

Correlações entre caracteres fenotípicos e análise de trilha para aparência e rendimento de batata

Giovani Olegario da Silva¹
Arione da Silva Pereira²
Velci Queiroz de Souza³
Fernando Irajá Félix de Carvalho³
Roberto Fritsche Neto⁴

RESUMO

A seleção indireta por meio de caracteres associados permite que caracteres mais complexos, como rendimento e aparência de tubérculos, que são influenciados por caracteres mais simples e, portanto, governados por vários genes e muitas vezes com grande ação do ambiente, possam ser melhorados mesmo que não seja feita seleção direta. O objetivo do presente trabalho foi verificar as correlações de ordem genética entre caracteres fenotípicos, bem como a influência direta nos caracteres aparência e rendimento de tubérculo, nas três primeiras gerações de seleção de batata. Os experimentos foram realizados na Embrapa Clima Temperado em agosto de 2004 (geração de plântula) e 2005 (primeira geração clonal) e fevereiro de 2006 (segunda geração clonal). Cruzamentos entre os genótipos C-1750-15-95, 2CRI-1149-1-78, C-1786-6-96, Eliza, White Lady, Asterix, BP-1, Vivaldi e Ágria originaram cada uma das 20 famílias estudadas. As parcelas foram compostas de uma amostra de 15 plântulas de uma família. Após cada colheita, foram avaliados 14 caracteres fenotípicos nos tubérculos. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta, correlações genéticas, análise de multicolinearidade e análise de trilha, considerando as três gerações. Com exceção de tamanho de tubérculos, todos os demais caracteres apresentaram-se significativos em diferenciar as famílias estudadas. Pode-se concluir que maior tamanho e uniformidade de tamanho dos tubérculos proporcionam maiores rendimentos. O maior rendimento, no entanto, é acompanhado de menor peso médio e maior número de tubérculos. A aparência dos tubérculos é favorecida em genótipos que apresentam tubérculos com equilíbrio entre maior tamanho, rendimento e número, bem como, mais uniformidade em tamanho e em formato, mais arredondamento e menos curvatura e achatamento.

Palavras chave: *Solanum tuberosum* L., correlações genéticas, gerações precoces de seleção.

ABSTRACT

Correlation among phenotypic characters and path analysis as an indirect selection criterion for potato productivity and appearance

The indirect selection, through associated characters allows that more complex characters, as yield and tuber appearance, that are influenced by simpler characters and, therefore, governed by several genes and a lot of times with great environment action, can be breeding. The objective of the present work was to verify the genetic correlations among phenotypic characters as well as the direct influence in the appearance and tuber yield characters in the first

Recebido para publicação em dezembro de 2007 e aprovado em janeiro de 2009

¹ Embrapa Hortaliças, BR 060, CP 218, 70359-970, Gama, DF email: olegario@cnph.embrapa.br

² Embrapa Clima Temperado. Email: arione@cpact.embrapa.br

³ Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel) email velciq@gmail.com carvalho@ufpel.edu.br

⁴ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (USP) email:rfneto@esalq.usp.br

three potato generations selection. The experiments were accomplished in Embrapa Clima Temperado in August of 2004 (seedling generation) and 2005 (first clonal generation) and February of 2006 (second clonal generation). Crossings among the genotypes C-1750-15-95, 2CRI-1149-1-78, C-1786-6-96, Eliza, White Lady, Asterix, BP-1, Vivaldi and Ágria originated each one of the 20 studied families. Each plot was composed of a family 15 seedlings sample. After each crop, were appraised 14 tuber phenotypic characters. Three generations data were submitted to variance analysis, genetic correlations, multicollinearity and path analysis. Except for tuber size, all the other characters were appropriate in differentiating the studied families. It can be conclude that the increase in the size and in the uniformity of tuber size provide larger yields. However larger yield is accompanied of smaller medium tuber weight and larger tuber number. The tuber appearance is favored by a balance among larger tuber size, yield and number, more uniformity in size and in format of tubers, tubers less prolonged, curved and flat.

