

Relações entre caracteres de rendimento e aparência e análise de trilha para aparência de tubérculos de batata em primeira geração clonal



Foto: Giovane Olegario da Silva

ISSN 1677-2229

Outubro, 2012

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 85

**Relações entre caracteres
de rendimento e aparência e
análise de trilha para aparência
de tubérculos de batata em
primeira geração clonal**

Giovani Olegário da Silva

Arione da Silva Pereira

Fabio Suinaga

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças

Endereço: 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.cnph.embrapa.br

E-mail: sac@cnph.embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: Warley Marcos Nascimento

Editor Técnico: Fabio Akyoshi Suinaga

Supervisor Editorial: George James

Secretária: Gislaíne Costa Neves

Membros: Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho

Carlos Alberto Lopes

Ítalo Morais Rocha Guedes

Jadir Borges Pinheiro

José Lindorico de Mendonça

Mariane Carvalho Vidal

Neide Botrel

Rita de Fátima Alves Luengo

Normalização bibliográfica: Antonia Veras

Editoração eletrônica: André L. Garcia

1ª edição

1ª impressão (2012): 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

Relações entre caracteres de rendimento e aparência e análise de trilha para aparência de tubérculos de batata em primeira geração clonal / Giovani Olegário da Silva, Arione da Silva Pereira, Fábio Suinaga. – Brasília, DF : Embrapa Hortaliças, 2012.

16 p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças ; 85).

ISSN 1677-2229

1. Batata. 2. Características agronômicas. 3. Solanum tuberosum. I. Pereira, A. da S. II. Suinaga, F. A. III. Título. IV. Série.

CDD 633.491

©Embrapa, 2012

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	10
Conclusões.....	14
Referências	14

Relações entre caracteres de rendimento e aparência e análise de trilha para aparência de tubérculos de batata em primeira geração clonal

*Giovani Olegário da Silva*¹

*Arione da Silva Pereira*²

*Fabio Suinaga*³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi verificar as correlações entre caracteres componentes da aparência e rendimento e a análise dos efeitos diretos e indiretos no caractere aparência de tubérculos de batata provenientes da primeira geração clonal. Foi utilizada uma população de batata composta por 15 famílias, de 60 genótipos cada. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul, no outono de 2005. Foram avaliados 16 caracteres fenotípicos. De posse destes dados, foram realizadas análises de variância, de correlação de Spearman e análise de trilha para o caractere aparência de tubérculos. Almejando-se o aumento no rendimento de tubérculos deve-se selecionar tubérculos de maior tamanho, maior massa média, e plantas com maior número de tubérculos, mais vigorosas a campo e mais tardias. Para a melhoria da

¹ Eng. Agr., DSc. Embrapa Hortaliças. Brasília, DF – olegario@cnph.embrapa.br

² Eng. Agr., DSc. Embrapa Clima Temperado. Brasília, DF – arione@cpact.embrapa.br

³ Eng. Agr., DSc. Embrapa Hortaliças. Brasília, DF – fabio@cnph.embrapa.br

aparência, deveriam ser selecionados tubérculos mais uniformes em formato e tamanho, com coloração mais clara, com formato menos alongado e curvados; porém a pressão de seleção não poderia ser alta devido às fracas associações com aparência.

Relations among characters of yield and appearance and path analysis for potato tuber appearance in the first clone generation

Abstract

The objective of this research was to estimate the correlations between characters of appearance and yield and the direct and indirect effects in tuber appearance on potatoes plants of first generation. In this essay, the potato hybrid population was composed by 15 families with 60 genotypes each. The experiment was assessed in the experimental field of Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil, in autumn of 2005 where 16 phenotypic characters were evaluated. From these data, it was performed the analysis of variance, Spearman's correlation and path analysis for the character tuber appearance. Based on the results of these analysis, in order to increase tuber yield it is necessary to select for large tubers, with large average tuber mass, and higher number of tubers, more vigorous and late season plants. To improve the appearance, tubers might be selected for more uniform size and shape, with light color, less elongated and curved. Also, it is important that the selection pressure could not be high because of the weak associations with appearance.

