias para todos os 14 caracteres. As correlações genéticas e fenotípicas da geração de plântula com a primeira e a segunda geração clonal foram significativas, indicando que aparência, aspereza, formato, sobrançelha, apontamento, curvatura e achatamento de tubérculo mantiveram suas expressões nas diferentes gerações. Maiores coeficientes de repetibilidade também foram verificados para estes caracteres. Concluiu-se que é possível aplicar seleção na geração de plântula em relação a aparência, aspereza, formato, profundidade de olhos, sobrançelha, apontamento, curvatura e achatamento de tubérculos. Para formato de tubérculo, pode-se utilizar maior pressão de seleção.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L., correlação, repetibilidade.

ABSTRACT

Early generation selection for potato tuber traits

The objective of this work was to estimate the repeatability of 14 tuber traits in the first three generations of potatoes, aiming at selection in the seedling generation. The work was conducted at Embrapa Clima Temperado, in the spring 2004 and 2005, and autumn 2006. Fourteen tuber traits were evaluated in a hybrid potato population, composed of 20 families with 15 genotypes each. The experiments were arranged in a complete randomized block design with three replications. The analysis of variance revealed significant differences among families for all traits. Genetic and phenotypic correlations between the seedling generation and the first and second clonal generations, indicating that overall appearance, skin texture, tuber shape, eyebrow prominence, pointed ends, tube curvature and flatness maintained their expressions over the different generations. Higher repeatability coefficients were also estimated for these traits. It was concluded that it is possible to apply selection in the seedling generation for tuber appearance, skin smoothness, eye depth, eyebrow, pointed ends, tube curvature and flatness. Stronger selection pressure can be applied for tuber shape.

Key words: *Solanum tuberosum* L., correlation, repeatability.

¹ Embrapa Hortaliças, BR 060, Km 09, CP 218, CEP 70359-970, Gama, DF. E-mail: olegario@cnph.embrapa.br *autor correspondente.

² Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km 78, Caixa Postal: 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: arione@cpact.embrapa.br

³ Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Campus Universitário, Caixa Postal: 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS. E-mail: velciq@gmail.com, carvalho@ufpel.tche.br, rfneto@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A seleção na geração de plântula não é uma prática normalmente utilizada nos programas de melhoramento de batata, devido ao questionamento de sua eficiência. Para alguns autores (Anderson & Howard, 1981; Brown *et al.*, 1984), esta geração deveria servir apenas para produção de tubérculos para o plantio da geração seguinte no campo. No entanto, outros (Swiezynski, 1978; Neele & Louwes, 1989; Love *et al.*, 1997; Bisognin & Douches, 2002; Xiong *et al.*, 2002) consideram que a seleção para alguns caracteres na geração de plântula pode economizar recursos consideráveis em um programa de melhoramento, diminuindo o tamanho da população na geração seguinte e aumentando a frequência de genótipos com melhores características nas fases posteriores de seleção.

Nas gerações de plântula e primeira geração clonal, a porcentagem de retenção normalmente varia de 3 a 30% de um programa de melhoramento para outro, com uma relação negativa entre o número de clones produzidos e a proporção de retenção. Essa relação tende a aumentar a partir da segunda geração clonal, pois são produzidos tubérculos em maior número e de tamanhos maiores, facilitando a visualização dos caracteres de interesse (Maris, 1988).

A intensidade de seleção nas estações experimentais de melhoramento depende dos parâmetros e equipamentos de avaliação, do número de plantas utilizadas na geração de plântula e primeira geração clonal e do tempo necessário para plantio, cultivo e seleção (Neele *et al.*, 1988). A pressão ideal de seleção é dependente também da herdabilidade de cada caráter em consideração.

O objetivo deste trabalho foi verificar a repetibilidade da expressão de caracteres fenotípicos de batata nas primeiras gerações, visando seleção na geração de plântula.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no campo experimental da Embrapa Clima Temperado (31 °S, 52 °W) nas primaveras de 2004 e 2005 e outono de 2006.