Key words: *Solanum tuberosum* L., genetic correlations, early generation selection.

INTRODUÇÃO

Várias são as características que devem ser consideradas pelo melhorista de batata no momento da seleção. Dentre elas, muita importância é dada ao rendimento de tubérculos, objetivando maior rentabilidade para os produtores, e à aparência dos tubérculos, que influencia na preferência visual dos consumidores quando da venda *in natura*. O desafio de atender essas exigências requer boa eficiência dos programas de melhoramento em identificar genótipos superiores. Portanto, procedimentos que venham a auxiliar na escolha da melhor estratégia de seleção, tais como as análises de associação entre caracteres, tornam-se importantes ferramentas para o melhor entendimento das relações genéticas entre estes.

A seleção indireta, ou direta, por meio de caracteres associados permite que caracteres mais complexos, como rendimento e aparência de tubérculos, que são influenciados por caracteres mais simples e, portanto, governados por vários genes e muitas vezes com grande ação do ambiente, possam ser melhorados, mesmo que não ocorra seleção direta. Assim, caracteres menos complexos, com maior herdabilidade e correlações elevadas, favorecem a seleção (Cruz & Regazzi, 2001).

A análise de trilha permite 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).

O objetivo do presente trabalho foi verificar as correlações de ordem genética entre caracteres fenotípicos, bem como a influência direta para os caracteres aparência e rendimento de tubérculo, nas três primeiras gerações de seleção de batata.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no campo experimental da sede da Embrapa Clima Temperado, em agosto de 2004 e 2005 e fevereiro de 2006.

As plântulas foram originadas de sementes botânicas obtidas de hibridações controladas entre genitores 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, Ágria). Cada cruzamento originou uma das 20 famílias, as quais 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). Os sacos plásticos foram distribuídos em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi composta de uma amostra 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) avaliando-se os tubérculos. Após as avaliações, os tubérculos foram armazenados em câmara fria a 4°C.

Em agosto de 2005, um tubérculo de tamanho mediano de cada genótipo foi cultivado em campo (primeira geração clonal), segundo o método genealógico de condução de populações, utilizando o mesmo delineamento experimental de 2004. Após a maturação (senescência das folhas e hastes), as plantas foram colhidas separadamente e transportadas até um galpão de cura, onde foram realizadas as avaliações.

Em fevereiro de 2006, três tubérculos de tamanho mediano de cada genótipo foram cultivados em campo (segunda geração clonal), utilizando o mesmo delineamento experimental de 2005. Após a maturação, cada genótipo,

representado por três clones, foi colhido separadamente, para a realização das avaliações nos tubérculos.

Os caracteres avaliados nos tubérculos de cada planta em ambas as gerações foram: o rendimento (g), o número/planta, e a massa média de tubérculos (g.planta⁻¹). Com notas de 1 a 5 (1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5 ou 5) forma avaliados: 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); aspereza 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).

Foi utilizado o programa computacional GENES (Cruz, 2001) para a realização da análise de variância conjunta, correlações genéticas, análise de multicolinearidade e análise de trilha, considerando as três gerações e análises de homogeneidade de variância (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors).

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

Todos os caracteres apresentaram normalidade de distribuição e homogeneidade das variâncias residuais, que são pressuposições para testes paramétricos.

De acordo com a análise de variância conjunta para as gerações de plântula, primeira e segunda geração clonal, todos os caracteres apresentaram-se significativos em diferenciar as famílias estudadas a 5% de probabilidade, com exceção de tamanho de tubérculos. As variáveis de resposta uniformidade de formato e de tamanho, apontamento, curvatura, achatamento e número de tubérculos apresentaram interação com o fator geração, indicando que, para esses caracteres, todas as famílias não apresentaram desempenho semelhante nas três gerações e para os demais caracteres, a interação com o fator geração não foi significativa. Os coeficientes de variação não superaram 30%, indicando boa precisão experimental (dados não apresentados).

