

QUALIDADE DE PELÍCULA DE FAMÍLIAS CLONAIS DE BATATA (1)

GIOVANI OLEGARIO DA SILVA (2); ARIONE DA SILVA PEREIRA (3); VELCI QUEIROZ DE SOUZA (4),
FERNANDO IRAJÁ FÉLIX DE CARVALHO (5); EDUARDO ALANO VIEIRA (6)

RESUMO

Aparência geral dos tubérculos é um caráter importante para o melhoramento genético da batata, por afetar consideravelmente na aceitação do produto *in natura* pelos consumidores. Dentre seus caracteres componentes, destacam-se a coloração e a lisura da película dos tubérculos. O objetivo deste trabalho foi investigar a resposta de seleção esperada para caracteres de qualidade de película (lisura e coloração) e aparência de tubérculo em três famílias de batata. Os experimentos foram realizados no campo experimental da sede da Embrapa Clima Temperado, na primavera de 2004 e 2005, utilizando três famílias em segunda e terceira gerações clonais respectivamente. Nos tubérculos, foram avaliados os caracteres lisura e coloração de película e aparência geral de tubérculo. Os dados foram analisados estatisticamente segundo modelo REML/BLUP, de modo que distinguíssem os efeitos fixos e os aleatórios, realizando-se ainda comparação de médias entre as famílias, correlação entre os caracteres, cálculo de herdabilidade e resposta à seleção. Pode-se verificar que, na geração de populações superiores em qualidade de película, é necessária a inclusão de genitores de película lisa e clara. Lisura de película e coloração de tubérculo são correlacionados com o caráter aparência geral de tubérculo, mas com menor herdabilidade que seus componentes.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L., valor genético, herdabilidade, coloração, lisura de película.

ABSTRACT

SKIN QUALITY OF POTATO CLONAL FAMILIES

Tuber general appearance is a very important trait for potato breeding, once it affects consumer acceptance of *in natura* products. Among appearance components the tuber coloration and smooth are very important. The objective of this work was to investigate the expected selection response for traits related to skin quality (smooth and coloration) and tuber appearance in three potato families. The experiments were performed in the experimental field of Embrapa Clima Temperado during the spring of 2004 and 2005, using three families at second and third clonal generations, respectively. The traits smooth, skin coloration and tuber general appearance in the tubers were evaluated. Data was analyzed statistically according to the model REML/BLUP, in way to distinguish fixed and aleatory effects and comparing values among the families, correlation between traits, heritability index and gain of selection. It can be verified that, for the development of superior potato populations regarding skin quality, the inclusion of parents bearing flat and clear skin is necessary. The traits smoothness and tuber coloration are correlated with the tuber general appearance, but this trait has lower heritability than its components.

Key words: *Solanum tuberosum* L., genetic value, heritability, coloration, skin smooth.

(1) Recebido para publicação em 6 de fevereiro de 2007 e aceito em 31 de março de 2008.

(2) Embrapa Hortaliças, Rodovia Brasília/Anápolis, Br 060, Km 09, Caixa Postal 218, 70359-970 Gama (DF). E-mail: olegario@cnph.embrapa.br (*) Autor correspondente.

(3) Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, 96001-970 Pelotas (RS). E-mail: arione@cpact.embrapa.br

(4) Departamento de Agronomia, CESNORS/FW, Universidade Federal de Santa Maria, Caixa Postal 54, 98400-900 Frederico Westphalen(RS). E-mail: velciq@gmail.com

(5) Departamento de Fitotecnia (Fitomelhoramento), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel), Campus Universitário, Caixa Postal 354, 96010-900 Pelotas (RS). E-mail: carvalho@ufpel.tche.br

(6) Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, 73310-970 Planaltina (DF), E-mail: vieiraea@cpac.embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