As plântulas foram originadas de sementes botânicas obtidas de hibridações controladas entre genótipos de batata da coleção da Embrapa Clima Temperado (C-1750-15-95, 2CRI-1149-1-78, C-1786-6-96, Eliza, White Lady, Asterix, BP-1, Vivaldi e Agria). Os genitores foram selecionados, objetivando obter cruzamentos contrastantes em relação aos caracteres de interesse ao estudo. Cada cruzamento originou uma das 20 famílias que constituíram a população analisada.

Em agosto de 2004, as sementes foram germinadas em sementeiras em casa plástica e as plântulas transplantadas para sacos plásticos, contendo dois litros de

substrato Plantmax®, com o objetivo de produzir minitubérculos (geração de plântula). As plântulas foram distribuídas em blocos ao acaso, com três repetições. A parcela foi composta de 15 plântulas de uma família. O espaçamento entre plantas e entre linhas foi de 0,10 m. As plântulas foram colhidas aos 77 dias. Após avaliação, os tubérculos foram armazenados em câmara fria a 4 °C, até a primavera de 2005.

Em agosto de 2005, um tubérculo de tamanho mediano de cada genótipo foi cultivado no campo, em primeira geração clonal, utilizando o mesmo delineamento do experimento de 2004. Após a maturação (folhas e hastes senescentes), as plantas foram colhidas separadamente, transportadas até um galpão de cura e realizadas as avaliações nos tubérculos.

Em fevereiro de 2006, três tubérculos de tamanho mediano de cada genótipo foram cultivados no campo, em segunda geração clonal, utilizando o mesmo delineamento dos experimentos anteriores. Após a maturação das plantas, cada parcela representada por três plantas foi colhida separadamente, para as avaliações dos tubérculos.

Foram avaliados os seguintes caracteres: rendimento (g); número/planta; peso médio de tubérculos (g.planta⁻¹); formato (1- redondo, 5- alongado); uniformidade de formato (1- desuniforme, 5- uniforme); tamanho do maior tubérculo (1- pequeno, 5- grande); uniformidade de tamanho (1- desuniforme, 5- uniforme); aspe-reza da película (1- reticulada, 5- lisa); profundidade dos olhos (1- profundo, 5- raso); sobrançelha (1- extremamente proeminentes, 5- sem sobrançelhas); achatamento (1- extremamente achatados, 5- não achatados); curvatura (1- extremamente curvados, 5- não curvados); apontamento (1- extremamente apontados, 5- não apontados); e aparência (1- péssima, 5- excelente).

Os dados foram analisados com o programa computacional GENES (Cruz, 2001). Realizaram-se análise de variância conjunta dos três experimentos, correlações genéticas e fenotípicas entre geração de plântula e primeira geração clonal, geração de plântula e segunda geração clonal e a análise de repetibilidade dos caracteres nas três gerações, com base na média das famílias.

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 conjunta das três gerações (plântula e primeira e segunda gerações clonais), todos os caracteres foram significativos em diferenciar as famílias estudadas, com exceção de tamanho de tubérculo (Tabela 1). Este caráter mostrou-se muito influenciado pelo