Fortes coeficientes de correlação genética indicam que para aumento do rendimento a seleção deveria ser aplicada principalmente a genótipos com tubérculos de melhor aparência, mais uniformidade em relação a formato e tamanho, com maiores tamanho e número de tubérculos, o que, no entanto, ocasionaria o aumento do achatamento

dos tubérculos, o que não é desejável (Tabela 1). O acréscimo no rendimento selecionando genótipos com tubérculos de maior tamanho concorda com Thompson *et al.* (1983).

Para melhoria na aparência geral, ou seja, maiores valores, correlações fortes indicam que ganhos seriam obtidos na seleção de genótipos com tubérculos de maior tamanho e rendimento, genótipos com tubérculos mais uniformes em tamanho e, principalmente, genótipos com tubérculos mais uniformes em formato, devido à correlação perfeita com este último caráter (Tabela 1).

Além das correlações com rendimento e aparência de tubérculos, correlações fortíssimas podem ser verificadas entre os caracteres uniformidade de formato, de tamanho e de apontamento com curvatura, indicando que tubérculos mais uniformes em formato também o são em relação à uniformidade de tamanho e, da mesma forma, tubérculos mais apontados tendem a ser mais curvados. Correlações fortes indicam ainda que tubérculos menos apontados e curvados também refletem em tubérculos mais arredondados, porém mais ásperos. Correlações fortes indicam também que maior número de tubérculos favorece os menos ásperos, porém com problemas de menor peso médio e maior apontamento. Correlações desejáveis podem ser verificadas ainda em relação a tubérculos com maior tamanho, que favorecem menor proeminência de sobrançelha. Tubérculos mais redondos, por favorecer menor profundidade de olhos, e tubérculos de maior peso médio determinam tubérculos menos apontados (Tabela 1).

A análise de multicolinearidade ou de inter-relação entre as variáveis, detectou colinearidade moderada para as covariáveis relacionadas com rendimento e aparência de tubérculos. Segundo Coimbra *et al.* (2005), para obtenção dos efeitos diretos e indiretos da análise de trilha, é necessário que a matriz $X'X$ esteja bem condicionada. Problemas da multicolinearidade podem torná-la não-singular, fazendo, conseqüentemente, com que as estimativas de mínimos quadrados não sejam confiáveis. Na presença da multicolinearidade, o estimador de mínimos quadrados, obtido $(X'X)\beta = X'Y$, pode estar associado a uma variância muito alta e para atenuar esse efeito adverso pode ser utilizada uma constante k na diagonal da matriz $X'X$. De modo geral, procura-se atenuar esse efeito adverso, modificando ligeiramente o sistema de equações normais, pela adição de uma constante k na diagonal da matriz. Deve ser escolhido o menor valor de k , para o qual a maioria dos coeficientes de trilha, associados aos vários caracteres, estejam estabilizados. Com base em gráficos, pode ser estabelecido o valor de k facilmente. Portanto, os efeitos foram corrigidos com coeficientes k : 0,35 e 0,31, respectivamente (Cruz, 2001).

Tabela 1. Coeficientes de correlação genética conjunta entre caracteres fenotípicos de tubérculos de batata, para as gerações de plântula, primeira e segunda geração clonais