Em batata, mais de 50 caracteres devem ser considerados simultaneamente no processo de seleção (melhoramento genético) (ROSS, 1986). Por esse motivo, grande importância deve ser dada aos caracteres que compõem a aparência geral dos tubérculos (SILVA et al., 2007). O caráter aparência geral do tubérculo é complexo e de reduzida herdabilidade (TAI, 1975). Entretanto, seus componentes individuais evidenciam herdabilidade de magnitude superior, possibilitando assim maior eficiência à seleção (LOVE et al., 1997). Dentre os fatores componentes da aparência destacam-se a lisura e a cor da película do tubérculo. Apesar da qualidade lisura da película não ser um entrave na aceitação de uma cultivar por parte das indústrias, ela afeta efetivamente a aceitação do produto *in natura* pelos consumidores, que dão preferência aos tubérculos lisos e brilhantes em detrimento aos ásperos (PEREIRA, 2003). Em tubérculos com película amarela, a tonalidade de coloração é outra característica importante, uma vez que os consumidores preferem as batatas de tonalidade clara em relação as mais escuras, tomando as primeiras como batatas recém-colhidas (batata nova).

O desafio de atender todas essas exigências é dificultado pelas diferenças que devem ser detectadas, as quais são cada vez menores e o número de caracteres maiores (SILVA et al., 2007). Esse processo se deve ao estreitamento da base genética da cultura (HAWKES, 1978), exigindo, assim, maior eficiência dos programas de melhoramento na identificação de genótipos superiores.

Desta forma, a escolha de genitores e famílias para seleção de clones com película de boa qualidade, como estratégia que maximize os ganhos com a seleção para estes caracteres, torna-se significativamente importante para um programa de melhoramento. A adoção de mecanismos inadequados de seleção pode inviabilizar qualquer esforço para a obtenção de progresso genético no melhoramento de plantas (CARVALHO et al., 2001).

O objetivo deste presente trabalho foi investigar a resposta de seleção esperada para caracteres de qualidade de película (lisura e coloração) e aparência de tubérculo em três famílias de batata.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no campo experimental da sede da Embrapa Clima Temperado em Pelotas (RS), localizado a 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude, a uma altitude de 13,24

m, com solo do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, na primavera de 2004 e 2005, utilizando três famílias em segunda e terceira gerações clonais, respectivamente. Os genitores foram selecionados objetivando a obtenção de famílias segregantes para lisura e coloração amarela de película. Cada genótipo foi representado por 5 plantas, a família 1 (n= 85 genótipos) foi derivada do cruzamento BP-1/Eliza; A família 2 (n= 84) foi obtida do cruzamento BP-1/C-1750-15-95. A família 3 (n= 88) foi originada do cruzamento Eliza/C-1750-15-95. O clone C-1750-15-95 possui película áspera e coloração escura; BP-1 tem película e coloração intermediárias e Eliza, película lisa e clara.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições de 1/3 dos genótipos de cada família divididos ao acaso. As parcelas foram constituídas de cinco plantas por genótipo. Os experimentos receberam os tratamentos culturais recomendados para a cultura, com espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,80 m entre linhas. As plantas foram mantidas em campo até completarem seu ciclo (aproximadamente 110 dias após a emergência), quando os tubérculos foram colhidos e transportados para instalações apropriadas, onde se efetuaram as avaliações.

Os caracteres foram avaliados por meio de escalas de notas de 1 a 5, com intervalos de 0,50. Consideram-se para lisura da película 1 = lisa e 5 = áspero; para coloração da película 1 = amarelo-claro e 5 = amarelo-escuro; e aparência geral de tubérculo 1 = excelente e 5 = péssima.

Posteriormente, os dados obtidos foram analisados por meio do programa estatístico computacional SAS LEARNING EDITION (2002). Foi utilizado o procedimento PROC MIXED, apropriado para a análise de modelos mistos desbalanceados, pois distingue claramente os efeitos fixos e os aleatórios (LITTELL et al., 1996). O modelo estatístico usado para a determinação dos efeitos genéticos, desconsiderando o efeito ambiental, foi REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita / melhor estimativa linear não-viesada). Matricialmente, o modelo misto linear geral descrito em HARVILLE (1977) é definido como:

$$y = X\beta + Zv + e$$

em que:

${}_n y$ é o vetor de observações;

${}_n X_{p+1}$ é a matriz de incidência dos efeitos fixos (conhecida);

${}_{p+1} \beta$ é o vetor de efeitos fixos desconhecidos;

${}_nZ_q$ é a matriz de incidência dos efeitos aleatórios (conhecida);

${}_q\mathbf{v}1$ é o vetor de efeitos aleatórios desconhecidos;

${}_n\mathbf{e}1$ é o vetor de erros aleatórios;

sendo, n o número de observações, p , o número de parâmetros e q o número de efeitos aleatórios.

