

Análise de trilha em caracteres de rendimento de clones de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)

Jair Tenório Cavalcante^{1*}, Paulo Vanderlei Ferreira², Lailton Soares³, Vanderley Borges², Paulo Pedro da Silva² e José Wilson da Silva²

¹Escola Agrícola de Jundiá, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 59280-000, Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

³Departamento de Genética e Melhoramento de Plantas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Campus A.C. Simões, Br 104, Norte, Km 97, 57072-970, Cidade Universitária, Maceió, Alagoas. *Autor para correspondência. e-mail: jairtc@bol.com.br

RESUMO. A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) é uma hortaliça tuberosa de ampla adaptação, cultivada em todo o território brasileiro, sendo muito importante para a alimentação humana ou animal. O Brasil possui rendimento médio de 11.035 kg ha⁻¹, cultivando 43.900 ha. Apesar dessa importância, pouco se sabe sobre quais fatores estão envolvidos no rendimento de raízes comerciais. Neste trabalho, objetivou-se, por meio da realização de uma análise de trilha, obter informações sobre quais variáveis estão envolvidas no rendimento de raízes comerciais. Avaliaram-se as seguintes variáveis: comprimento da raiz (CR), diâmetro médio da raiz (DMR), número de raízes comerciais (NRC), peso da parte aérea (PPA), rendimento de raízes não-comerciais (RRNC), resistência à broca do coleto (RBC) e resistência à ferrugem branca (RFB) sobre o rendimento de raízes comerciais (RRC). Os resultados indicam que DMR é o principal responsável pela variação de RRC. As variáveis PPA, RRNC, RBC e RFB não apresentam efeitos significativos sobre RRC.

Palavras-chave: correlação genética, rendimento, efeitos diretos; efeito indiretos.

ABSTRACT. Path analysis in characters of yield of sweet potato clones (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). The sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) is a tuberous vegetable of large adaptation, cultivated in all Brazilian regions that is used for human being or animal feeding. In Brazil, it is cultivated 43,900 ha with an average yield of 11.035 kg ha⁻¹. Despite the importance of this crop to Brazilian agriculture very little is known about the factors involved in the production of commercial roots. The objective of this work was to identify which variables are related to the yield of commercial roots, using path analysis. The following variables were evaluated: yield of commercial roots (YCR), length of the root (LR), diameter of the root (DR), number of commercial roots (NRC), weight of the aerial part (WAP), yield of non commercial roots (YNCR), resistance to the root borer (RRB), and resistance to the white rust (RWR). The results showed that DR is main variable responsible for the YCR variation. The variables LR, NRC, WAP, YNCR, RRB, and RWR did not present significant effects on the YCR.

Key words: genetic correlation, yield, direct effects, indirect effects.

Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L. (Lam)) é uma hortaliça tuberosa, rústica, de ampla adaptação, de alta tolerância à seca e de fácil produção, cultivada em todo território brasileiro de acordo com Allem (1988). Graças a todas essas características, a batata-doce é a quarta hortaliça em área cultivada no país, sendo superada apenas pela batatinha, pela cebola e pela melancia, sendo grandes produtores, segundo Miranda *et al.* (1995), os

estados do Rio Grande do Sul (cerca de 30% da produção nacional), da Paraíba, de Pernambuco, de Santa Catarina, da Bahia, do Rio Grande do Norte e do Paraná. Quanto à produtividade, o Brasil apresenta um rendimento médio em torno de 11,035 t.ha⁻¹, cultivando uma área de 43.900 ha (FIBGE, 2002), sendo considerado baixo, visto que a produtividade obtida pelo CNPH-Embrapa, em Brasília, é em torno de 25 a 30 t.ha⁻¹ em ciclo de 4 a 5 meses (Silva e Lopes, 1995).