Tabela 1. Quadrados médios da análise de variância para componentes da aparência e rendimento de tubérculo de batata nas gerações de plântula, primeira e segunda gerações clonais.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio													
		APA	ASP	FOR	UFO	TAM	UTA	POL	SOB	APO	CUR	ACH	REN	NTU	PEM
Famílias (F)	19	0,27*	0,74*	0,17*	0,30*	0,19	0,15*	0,60*	0,33*	0,36*	0,27*	0,51*	71614*	23,56*	191,6*
Geração (G)	2	2,70*	15,60*	1,55*	13,86*	1,37	1,40	4,65	0,15	10,57*	3,38*	3,00	34907425*	3297*	66241*
F x G	38	0,11	0,26	0,02	0,17*	0,17	0,19*	0,25	0,07	0,11*	0,09*	0,18*	59243	20,53*	134,84
Resíduo	114	0,08	0,18	0,01	0,11	0,13	0,09	0,19	0,08	0,05	0,02	0,07	47256	10,77	108,58
CV (%)	-	11,32	11,17	4,75	9,25	10,11	10,85	10,44	6,31	5,20	3,10	5,89	29,20	25,16	23,04
CVg/CV	-	0,53	0,58	0,96	0,45	0,22	0,29	0,49	0,59	0,78	1,13	0,82	0,24	0,36	0,29
Ha ² (%)	-	0,71	0,75	0,89	0,64	0,31	0,42	0,68	0,75	0,84	0,92	0,85	0,34	0,54	0,43
Média	-	2,45	3,83	2,83	3,54	3,60	2,74	4,20	4,50	4,54	4,71	4,56	696,67	13,04	45,22

APA: aparência; ASP: aspereza; FOR: formato; UFO: uniformidade de formato; TAM: tamanho; UTA: uniformidade de tamanho; POL: profundidade de olho; SOB: sobrelança; NTU: número de tubérculos; REN: rendimento; PEM: peso médio; APO: apontado; CUR: curvatura de tubérculo; e ACH: achatamento de tubérculo.

CVg: coeficiente de variação genético.

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

ambiente, apresentando a menor relação entre o coeficiente de variação de ordem genética e o coeficiente de variação ambiental. Os caracteres uniformidade de formato e uniformidade de tamanho, apontamento, curvatura, achatamento e número de tubérculos apresentaram interação com a geração. Portanto, para esses caracteres as famílias não se classificaram da mesma forma nas três gerações. Os coeficientes de variação ambiental foram maiores para os caracteres rendimento de tubérculo e seus componentes (número e peso médio). Em relação aos caracteres de aparência, porém, não superaram a 30%, indicando boa precisão experimental (Tabela 1).

Maiores relações entre os coeficientes de variação genético e ambiental foram obtidas para formato, apontamento, curvatura e achatamento de tubérculo, indicando predominância de variação de ordem genética no controle destes caracteres; portanto, sendo eles menos influenciados pelo ambiente (Tabela 1).

Correlações fenotípicas significativas e médias entre a geração de plântula, cultivada em casa de vegetação e a primeira geração clonal foram verificadas para aspereza, formato, apontamento, curvatura e achatamento, enquanto correlações fortes foram calculadas para profundidade de olhos e sobrelança (Tabela 2).

As correlações genéticas, que foram mais fortes do que as fenotípicas, confirmam a associação existente para estes caracteres entre as duas primeiras gerações de cultivo (Carvalho *et al.*, 2004). Aparência de tubérculo, que apresentou correlação fenotípica fraca (<0,30), teve associação genética média (próxima de 0,50). Profundidade de olhos e sobrelança de tubérculo, que tiveram correlações fenotípicas fortes (próxima de 0,70), apresentaram correlações genéticas fortíssimas (>0,90), indicando que

forte pressão de seleção poderia ser aplicada na geração de plântula, com resultados semelhantes à seleção na primeira geração clonal.

As correlações fenotípicas e genéticas para peso médio de tubérculo foram negativas, mostrando comportamento inverso nas duas gerações, ou seja, as famílias com maior peso médio na geração de plântula apresentaram menores pesos médios por planta na primeira geração clonal (Tabela 2). Rendimento e seus componentes (número e peso médio), uniformidade de formato, uniformidade de tamanho e tamanho de tubérculo não tiveram correlações significativas entre a geração de plântula e a primeira geração clonal. Correlações baixas entre essas gerações para peso médio e número de tubérculo concordam com Brown & Caligari (1986), Maris (1988) e Pinto *et al.* (1994). No entanto, correlações baixas, porém significativas, foram verificadas por estes autores e por Gopal (1997) para rendimento de tubérculo, diferentemente do que foi encontrado neste trabalho. Os resultados de Gopal (1997) discordam ainda em relação aos caracteres número de tubérculo ($r = 0,37$), uniformidade de formato ($r = 0,51$) e peso médio de tubérculo ($r = 0,26$). Porém, concordam em relação à correlação para aparência ($r = 0,60$) e formato de tubérculo ($r = 0,69$).