Caráter	ASP	APA	FOR	UFO	TAM	UTA	POL	SOB	NTU	REN	MAM	APO	CUR
APA	0.24*												
FOR	0.47*	-0.44*											
UFO	0.03	1.00*	-0.56*										
TAM	0.19*	0.72*	0.07	0.72*									
UTA	0.26*	0.76*	-0.11	0.98*	0.58*								
POL	0.45*	-0.13	0.62*	-0.16*	0.06	0.27*							
SOB	0.41*	0.29*	0.04	0.24*	0.68*	0.35*	0.29*						
NTU	0.62*	0.37*	0.39*	-0.04	0.14	0.09	0.09	0.49*					
REN	0.22*	0.61*	0.18*	0.70*	0.83*	0.89*	-0.21*	0.36*	0.60*				
MAM	-0.45*	0.17*	-0.35*	0.53*	0.43*	0.51*	-0.25*	-0.34*	-0.73*	-0.18*			
APO	-0.67*	0.20*	-0.87*	0.48*	0.00	0.13	-0.42*	-0.04	-0.72*	-0.41*	0.61*		
CUR	-0.76*	0.25*	-0.89*	0.35*	-0.17*	-0.09	-0.59*	-0.15*	-0.49*	-0.30*	0.44*	0.98*	
ACH	-0.04	-0.26*	0.02	-0.28*	-0.34*	-0.15*	0.07	0.03	-0.55*	-1.06*	0.08	0.34*	0.10

*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste T.

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

Em relação à análise de trilha, os coeficientes de determinação, que se referem à estimativa de quanto os caracteres utilizados estão representando a expressão dos caracteres principais rendimento e aparência, foram de 0,99, indicando boa representação dos caracteres na expressão dos caracteres principais.

Para rendimento de tubérculos, os caracteres aparência e uniformidade de formato, que apresentaram correlações genéticas fortes, demonstraram efeito direto inverso, por causa dos efeitos indiretos negativos, principalmente desses caracteres um sobre o outro, e graças aos efeitos da uniformidade de tamanho e do tamanho de tu-

bérculos. Isto indica que esses dois últimos caracteres são responsáveis pelas correlações citadas e devem ser considerados no momento da seleção; a associação linear destes caracteres com rendimento pode ser confirmada pelo elevado efeito direto em rendimento (1,22 e 1,56, respectivamente) (Tabela 2).

Os efeitos diretos inversos de achatamento de tubérculo confirmam a indicação de que com a obtenção de maior rendimento aumenta o achatamento dos tubérculos, o que não é desejável. Número de tubérculos demonstrou ter efeito direto não condizente com a correlação positiva, pela influência indi-

Tabela 2. Análise de trilha para rendimento de tubérculo em batata nas três primeiras gerações de seleção

Caráter	Efeito Indireto ¹													Efeito Direto ⁴
	APA ³	ASP	FOR	UFO	TAM	UTA	POL	SOB	NTU	MAM	APO	CUR	ACH	
APA ²		0,01	-0,03	-0,42	0,88	1,18	0,07	-0,19	-0,03	-0,22	-0,01	0,10	0,12	-0,61
ASP	-0,15		0,03	-0,01	0,23	0,41	-0,25	-0,27	-0,06	0,57	0,01	-0,31	0,02	0,01
FOR	0,27	0,01		0,24	0,09	-0,17	-0,35	-0,02	-0,04	0,44	0,01	-0,37	-0,01	0,06
UFO	-0,62	0,01	-0,04		0,88	1,52	0,09	-0,16	0,01	-0,67	-0,01	0,14	0,12	-0,42
TAM	-0,45	0,01	0,01	-0,30		0,90	-0,03	-0,45	-0,01	-0,55	0,00	-0,07	0,16	1,22
UTA	-0,47	0,01	-0,01	-0,42	0,71		-0,15	-0,23	-0,01	-0,65	-0,01	-0,03	0,07	1,56
POL	0,08	0,01	0,04	0,07	0,08	0,42		-0,19	-0,01	0,32	0,01	-0,24	-0,03	-0,56
SOB	0,01	-0,18	0,01	-0,10	0,84	0,55	-0,16		-0,05	0,43	0,01	-0,06	-0,01	-0,66
NTU	-0,23	0,01	0,02	0,01	0,17	0,14	-0,05	-0,33		0,92	0,01	-0,20	0,25	-0,09
MAM	-0,11	-0,01	-0,02	-0,22	0,57	0,79	0,14	0,22	0,07		-0,01	0,18	-0,04	-1,27
APO	-0,12	-0,01	-0,05	-0,20	-0,01	0,20	0,24	0,02	0,07	-0,77		0,40	-0,15	-0,01
CUR	-0,15	-0,01	-0,06	-0,15	-0,20	-0,14	0,33	0,09	0,05	-0,57	-0,01		-0,05	0,41
ACH	0,16	-0,01	0,01	0,12	-0,42	-0,24	-0,04	-0,02	0,05	-0,10	-0,05	0,04		-0,45