Realizou-se ainda a comparação de médias por meio do teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro e a análise de correlação de Spearman (r_s) entre os caracteres, com a utilização do programa computacional SAS LEARNING EDITION (2002). Foram também estimadas a herdabilidade e a resposta de seleção segundo SIMMONDS (1979), com intensidade de seleção de 10%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas gerações de avaliações, a família 3 (Eliza/C-1750-15-95) revelou a menor média para lisura (mais lisa), porém não diferiu significativamente da família 2 (BP1/C-1750-15-95) na primeira geração. Em relação à coloração de tubérculo, a família 2 evidenciou o maior valor nos dois anos (coloração mais escura), porém não diferiu estatisticamente da família 1 (BP-1/Eliza) no segundo ano. Quanto à aparência geral, os menores valores da média (melhor aparência) foram revelados pelas famílias 2 e 3 na primeira e pela família 3 na segunda geração. É importante ressaltar que a família 3 se destacou como uma das progênies mais lisas e claras (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação de médias com respectivos valores inferior e superior para lisura de tubérculos de batata em duas gerações de avaliação. Pelotas, 2006

Família	Cruzamento	Valor inferior	Média ¹	Valor superior
Lisura/geração 1				
1	BP1/Eliza 22	1,00	2,34 a*	4,00
2	BP1/C-1750-15-95 27	1,00	2,05 b	3,50
3	Eliza/ C-1750-15-95 44	1,00	1,91 b	3,00
Lisura/geração 2				
1	BP1/Eliza 22	1,00	2,26 b	4,00
2	BP1/C-1750-15-95 27	2,00	2,71 a	4,00
3	Eliza/ C-1750-15-95 44	1,00	1,87 c	3,00
Cor/geração 1				
1	BP1/Eliza 22	1,00	2,19 b	4,00
2	BP1/C-1750-15-95 27	1,00	2,59 a	5,00
3	Eliza/ C-1750-15-95 44	1,00	2,04 b	4,00
Cor/geração 2				
1	BP1/Eliza 22	1,00	3,51 a	5,00
2	BP1/C-1750-15-95 27	2,00	3,72 ab	5,00
3	Eliza/ C-1750-15-95 44	1,00	3,24 b	5,00
Aparência/geração 1				
		Valor inferior	Média	Valor superior
1	BP1/Eliza 22	1,00	3,32 a	5,00
2	BP1/C-1750-15-95 27	1,50	3,02 b	5,00
3	Eliza/ C-1750-15-95 44	2,00	3,11 ab	4,50
Aparência/geração 2				
		Valor inferior	Média	Valor superior
1	BP1/Eliza 22	2,50	3,97 a	5,00
2	BP1/C-1750-15-95 27	3,00	3,92 a	5,00
3	Eliza/ C-1750-15-95 44	2,50	3,57 b	5,00

(¹) Médias seguidas de letras distintas na coluna, em cada caráter/geração diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste de separação de médias de Duncan.

Tabela 2. Estimativas do valor genético (BLUP) e respectivos limites inferior e superior, herdabilidade relativa ao valor genético (h^2) e resposta à seleção (R) com limites calculados a partir dos valores genéticos, para lisura coloração e aparência geral de tubérculos de batata em duas gerações de avaliação. Pelotas, 2006