As correlações fenotípicas e genéticas entre a geração de plântula e a segunda geração clonal para aparência, aspereza, formato, sobrelança, apontamento, curvatura e achatamento de tubérculo confirmam as correlações observadas entre as duas primeiras gerações, embora levemente mais baixas para profundidade de olhos, sobrelança, apontamento, curvatura e achatamento de tubérculo, e um pouco mais altas para aparência, aspereza e formato de tubérculo (Tabela 2).

Tabela 2. Correlações fenotípicas (r_f), genéticas (r_g) e repetibilidade entre as gerações de plântula (GP), primeira geração clonal (PGC) e segunda geração clonal (SGC) para os caracteres fenotípicos em batata.

Caráter	GP-PGC		GP-SGC		Repetibilidade	r^2	Nº de avaliações para $R^2=0,80$
	r_f	r_g	r_f	r_g			
Aparência	0,25*	0,48*	0,28*	0,55*	0,32	58	8,67
Aspereza	0,30*	0,36*	0,45*	0,99*	0,39	65	6,39
Formato	0,50*	0,51*	0,83*	1,00*	0,67	86	1,99
Unif. formato	-0,08	-0,07	0,26*	0,72*	0,20	43	15,77
Tamanho	-0,05	-0,10	-0,13	-0,56*	0,04	12	89,17
Unif. Tamanho	-0,24	-0,10	0,15	0,32*	-0,07	0	- ¹
Prof olhos	0,68*	0,91*	0,19	0,37*	0,32	58	8,50
Sobrancelha	0,69*	0,99*	0,45*	0,98*	0,55	78	3,00
Apontamento	0,54*	0,84*	0,36*	0,43*	0,41	68	5,00
Curvatura	0,57*	0,79*	0,52*	0,56*	0,39	66	6,00
Achatamento	0,30*	0,50*	0,25*	0,43*	0,38	65	6,00
Rendimento	0,06	-0,16	-0,02	-0,24	0,06	17	57,46
Número	-0,02	-0,08	0,39*	0,72*	0,05	13	81,49
Peso médio	-0,29*	-0,49*	0,04	0,42*	0,12	30	28,51

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

¹ Valor inexistente devido a $r^2 = 0$.

Uniformidade de formato, uniformidade de tamanho e número de tubérculos, que não haviam apresentado correlação entre a geração de plântula e a primeira geração clonal, tiveram correlações significativas entre a geração de plântula e a segunda geração clonal. Comportamento inverso foi observado para peso médio de tubérculo, que foi correlacionado negativamente entre a geração de plântula e a primeira geração clonal e positivamente entre a geração de plântula e a segunda geração clonal. Essas inconsistências de correlação entre gerações para uniformidade de formato, uniformidade de tamanho, número e peso médio de tubérculo indicam que a seleção na geração de plântula não seria uma prática eficiente para esses caracteres.

Maiores coeficientes de repetibilidade, que determinam os valores máximos de herdabilidade para determinado caráter (Cruz & Regazzi, 2001), foram obtidos para os caracteres aparência, aspereza, formato, profundidade de olhos, sobrançelha, apontamento, curvatura e achatamento de tubérculo. Para formato e sobrançelha de tubérculo, é possível prever o valor real dos indivíduos, utilizando apenas três avaliações, com 80% de coeficiente de determinação. No entanto, uniformidade de formato, uniformidade de tamanho, tamanho, rendimento, número e peso médio de tubérculo apresentaram coeficientes de repetibilidade baixos, confirmando que a seleção na geração de plântula seria ineficiente para estes caracteres. Os valores de repetibilidade, que indicam alta herdabilidade para pro-

fundidade de olhos, aspereza e formato de tubérculo, concordam com os obtidos por Pinto (1999). Maiores herdabilidades para aspereza, formato, profundidade de olhos e menores para número, peso médio, uniformidade de formato e uniformidade de tamanho de tubérculo concordam com os encontrados por Love *et al.* (1997). No entanto, os resultados obtidos por estes autores discordam em relação a rendimento, apontamento, curvatura e achatamento de tubérculos. Para rendimento e seus componentes (número e peso médio), valores reduzidos de herdabilidade nas primeiras gerações estão de acordo com Tai & Young (1984) e Gopal *et al.* (1994).