O conhecimento das correlações entre os caracteres é

muito importante, pois o melhorista tem condições de orientar a seleção, principalmente no que se refere à intensidade a ser aplicada em cada caráter. Convém enfatizar que os estudos de correlação entre caracteres não permitem tirar conclusões sobre relações de causa e de efeito (Vencovsky e Barriga, 1992), sendo necessário seu desdobramento, feito por meio da análise de trilha. Foram idealizados por Wright (1921), os estudos da análise de trilha (path coefficients ou path analysis), que é um desdobramento das correlações estimadas em efeitos diretos e indiretos sobre uma variável básica. A decomposição da correlação é dependente do conjunto de variáveis estudadas, da importância de cada uma e das possíveis inter-relações expressas em diagrama de trilha (Ribeiro Junior, 2001). Esse método foi inicialmente proposto em plantas por Dewey e Lu (1959), sendo atualmente muito utilizado em diversas culturas (Soares, 1987; Caierão et al., 1999; Carvalho et al., 1999, 2001; Santos et al., 2000; Kurek et al., 2001; Barbosa et al., 2002; Severino et al., 2002; Gomes et al., 2003; Montardo et al., 2003). Em batata-doce, registra-se sua aplicação por Miranda et al. (1988), que verificaram o efeito das características físico-químicas sobre o peso médio das raízes tuberosas, havendo, portanto, dificuldades de serem encontrados trabalhos com esse método nessa cultura.

Dessa forma, neste trabalho, objetivou-se desdobrar as correlações genotípicas por meio da análise de trilha em efeitos diretos e indiretos para obter informações sobre quais variáveis estão envolvidas no rendimento de raízes comerciais, em quatorze clones de batata-doce.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, localizado no campus Delza Gitáí, BR 104 Norte, km 85, Rio Largo, Estado de Alagoas, no ano de 1999. O solo é classificado como LV. O município está situado a uma latitude de 9° 27' S, longitude de 35° 27' W e altitude de 127 m, com temperaturas médias máxima de 29°C e mínima de 21°C, com pluviosidade média anual de 1.267,7 mm.

Foram avaliados 14 clones da batata-doce, obtidos a partir de sementes botânicas de populações de polinização livre, em novembro de 1997. Os clones avaliados foram os seguintes: CL-01, CL-03, CL-04, CL-05, CL-10, CL-11 e CL-12, oriundos da cultivar Co Copinha; CL-09, da cultivar Paulistinha Branca; CL-13 e CL-14, da cultivar Roxa de Rama Fina; CL-02, derivado da cultivar Co Branca; CL-06, da cultivar 60 Dias; CL-07, da cultivar Copinha e CL-08, originário da cultivar Pixaim I.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 14 tratamentos e 4 repetições. As unidades experimentais foram constituídas por 3

leiras de 6,0 m de comprimento, com 0,30 m de altura cada, com 15 plantas por leira, com espaçamento de 0,80 m x 0,40 m, considerando-se como área útil a fileira central e avaliando-se sete plantas alternadas e competitivas, a partir da segunda.

Após a análise de solo, procedeu-se o preparo do mesmo, efetuando-se duas gradagens: uma antes e outra após a aplicação do corretivo. Não foi aplicado adubo químico, visto que o solo apresentou uma boa fertilidade e também para melhor caracterizar o cultivo na região. Decorridos 30 dias, levantaram-se as leiras por meio de sulcador tratorizado. Para o plantio, foram utilizadas ramas novas de até 90 dias, sadias, com 8 a 10 entrenós, dos quais, 3 a 4 enterrados no topo da leira. Utilizou-se irrigação por aspersão, uma vez que ocorreram veranicos nos primeiros 60 dias após o plantio.

As parcelas experimentais foram mantidas livres de ervas daninhas por meio de capinas a enxada e não foram controladas as pragas e as doenças que ocorreram, pois um dos objetivos do presente trabalho foi a avaliação da resistência dos referidos clones em estudo.