Família	Cruzamento	BLUP	Inferior	Superior	h^2	R	Inferior	Superior
Lisura								
1	BP1/Eliza	0,12	-0,17	0,42	0,49	61,25	-83,30	205,80
2	BP1/C-1750-15-95	0,16	0,04	0,45	0,55	87,45	22,00	253,00
3	Eliza/ C-1750-15-95	-0,28	-0,58	0,02	0,69	-196,65	-400,00	10,35
Cor								
1	BP1/Eliza	-0,04	-0,35	0,27	0,13	-4,94	-45,50	35,10
2	BP1/C-1750-15-95	0,26	0,05	0,58	0,50	130,00	25,00	290,00
3	Eliza/ C-1750-15-95	-0,22	-0,54	0,03	0,47	-103,40	-253,80	14,10
Aparência								
1	BP1/Eliza	0,07	-0,09	0,23	0,27	18,09	-26,46	62,10
2	BP1/C-1750-15-95	-0,05	-0,17	0,16	0,24	-13,92	-40,80	38,10
3	Eliza/ C-1750-15-95	-0,06	-0,23	0,10	0,26	-15,86	-59,80	26,00

A análise de médias, em especial na segunda geração, permite o estabelecimento da hipótese da existência de menores chances de obtenção de plantas com tubérculos de película lisa, quando da realização de cruzamentos envolvendo genitores ásperos e intermediários e da obtenção de plantas com tubérculos de película clara, quando da realização de cruzamentos envolvendo genitores escuros e intermediários (Tabela 1). Entretanto, os genótipos não foram classificados de forma consistente nas duas gerações, indicando que existe uma elevada influência ambiental, o que torna necessária a análise dos efeitos genéticos, minimizando assim a variação de ordem não genética.

Os valores genéticos estão expressos na tabela 2. Para lisura de película, observaram-se nas famílias 1 e 2 valores positivos e semelhantes, enquanto na família 3, o valor de magnitude foi maior e com sinal negativo, favorecendo valores menores, ou seja, película mais lisa, concordando com os valores de médias, em que a família 3 mostrou-se mais lisa.

Para coloração de tubérculo, o maior valor genético positivo, ou seja, favorecendo película mais escura, foi obtido na família 2, dos genitores BP1 com película intermediária e C-1750-15-95 com película escura. O maior valor genético e negativo, isto é, favorecendo a película clara, foi obtido para a família 3, derivada de genitor com película clara (Eliza) e genitor com película escura (C-1750-15-95); no entanto, esteve no mesmo intervalo de confiança de valor genético, não diferindo de Eliza/BP1 (Tabela 2).

Em relação à aparência geral de tubérculo, verificou-se na família 3, seguida da família 2, maior

valor genético com sinal negativo (favorecendo à melhor aparência), enquanto na família 1, o valor foi positivo, favorecendo à pior aparência; porém, ambas estiveram interpostos pelo intervalo de confiança. Pode-se verificar que os valores genéticos foram semelhantes, porém não completamente iguais em relação à classificação relativa das melhores e piores famílias pela análise de médias, o que pode ter ocorrido devido ao efeito ambiental, que foi desinflacionado na análise dos valores genéticos (Tabela 2).

As estimativas de herdabilidade, calculadas a partir da relação entre o valor genético e a variância fenotípica total, estão apresentadas na tabela 2. Os valores de herdabilidade para lisura para as três famílias foram médios, variando de 0,49 a 0,69, discordando de LOVE et al. (1997), que observou valor alto para lisura. Entretanto, esses autores utilizaram genótipos que se caracterizaram pela película extremamente áspera, diferentemente deste trabalho onde os genitores foram selecionados para película lisa. Quanto à coloração de película, foi observado valor de (0,50) para as famílias 2 e 3, e a família 1 teve estimativa de (0,13). Para aparência geral, os valores permaneceram muito próximos, variando de 0,24 a 0,27. Concordando com MARIS (1988) e TAI e YOUNG (1984) ao relatarem que a aparência geral seria um caráter de baixa herdabilidade.

As respostas esperadas de seleção estão expressas na tabela 2. Para lisura de película, a família 3 (áspero x liso = C-1750-15-95 x Eliza), revelou maior valor genético para pele lisa e maior herdabilidade, conseqüentemente, a maior resposta à seleção.

Entretanto, este cruzamento não diferiu, de acordo com os intervalos inferior e superior, da resposta esperada para a família 1 (intermediário x liso - BP-1 x Eliza), indicando que para obter pele lisa deve-se cruzar pelo menos um genitor liso. A superioridade da família 3 pode ser confirmada pela maior porcentagem de plantas consideradas extremamente lisas, com notas 1 (17,24%), contrariamente à família 2 com menor porcentagem (1,11%), e à família 1 (5,68%).