Keywords: *Solanum tuberosum* L.; correlations; direct and indirect effect.

Introdução

O grande desafio dos programas de melhoramento genético de batata consiste em disponibilizar genótipos que atendam às exigências dos consumidores, que cada vez mais priorizam produtos de qualidade (visuais e culinárias), dos produtores (maior rendimento) e das indústrias (qualidade industrial). Desta forma, caracteres como aparência e rendimento de tubérculos tornam-se muito importantes para o melhoramento.

A dificuldade em atender a estas exigências reside no estreitamento da base genética da cultura (HAWKES, 1978), exigindo assim maior eficiência dos programas de melhoramento em identificar genótipos superiores. Portanto, análises que venham a auxiliar na escolha da melhor estratégia de seleção, tais como análises de correlação e de trilha, podem ser importantes ferramentas para o melhor entendimento das relações genéticas entre os caracteres.

A seleção indireta, através de caracteres correlacionados, permite que caracteres mais complexos, como rendimento de tubérculos e aparência, que são influenciados por caracteres mais simples possam ser melhorados mesmo que não ocorra seleção direta. Assim, a seleção baseada em caracteres menos complexos, com maior herdabilidade e correlações elevadas torna-se viável (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Outra forma de compreender a relação entre caracteres mais e menos complexos consiste na análise de trilha. Através desta torna-se possível desdobrar os coeficientes de correlação simples em seus efeitos diretos e indiretos, melhorando o entendimento das relações de causa e efeito entre as variáveis estudadas (BARBOSA, 1996; CARVALHO et al., 2004).

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar as correlações existentes entre caracteres componentes da aparência e rendimento bem como a análise dos efeitos diretos e indiretos no caractere aparência de tubérculos de batata em primeira geração clonal.

Material e Métodos

Este experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Clima Temperado no outono de 2005. Foi utilizada uma população de batata composta por 15 famílias, contendo 60 genótipos cada. No outono de 2005 os tubérculos foram plantados em blocos ao acaso com três repetições. A parcela experimental foi composta por 20 genótipos de cada família. O espaçamento foi de 0,30 e 0,80m, entre plantas e entre linhas, respectivamente. Após a maturação (senescência das folhas e hastes), as plantas foram colhidas separadamente, transportadas até um galpão de cura e realizadas as avaliações nos tubérculos.

Os caracteres avaliados nos tubérculos de cada planta foram: rendimento de tubérculos (g/planta); número de tubérculos por planta; massa média de tubérculos (g). Através de escala de notas, que variaram de 1 a 5 com intervalos de 0,50, foram avaliados os seguintes caracteres: coloração de tubérculos (1- amarelo, 2- amarelo claro, 3- intermediário, 4- vermelho claro, 5- vermelho escuro); formato de tubérculo (1- formato alongado, 5- redondo); uniformidade do tipo de formato do tubérculo (1- uniforme, 5- desuniforme); tamanho do maior tubérculo (1- grande, 5- pequeno); uniformidade do tamanho dos tubérculo (1- uniforme, 5- desuniforme); aspereza da película (1- lisa, 5- reticulada); profundidade dos olhos (1- raso, 5- profundo); sobancelha (1- sem sobancelhas, 5- extremamente proeminentes); achatamento de tubérculos (1- tubérculos não achatados, 5- extremamente achatados); curvatura de tubérculo (1- não curvados, 5- extremamente curvados); apontamento de tubérculos (1- não apontados, 5- extremamente apontados) e aparência de tubérculo (1- excelente, 5- péssima). Para aparência, tubérculos excelentes foram os que não apresentaram defeitos em relação aos caracteres descritos acima. Além dessas avaliações, foram efetuadas observações no campo em relação à maturidade de planta (1- tardia, 5- precoce) e vigor de planta (1- mais vigorosa, 5- menos vigorosa). Todas as avaliações foram adaptadas de Love et al (1997).