A partir dos 90 dias após o plantio e até a colheita das raízes tuberosas, foram quinzenalmente observados os danos causados pela presença de pragas e de doenças, anotando-se a percentagem de danos para avaliação do grau de resistência dos referidos clones de batata-doce. Aos 130 dias após o plantio, foi efetuada a colheita das raízes tuberosas na leira central.

As variáveis relacionadas a seguir referem-se às médias de sete plantas competitivas da leira central de cada parcela experimental: 1 - rendimento de raízes comerciais (RRC): refere-se ao peso em t.ha⁻¹ das raízes comerciais (acima de 80 g), por meio de balança de precisão; 2 - diâmetro médio da raiz (DMR): diâmetro em centímetros da parte intermediária transversal da raiz, utilizando-se 20 tubérculos tomados aleatoriamente, efetuado com um paquímetro; 3 - comprimento da raiz (CR): comprimento da raiz em centímetros, utilizando-se os mesmos 20 tubérculos avaliados no (DMR), medição feita com uma régua; 4 - número de raízes comerciais por planta (NRC): quantidade de raízes comerciais (acima de 80 g) por planta; 5 - rendimento de raízes não-comerciais (RRNC): peso em t.ha⁻¹ das raízes não-comerciais (de 40 a 80 g), com balança de precisão; 6 - peso da parte aérea da planta (PPA): peso em t.ha⁻¹ da parte aérea das plantas retirada a 3 cm do nível do solo, por meio de balança de precisão; 7 - resistência à broca do coleto (RBC): quinzenalmente foram atribuídas notas de 1 a 5 à percentagem de plantas atacadas pela Broca do Coleto (*Megasthes pusialis*) em cada parcela experimental, segundo escala idealizada por Azevedo et al. (1996),

sendo 1 - (0-10%) resistente (R), 2 - (11-25%) moderadamente resistente (MR), 3 - (26-35%) moderadamente suscetível (MS), 4 - (36-50%) suscetível (S) e 5 - (>50%) altamente suscetível (AS); 8 - resistência à Ferrugem Branca (RFB): quinzenalmente foram atribuídas notas de 1 a 5 à porcentagem da área foliar atacada pela Ferrugem Branca (*Albugo ipomoea - panduratae*) nas plantas, conforme escala idealizada por Peixoto *et al.* (1989), em que 1 - (0-1%) resistente (R), 2 - (2-10%) moderadamente resistente (MR), 3 - (11-25%) moderadamente suscetível (MS), 4 - (26-50%) suscetível (S) e 5 - (>50%) altamente suscetível (AS).

Adotou-se um diagrama causal em cadeia com as seguintes variáveis: variável básica: rendimento de raízes comerciais (RRC); variáveis explicativas primárias: comprimento da raiz (CR), diâmetro médio da raiz (DMR), número de raízes comerciais (NRC); variáveis explicativas secundárias: rendimento de raízes não-comerciais (RRNC), peso da parte aérea (PPA), resistência à Broca do Coleta (RBC) e resistência à Ferrugem Branca (RFB), conforme ilustrado na Figura 1.

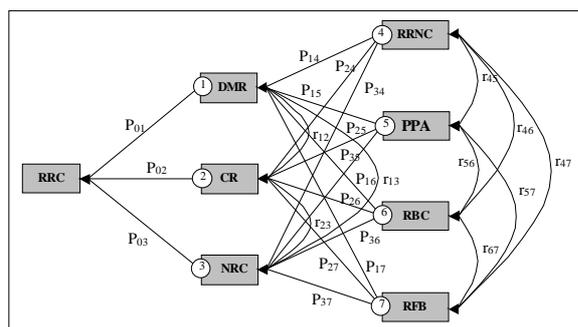


Figura 1. Diagrama causal em cadeia mostrando, o inter-relacionamento dos efeitos diretos e indiretos das variáveis secundárias rendimento de raízes não-comerciais (RRNC), peso da parte aérea (PPA), resistência à Broca do Coleta (RBC) e resistência à Ferrugem Branca sobre as variáveis primárias comprimento da raiz (CR), diâmetro médio da raiz (DMR), número de raízes comerciais (NRC) e a variável básica rendimento de raízes comerciais (RRC).