Para coloração de película, a família 2 foi a que proporcionou maior valor genético e herdabilidade, as respostas com a seleção para essa família também foram as maiores, porém, favorecendo a cor mais escura. O maior ganho estimado favorecendo a pele clara foi obtido pela família 3, com ganhos estimados também superiores a 100%, e não diferindo, de acordo com os intervalos inferior e superior da família 1. Em relação à aparência, a família 3 foi a de maior ganho, porém muito próximo à família 2, enquanto para a família 1, as estimativas de resposta com a seleção seriam de maior magnitude, porém favorecendo a pior aparência. No entanto, esses valores pertenceram ao mesmo intervalo de confiança.

Enquanto o cruzamento envolvendo genitores de coloração intermediária com escura gera na sua maioria tubérculos com coloração mais escura, pode-se verificar que o cruzamento entre genitores de película lisa proporciona maior ganho genético esperado para tubérculos com película lisa, que são desejáveis. Portanto, o cruzamento envolvendo um genótipo de película clara melhora a qualidade dos tubérculos em relação à coloração (Tabela 2).

Os resultados da análise de correlação (dados não apresentados), com associações significativas a 0,01% de probabilidade de erro, confirmam a influência da lisura na aparência dos tubérculos, em que os tubérculos mais ásperos tiveram pior aparência ($r=0,20$) concordando com (SILVA et al., 2007). Lisura de película esteve associada também à coloração de tubérculos ($r=0,40$), devido principalmente aos efeitos da cultivar Eliza que possui película lisa e clara, e ao genitor áspero C-1750-15-95, de coloração amarelo-escura. Além da lisura de película, a coloração dos tubérculos também influenciou na preferência visual dos avaliadores, ficando os tubérculos mais escuros com pior aparência ($r=0,29$) concordando com (SILVA et al., 2007). Esse fato indica que a seleção para lisura de película tem influência na aparência dos tubérculos e é também relacionada com a coloração dos tubérculos.

Conforme verificado neste trabalho e confirmado por MARIS (1988) e TAI e YOUNG (1984), a

aparência geral de tubérculo tem herdabilidade reduzida, entretanto em seus componentes há valores relativamente maiores, e como estes são correlacionados, a seleção indireta pode ser melhor alternativa à seleção direta em aparência geral.

4. CONCLUSÕES

1. Para a geração de populações superiores em qualidade de película é necessário a inclusão de genitores de película lisa e clara.

2. Os caracteres lisura de película e coloração de tubérculo estão correlacionados com o caráter aparência geral de tubérculo e evidenciam maior herdabilidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe de apoio do Melhoramento Genético da Batata; aos colegas e professores do Departamento de Fitomelhoramento da Faculdade de Agronomia 'Eliseu Maciel' e à CAPES pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, F.I.F. de; SILVA, S.A.; KUREK, A.J. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2001. 99p.
- HARVILLE, D.A. Maximum-likelihood approaches to variances component estimation and to related problems. **Journal of the American Statistical Association**, v. 72, n. 358, p. 320-338, 1977.
- LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. **SAS system for mixed models**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996, 633p.
- 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. 199-213, 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. 205-224, 1988.
- PEREIRA, A.S. Melhoramento genético. In. PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. **O Cultivo da Batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 105-123.
- ROSS, H. **Potato Breeding: problems and perspectives**. Advances in Plant Breeding, Supplement 13. Hamburg: Paul Parey, 1986. 196p.

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

SILVA, G.O. da; PEREIRA A. da S.; SOUZA, V.Q. de; CARVALHO, F.I.F. de; NETO, R.F. Correlações entre caracteres de aparência e rendimento e análise de trilha para aparência de batata. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 381-388, 2007.

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

TAI, G.C.C. Effectiveness of visual selection for early clonal generation seedlings of potato. **Crop Science**, Madison, v. 15, n. 1, p. 15-18, 1975.

TAI, G.C.C.; YOUNG, D.A. Early generation selection for important agronomic characteristics in a potato breeding population. **American Potato Journal**, Orono, v. 61, n. 7, p. 419-434, 1984.