Para determinar o grau de associação entre os caracteres em estudo foi utilizado o programa computacional SAS Learning Edition (SAS INSTITUTE, 2002), a fim de realizar a análise de correlação de

Spearman (r_s), seguindo o modelo estatístico descrito por Siegel (1975). A matriz de correlação foi analisada no programa GENES (CRUZ, 2001), para o diagnóstico de multicolinearidade e trilha, de modo a identificar a magnitude dos efeitos diretos e indiretos dos caracteres que influenciam na aparência de tubérculo.

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância, exceto para uniformidade de tamanho e apontamento de tubérculo, todos os demais caracteres apresentaram diferenças significativas, indicando a efetividade destes caracteres em diferenciar os genótipos utilizados no estudo. Os caracteres vigor e maturidade de planta observados no campo também apresentaram diferenças significativas (dados não publicados).

Em relação às correlações com o caractere rendimento de tubérculos, considerando àquelas classificadas acima de medianas (estimativa superior de 0,30), ganhos indiretos poderiam ser esperados pela seleção de tubérculos de maior tamanho, com maior massa média e com a seleção das plantas com maior número de tubérculos, mais vigorosas a campo e mais tardias. Esta última correlação provavelmente ocorreu devido ao fato de plantas mais tardias permanecerem mais tempo realizando fotossíntese e acumulando reservas. De forma análoga, para o caractere vigor, plantas mais vigorosas apresentam maior quantidade de massa verde, realizando maior fotossíntese, além de sistema radicular mais profundo, o que facilita a absorção de nutrientes. Thompson et al. (1983), produzindo *Solanum tuberosum* spp. *andigena* a campo, também verificaram incremento no rendimento com aumento no tamanho de tubérculo. As correlações de vigor e maturação com rendimento concordam com as obtidas por Barbosa (1996), que verificou aumento no rendimento com ciclos maiores ($r = 0,15$) e maior vigor ($r = 0,39$). Ortiz e Golmiarzale (2003) também observaram que plantas mais vigorosas apresentam maior rendimento ($r = 0,87$).

Quanto ao número e massa média de tubérculos, os resultados concordam com Maris (1988) e Silva et al., (2008), que verificaram acréscimo no rendimento com a elevação no número e massa média

de tubérculos. Fato semelhante foi observado por Gopal et al. (1994), que na geração de plântulas, encontraram correlações significativas entre rendimento e número e massa média de tubérculos. Por sua vez, Rodrigues e Pereira (2003), encontraram correlações positivas e significativas entre número e rendimento e entre massa média e rendimento, cultivando genótipos em segunda geração clonal. Por final, correlações significativas entre rendimento e número de tubérculos também foram relatadas por Pinto et al. (1994), que produziram plântulas a campo.

Em relação à análise de trilha, os coeficientes de determinação, que se referem à estimativa de quanto os caracteres utilizados estão representando a expressão do caráter principal, foram de 0,75 para a primeira geração clonal (Tabela 2). Além disto, pôde-se verificar que os caracteres com maior efeito direto sobre aparência foram: cor, formato, uniformidade de formato e de tamanho, e curvatura de tubérculos. As características de uniformidade de tamanho e formato, que haviam apresentado correlação mediana, tiveram efeitos diretos menores, devido aos pequenos efeitos indiretos de vários caracteres. O caractere cor de tubérculo manteve o pequeno efeito em aparência mostrado pela correlação, onde tubérculos de coloração mais vermelha tiveram pior aparência. Os caracteres formato e curvatura de tubérculos apresentam pequenos efeitos diretos, porém maiores que os valores de correlação - indicando que tubérculos mais curvados e compridos apresentam efeito negativo na aparência - e que seus efeitos de correlação estavam mascarados pelo efeito indireto simultâneo (Tabela 2), visto que tubérculos mais alongados tendem a ser mais curvados (Tabela 1).