A possibilidade de seleção na geração de plântula para tubérculos lisos, não curvados e apontados, e com olhos rasos concorda com Love (1997). No entanto, o presente trabalho discorda em relação à possibilidade de seleção para tamanho de tubérculo e para rendimento e seus componentes. Porém, concorda com a afirmação de que para a uniformidade de formato e de tamanho de tubérculo não se pode aplicar seleção na geração de plântula.

CONCLUSÕES

Recomenda-se a seleção de famílias na geração plântula para os caracteres aparência (aspereza, formato, profundidade de olhos, sobrançelha, apontamento, curvatura e achatamento de tubérculo).

Maior pressão de seleção pode ser aplicada para formato de tubérculo.

REFERÊNCIAS

- Anderson JAD & Howard HW (1981) Effectiveness of selection in the early stages of potato breeding programmes. *Potato Research*, 24: 289-299.
- Bisognin DA & Douches DS (2002) Early generation selection for potato tuber quality in progenies of late blight resistant parents. *Euphytica*, 127:1-9.
- Brown J, Caligari PDS, Mackay GR & Swan GEL (1984) The efficiency of seedling selection by visual preference in a potato breeding programme. *Journal of Agricultural Science*, 103: 339-346.
- Brown J & Caligari PDS (1986). The efficiency of seedling selection for yield and yield components in a potato breeding programme. *Plant Breeding*, 96: 53-62.
- Carvalho FIF de, Lorencetti C & Benin G (2004) Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. *Pelotas*, Ed. Universitária da UFPel. 142 p.
- Cruz CD (2001) Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, Editora UFV. 648p.
- Cruz CD & Regazzi AJ (2001). Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, UFV: Imprensa Universitária. 390p.
- Gopal J, Gaur PC & Rana MS (1994) Hereditability, intra- and inter-generation associations between tuber yield and its components in potato (*Solanum tuberosum* L.) *Plant Breeding*, 112: 80-83.
- Gopal J. (1997) Progeny Selection for agronomic characters in early generations of a potato breeding programme. *Theoretical and Applied Genetics*, 95: 307-311.
- Love SL, Werner BK & Pavek JJ (1997) 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*, 74: 199-213.
- Maris B (1988) Correlations within and between characters between and within generations as a measure for the early generation selection in potato breeding. *Euphytica*, 37: 205-209.
- Neele AEF, Barten JHM & Louwes KM (1988) Effects of plot size and selection intensity on efficiency of selection in the first clonal generation of potato. *Euphytica*, 39: 27-35.
- Neele AEF & Louwes KM (1989) Early selection for chip quality and dry matter content in potato seedling populations in greenhouse or screenhouse. *Potato Research*, 32: 293-300.
- Pinto CAB, Vanderlei IRV & Rossi MS (1994) Eficiência da seleção nas primeiras gerações clonais em batata (*Solanum tuberosum* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29: 771-778.
- Pinto CAB (1999) Melhoramento genético de batata. *Informe Agropecuário*, 20: 120-128.
- Swiezynski KM (1978) Selection of individual tubers in potato breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, 53: 71-80.
- Tai GCC & Young DA (1984) Early generation selection for important agronomic characteristics in a potato breeding population. *American Potato Journal*, 61: 419-434.
- Xiong X, Tai GCC & Seabrook JEA (2002) Effectiveness of selection for quality traits during the early stage in the potato breeding population. *Plant Breeding*, 121: 441-444.