As análises estatísticas foram realizadas segundo recomendações de Ferreira (2000) e Cruz *et al.* (2004), sendo processadas pelo programa computacional

Genes, versão Windows (Cruz, 2001).

Resultados e discussão

Por meio da análise de variância (Tabela 1), observa-se que existem diferenças significativas a 1% de probabilidade pelo teste F em todas as variáveis, o que evidencia variação entre os tratamentos para cada variável analisada.

Na Tabela 2, são apresentadas as estimativas dos coeficientes de correlação genotípica entre as oitos variáveis analisadas em 14 clones de batata-doce, obtidas por meio do programa Genes (Cruz, 2001). Verifica-se, de modo geral, que são baixas as correlações existentes entre as variáveis, exceto nas correlações entre CR x RRC; DMR x RRC; NRC x RRC; DMR x CR; RRNC x DMR e RRNC x PPA, que apresentaram elevados valores de interdependência, sendo o maior valor apresentado por RRC x NRC. A correlação entre NRC x RRC apresentou valor acima do limite teoricamente aceito (1,0). Fato como esse é possível em culturas cujo caráter em estudo são estruturas subterrâneas, o que dificulta o controle ambiental, possibilitando observações com valores discrepantes em torno de parâmetros estatísticos. Situação similar também pode ser verificada quando, em características dessa natureza, são avaliados parâmetros como variância e coeficiente de variação (C.V.), possibilitando variâncias negativas e CV acima de 30% ou até mesmo de 100%, como observado por Soares (1991) com batata-baroa.

Tabela 2. Estimativa dos coeficientes de correlação genotípica entre os oitos caracteres agrônômicos em 14 clones de batata-doce, tomados dois a dois.

Variáveis ^(*)	CR	DMR	PPA	NRC	RRNC	RBC	RFB
RRC	-0,5459	0,8583	-0,0081	1,0209	-0,3946	-0,4688	0,0954
CR		-0,8513	0,4330	-0,1474	0,4174	0,1439	-0,1748
DMR			-0,2386	0,5077	-0,5967	-0,2658	0,2210
PPA				0,3004	0,6660	-0,0925	-0,3017
NRC					-0,2125	-0,4327	-0,1123
RRNC						0,2059	-0,4406
RBC							0,1672

^(*)RRC: rendimento de raízes comerciais (t.ha⁻¹); CR: comprimento da raiz (cm); DMR: diâmetro médio da raiz (cm); PPA: peso da parte aérea (t.ha⁻¹); NRC: número de raízes comerciais (unidades); RRNC: rendimento de raízes não-comerciais (t.ha⁻¹); RBC: resistência à broca do coleta (nota de 1-5); RFB: resistência à ferrugem branca (nota de 1-5).

Tabela 1. Resumo da análise de variância de oito variáveis em 14 clones de batata-doce no delineamento em blocos casualizados.

FV	GL	Quadrado médio ^v							
		RRC	CR	DMR	PPA	NRC	RRNC	RBC	RFB
Blocos	3	18,6995	7,4778	0,3116	0,449	0,6157	1,1814	1,9762	0,0695
Clones	13	64,9676**	13,0502**	3,1025**	1,7548**	1,0662**	2,9525**	3,0659**	2,6636**
Resíduo	39	11,5739	1,8254	0,2398	0,5146	0,2763	0,5455	0,6044	0,0318
Média		11,46	17,38	4,78	1,55	2,12	2,05	3,61	1,34
C.V.(%)		29,69	7,77	10,25	46,39	24,74	36,08	21,55	13,29

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ^vRRC: rendimento de raízes comerciais (t.ha⁻¹); CR: comprimento da raiz (cm); DMR: diâmetro médio da raiz (cm); PPA: peso da parte aérea (t.ha⁻¹); NRC: número de raízes comerciais (unidades); RRNC: rendimento de raízes não-comerciais (t.ha⁻¹); RBC: resistência à broca do coleta (nota de 1-5); RFB: resistência à ferrugem branca (nota de 1-5).