A possibilidade de obtenção de ganhos correlacionados em aparência pela seleção em tubérculos menos alongados concorda com Silva et al. (2008), que avaliaram duas populações de batata na geração de plântula. Em relação às uniformidades de tamanho e de formato, curvatura de tubérculo e formato, os resultados concordam com Silva et al., (2009), que avaliaram de forma conjunta uma população composta por 15 famílias, na fase de plântula, e na primeira e segunda geração clonal. Estes autores verificaram ainda que a aparência de tubérculos foi favorecida por genótipos que apresentaram tubérculos menos achatados e com maior tamanho.

Tabela 1. Coeficientes de correlação fenotípica entre caracteres de aparência e rendimento de tubérculo medidos a campo em clones de batata na primeira geração clonal. Pelotas, 2005.

Caractere	COR	ASP	APA	FOR	UFO	TAM	UTA	POL	SOB	NTU	REN	MAM	APO	CUR	ACH	VIG
ASP	0,06															
APA	-0,21*	0,06*														
FOR	-0,13*	0,02	0,07													
UFO	0,02	0,14*	0,32*	-0,06												
TAM	0,16*	-0,01	0,06	0,07	0,05											
UTA	-0,13*	0,08	0,30*	0,05	0,23*	-0,26*										
POL	-0,01	0,16*	0,06	0,23*	0,21*	-0,14*	0,11*									
SOB	0,08	0,15*	0,08	-0,23*	0,29*	-0,14*	0,13*	0,27*								
NTU	-0,28*	0,06	0,01	0,07	0,04	-0,25*	0,40*	-0,07	-0,01							
REN	-0,26*	0,11*	-0,11*	0,06	-0,07	-0,66*	0,27*	0,10*	-0,01	0,71*						
MAM	-0,13*	0,04	-0,15*	0,07	-0,22*	-0,68*	-0,02	0,13*	-0,05	0,10*	0,63*					
APO	0,09	0,10*	0,16*	-0,46*	0,29*	0,07	-0,04	0,06	0,27*	-0,07	-0,13*	-0,17*				
CUR	0,15	0,08	0,17*	-0,54*	0,25*	0,01	-0,05	0,03	0,29*	-0,12*	-0,15*	-0,17*	0,70*			
ACH	0,05	0,20*	0,03	0,01	0,05	-0,40*	0,18*	0,20*	0,04	0,15*	0,32*	0,25*	0,08	0,12*		
VIG	0,08	0,16*	0,12*	0,10*	-0,16*	0,40*	-0,08	-0,20*	-0,24*	-0,31*	-0,42*	-0,17*	-0,22*	-0,24*	-0,25*	
MAT	0,06	-0,03	0,07	0,09	-0,03	0,38*	-0,02	-0,14*	-0,12*	-0,06	-0,29*	-0,23*	-0,10*	-0,16*	-0,15*	0,54*

*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste T. COR: cor; ASP: aspereza; APA: aparência; FOR: formato; UFO: uniformidade de formato; TAM: tamanho de tubérculo; UTA: uniformidade de tamanho de tubérculo; POL: profundidade de olho; SOB: sobranceira; NTU: número de tubérculos; REN: rendimento; MAM: massa média; APO: apontado; CUR: curvatura de tubérculo; ACH: achatamento de tubérculo; VIG: vigor; MAT: maturação.

Tabela 2. Análise de trilha para caracteres de aparência de tubérculo em clones em primeira geração. Pelotas, 2005.