¹EI- Efeito indireto, dos caracteres (°) via os caracteres (°) sobre rendimento de tubérculos;

⁴ED- Efeito direto, dos caracteres(°) sobre rendimento de tubérculos; ASP: aspereza; APA: aparência; FOR: formato; UFO: uniformidade de formato; TAM: tamanho; UTA: uniformidade de tamanho; POL: profundidade de olho; SOB: sobrançelha; NTU: número de tubérculos; MAM: massa média; APO: apontado; CUR: curvatura de tubérculo; ACH: achatamento de tubérculo.

reta de peso médio de tubérculos. No entanto, peso médio de tubérculos, que apresentou correlação fraca e negativa, teve efeito direto também negativo, porém mais forte, em rendimento de tubérculos, indicando que com o aumento no rendimento perde-se em peso médio, associação muito importante por afetar diretamente a quantidade de tubérculos comercializáveis. O efeito indireto no número de tubérculos indica que o fato de este caráter não ter efeito direto sobre rendimento deve ser considerado em conjunto com peso médio de tubérculos, pela correlação negativa entre estes (-0,73) que concorda com Maris (1988), Rodrigues & Pereira (2003) e Gaur & Kishore (1978). Portanto, ganhos em rendimento podem acarretar maior número, porém menor peso médio dos tubérculos (Tabela 2).

Os caracteres tamanho, rendimento e uniformidades de tamanho e de formato de tubérculo, que apresentaram correlação genética com aparência, mantiveram efeitos diretos positivos, porém mais reduzidos para os três últimos caracteres, indicando que a seleção para estes caracteres proporciona ganhos genéticos para aparência geral de tubérculos. Efeitos diretos para favorecer a aparência são verificados ainda pela seleção, principalmente de genótipos com tubérculos mais arredondados, menos curvados e achatados e em maior número. Em relação a achatamento de tubérculo, esta associação não havia sido constatada pela correlação genética, por estar mascarada pelo efeito de outros caracteres (Tabela 3).

O único caráter que não apresentou nenhum efeito direto em aparência foi apontamento de tubérculos.

Além dos efeitos dos caracteres já citados em relação à aparência de tubérculos, aspereza, profundidade de olhos, sobrançela e peso médio, apresentaram efeito direto, porém não muito forte. Dentre estes, apenas aspereza de tubérculos manteve a direção da associação discriminada pela correlação genética, confirmando a importância de verificar os efeitos diretos e indiretos para melhor entender estas correlações. Ganhos em melhor aparência, em relação a estes caracteres, seriam obtidos pela seleção de genótipos com tubérculos menos ásperos, com menor profundidade de olhos, que são características desejáveis; os tubérculos desses genótipos, no entanto, teriam maior expressão de sobrançela e menor peso médio.

CONCLUSÕES

Genótipos com maior tamanho e uniformidade de tamanho dos tubérculos proporcionam maiores rendimentos. No entanto maior rendimento determina menor peso médio e maior número de tubérculos.

A aparência de tubérculos é favorecida em genótipos que apresentam, principalmente, equilíbrio entre tubérculos de maior tamanho, rendimento e número, mais uniformidade em tamanho e em formato, mais arredondamento e menos curvatura e achatamento.

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 a CAPES pela bolsa concedida.