Efeitos das variáveis primárias (DMR, CR e NRC) sobre a variável básica (RRC)

Os efeitos das variáveis primárias (DMR, CR e NRC) sobre a variável básica (RRC) estão apresentados na Tabela 3.

O diâmetro médio da raiz (DMR) está correlacionado favoravelmente com a variável básica (RRC), e seu efeito direto é alto, mais de três vezes superior ao efeito direto de CR. Nesse caso, a variável apresenta maior efeito direto sobre a variável básica, sendo a principal causa de variação no seu rendimento. Existe uma correlação negativa entre o comprimento da raiz (CR) e a variável básica (RRC), porém seu efeito direto é baixo. Quanto ao número de raízes comerciais (NRC), nota-se que está correlacionado favoravelmente com a variável básica (RRC), e seu efeito direto é bem expressivo, mais de duas vezes superior ao efeito direto de CR. Pode-se, entretanto, selecionar para menor comprimento da raiz (CR), entre as raízes de maior diâmetro (DMR).

As estimativas dos efeitos diretos de DMR e de NRC, comparativamente elevadas e com o mesmo sinal e magnitude das correlações com a variável RRC, indicam que DMR e NRC são as principais determinantes das variações de RRC, principalmente o DMR, como indicado por Vencovsky e Barriga (1992).

No melhoramento, é importante identificar, dentre as variáveis de alta correlação com a variável básica, aquelas de maior efeito direto em sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente (Cruz *et al.*, 2004). Neste estudo, as variáveis DMR e NRC apresentaram esses atributos.

Em todos os casos, os efeitos diretos das variáveis primárias sobre a variável básica são positivos e superaram a estimativa do efeito residual, em caso particular a variável DMR, quase cinco vezes superior. Isso demonstra que essas variáveis primárias são as principais determinantes das variações na variável principal. Miranda *et al.* (1988), estudando os efeitos de algumas variáveis físico-químicas sobre o peso de raízes tuberosas em batata-doce, também obtiveram resultados semelhantes, encontrando efeitos diretos positivos de sólidos totais e brix sobre a variável primária.

Variáveis com alta correlação favorável, mas com baixo efeito direto indicam que a seleção truncada na variável auxiliar pode proporcionar ganhos satisfatórios na variável básica, como é o

caso da variável CR. Então a melhor estratégia deverá ser a seleção simultânea de variáveis, com ênfase também naquelas cujos efeitos indiretos são significativos (Cruz *et al.*, 2004).

Alguns estudos com análise de trilha em diferentes culturas mostraram valores positivos para os efeitos diretos dos componentes primários sobre a variável básica rendimento (Caierão *et al.*, 1999; Carvalho *et al.*, 1999; Kurek *et al.*, 2001; Barbosa *et al.*, 2002), revelando, assim, que os efeitos diretos para várias espécies são bons preditores da correlação genotípica, o que evidencia a possibilidade da seleção para rendimento por meio de seus componentes primários.

Tabela 3. Efeitos diretos e indiretos das variáveis primárias do rendimento de raízes comerciais (DMR, CR e NRC) sobre a variável básica (RRC).