Caractere	Efeito Indireto ¹											Efeito Direto ⁴		
	COR ³	ASP	FOR	UFO	TAM	UTA	POL	SOB	APO	CUR	ACH			
COR ²		-0,008	-0,026	0,005	0,022	-0,037	0,001	0,001	0,005	0,035	-0,001	-0,203		
ASP	-0,013		0,005	0,030	-0,001	0,021	-0,006	0,001	0,005	0,020	0,003	0,130		
FOR	0,026	-0,003		-0,012	0,010	0,015	-0,008	-0,002	-0,026	-0,130	0,001	0,202		
UFO	-0,004	-0,019	-0,012		0,006	0,062	-0,007	0,003	0,016	0,059	0,001	0,215		
TAM	-0,032	0,001	0,015	0,010		-0,071	0,005	-0,001	0,004	0,002	-0,007	0,140		
UTA	0,027	-0,010	0,011	0,048	-0,036		-0,004	0,001	-0,002	-0,012	0,003	0,273		
POL	0,001	-0,021	0,046	0,045	-0,019	0,029		0,002	0,003	0,007	0,003	-0,035		
SOB	-0,015	-0,019	-0,047	0,063	-0,020	0,035	-0,009		0,015	0,067	0,001	0,010		
APO	-0,020	-0,013	-0,093	0,061	0,009	-0,012	-0,002	0,002		0,170	0,001	0,056		
CUR	-0,030	-0,011	-0,110	0,053	0,001	-0,013	-0,001	0,003	0,040		0,002	0,238		
ACH	0,010	-0,026	0,002	0,010	-0,055	0,048	-0,007	0,001	0,005	0,028		0,017		

¹Efeito indireto dos caracteres ⁽²⁾ via os caracteres ⁽³⁾ sobre aparência; ⁴Efeito direto, dos caracteres⁽²⁾ sobre a aparência; COR: cor; ASP: aspeza; FOR: formato; UFO: uniformidade de formato; TAM: tamanho de tubérculo; UTA: uniformidade de tamanho de tubérculo; POL: profundidade de olho; SOB: sobranceia; APO: apontado; CUR: curvatura de tubérculo; ACH: achatamento de tubérculo.

Conclusões

Para o aumento no rendimento de tubérculos devem ser selecionados tubérculos de maior tamanho, maior massa média, e plantas com maior número de tubérculos, mais vigorosas a campo e mais tardias.

Para a melhoria da aparência, deveriam ser selecionados tubérculos mais uniformes em formato e tamanho, com coloração mais clara, com formato menos alongados e menos curvados; porém a pressão de seleção não poderia ser alta devido às fracas associações com aparência.

Agradecimentos

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

Referências

BARBOSA, M. H. P. **Capacidade combinatória e comparação entre critérios de seleção de clones de batata**, 1996. 138 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) –Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CARVALHO, F. I. F. de; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: 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.

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

HAWKES, J. G. History of the potato. In: HARRIS, P. M. **The potato crop: the scientific basis for improvement**, London: Chapman & Hall, 1978. p. 1-14.

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, 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, p. 205-209, 1988.

ORTIZ, R.; GOLMIRZALE, A. M. Genetic parameters for agronomic characteristics. I. Early and intermediate breeding populations of true potato seed. **Hereditas**, Lund, v. 139, p. 212-216, 2003.

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, p. 771-778, 1994.

RODRIGUES, A. F. S.; PEREIRA, A. da S. Correlações inter e intragerações e herdabilidade de cor de chips, matéria seca e produção em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, p. 599-604, 2003.

SAS INSTITUTE. **Getting Started with the SAS Learning Edition**. Cary, 2002.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975. 100 p.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, V. Q.; CARVALHO, F. I. F. de; FRITSCHÉ NETO, R. Seleção para caracteres componentes de aparência e rendimento de tubérculo em plântulas de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 323-327, 2008.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, V. Q.; CARVALHO, F. I. F. de; FRITSCH NETO, R. Correlações entre caracteres fenotípicos e análise de trilha para aparência e rendimento de batata. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, p. 63-68, 2009.

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, p. 393-401, 1983.