Tabela 3. Análise de trilha para aparência de tubérculo em batata nas três primeiras gerações de seleção

Caráter	Efeito Indireto ¹													Efeito Direto ⁴
	ASP ³	FOR	UFO	TAM	UTA	POL	SOB	NTU	REN	MAM	APO	CUR	ACH	
ASP ²		-0,21	0,01	0,14	0,03	0,12	-0,26	0,37	0,05	0,09	-0,01	-0,26	-0,02	0,15
FOR	0,07		-0,12	0,05	-0,01	0,16	-0,02	0,23	0,04	0,08	-0,02	-0,31	0,01	-0,45
UFO	0,01	0,25		0,53	0,11	-0,04	-0,15	-0,02	0,16	-0,12	0,01	0,12	-0,13	0,21
TAM	0,03	-0,03	0,15		0,07	0,02	-0,43	0,08	0,19	-0,09	-0,01	-0,05	-0,16	0,73
UTA	0,03	0,05	0,21	0,43		0,07	-0,22	0,05	0,20	-0,11	0,01	-0,03	-0,07	0,11
POL	0,06	-0,28	-0,03	0,05	0,03		-0,18	0,05	-0,05	0,05	-0,01	-0,20	0,03	0,26
SOB	0,06	-0,01	0,05	0,20	0,04	0,08		0,19	0,08	0,07	-0,01	-0,05	0,01	-0,23
NTU	0,09	-0,17	-0,07	0,10	0,01	0,02	-0,31		0,13	0,16	-0,02	-0,17	-0,27	0,60
REN	0,03	-0,08	0,15	0,61	0,10	-0,05	-0,23	0,36		0,04	-0,01	-0,10	-0,50	0,22
MAM	-0,06	0,16	0,11	0,31	0,06	-0,06	0,21	-0,43	-0,04		0,01	0,15	0,04	-0,22
APO	-0,09	0,39	0,10	-0,01	0,01	-0,11	0,02	-0,43	-0,09	-0,13		0,33	0,16	0,02
CUR	-0,11	0,41	0,07	-0,12	-0,01	-0,15	0,09	-0,29	-0,07	-0,10	0,02		0,05	0,34
ACH	-0,01	-0,01	-0,06	-0,25	-0,02	0,02	-0,02	-0,33	-0,24	-0,02	0,01	0,04		0,47

¹EI- Efeito indireto, dos caracteres (°) via os caracteres (°) sobre aparência;

⁴ED- Efeito direto, dos caracteres(°) sobre rendimento de tubérculos; ASP: aspereza; FOR: formato; UFO: uniformidade de formato; TAM: tamanho; UTA: uniformidade de tamanho; POL: profundidade de olho; SOB: sobrançela; NTU: número de tubérculos; MAM: massa média de tubérculos; APO: apontado; CUR: curvatura de tubérculo; ACH: achatamento de tubérculo.

REFERÊNCIAS

- Barbosa MHP (1996) Capacidade combinatória e comparação entre critérios de seleção de clones de batata. Tese de Doutorado. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 138p.
- Carvalho FIF de, Lorencetti C & Benin G (2004) Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. Pelotas, Ed. Universitária da UFPel. 142p.
- Coimbra JLM, Benin G, Vieira E, Oliveira AC de, Carvalho FIF de, Guidolin, AF & Soares AP (2005) Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. *Ciência Rural*, 35:347-352.
- Cruz CD & Regazzi AJ (2001) Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, Editora UFV. 390p.
- Cruz CD Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, Editora UFV, 2001. 648p.
- Gaur & Kishore, 1978 (está faltando)
- Thompson PG, Mendoza HA & Plaisted RL (1983) Estimation of genetic parameters for characters related to potato propagation by true seed (TPS) in an andigena population. *American Potato Journal*, 60:393-401.
- 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.
- Rodrigues AFS & Pereira A da S (2003) Correlações inter e intragerações e herdabilidade de cor de chips, matéria seca e produção em batata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:(5)599-604.
- Gaur PC & Kishore H (1978) Studies on character association in potatoes. *Journal Agriculture Science*, 90:215-219.