Variáveis(*)	Descrição dos efeitos	Estimativas
Variável DMR	Efeito direto sobre RRC	0,7328
	Efeito indireto via CR	-0,1724
	Efeito indireto via NRC	0,2312
	Efeito total	0,7916
Variável CR	Efeito direto sobre RRC	0,2248
	Efeito indireto via DMR	-0,5620
	Efeito indireto via NRC	-0,0706
	Efeito total	-0,4132
Variável NRC	Efeito direto sobre RRC	0,5805
	Efeito indireto via CR	-0,0294
	Efeito indireto via DMR	0,2919
	Efeito total	0,8430
Determinação (R ² _{0,123})		0,9765
Efeito residual ($\hat{\rho}$ e)		0,1532

(*) RRC: rendimento de raízes comerciais (t.ha⁻¹); CR: comprimento da raiz (cm); DMR: diâmetro médio da raiz (cm); PPA: peso da parte aérea (t.ha⁻¹); NRC: número de raízes comerciais (unidades); RRNC: rendimento de raízes não-comerciais (t.ha⁻¹); RBC: resistência à broca do coleto (nota de 1-5); RFB: resistência à ferrugem branca (nota de 1-5).

Efeitos das variáveis secundárias (RRNC, PPA, RBC e RFB) sobre as variáveis primárias (DMR, CR e NRC)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, observa-se uma baixa correlação entre as variáveis secundárias sobre as variáveis primárias. Os efeitos diretos e indiretos são baixíssimos, não interferindo nos resultados determinados na relação variáveis primárias sobre a variável básica. As magnitudes dos efeitos foram comparativamente inferiores; pois, em todos os casos, foram superados pela estimativa do efeito residual, que foi muito elevada, cerca de 90%. Tal fato evidencia os efeitos não-significativos, isto é, a não interferência no resultado de RRC. Ressalta-se ainda que a variável secundária RRNC apresentou correlação negativa considerável com a variável primária

DMR, valor esse indicativo de que, quanto maior for DMR, menor será RRNC, o que é desejável.

Tabela 4. Efeitos diretos e indiretos das quatro variáveis secundárias (RRNC, PPA, RBC e RFB) sobre três variáveis primárias (DMR, CR e NRC) do rendimento de raízes comerciais (*)

Descrição dos efeitos		Variáveis primárias		
		DMR	CR	NRC
Efeito direto	RRNC	-0,5612	0,1699	-0,1652
Efeito indireto	Via PPA	0,0537	0,1331	0,1169
	Via RBC	-0,0271	0,0248	-0,0618
	Via RFB	-0,0121	0,0095	0,0229
Efeito total		-0,5467	0,3373	-0,0872
Efeito direto	PPA	0,1142	0,2828	0,2485
Efeito indireto	Via RRNC	-0,2641	0,0800	-0,0777
	Via RBC	0,0173	-0,0159	0,0394
	Via RFB	-0,0082	0,0064	0,0154
Efeito total		-0,1408	0,3533	0,2256
Efeito direto	RBC	-0,1089	0,0997	-0,2484
Efeito indireto	Via PPA	-0,0181	-0,0449	-0,0394
	Via RRNC	-0,1397	0,0423	-0,0411
	Via RFB	0,0045	-0,0035	-0,0085
Efeito total		-0,2622	0,0936	-0,3374
Efeito direto	RFB	0,0303	-0,0238	-0,0572
Efeito indireto	Via PPA	-0,0308	-0,0762	-0,0669
	Via RRNC	0,2244	-0,0678	0,0650
	Via RBC	-0,0161	0,0147	-0,0357
Efeito total		0,2078	-0,1531	-0,0948
Determinação ($R^2_{0,123}$)		0,3256	0,1702	0,1599
Efeito residual ($\hat{\rho} \epsilon$)		0,8212	0,9109	0,9167

(*)¹RRNC: rendimento de raízes comerciais (t.ha⁻¹); CR: comprimento da raiz (cm); DMR: diâmetro médio da raiz (cm); PPA: peso da parte aérea (t.ha⁻¹); NRC: número de raízes comerciais (unidades); RRNC: rendimento de raízes não-comerciais (t.ha⁻¹); RBC: resistência à broca do coleto (nota de 1-5); RFB: resistência à ferrugem branca (nota de 1-5).

Efeitos das variáveis explicativas (DMR, CR, NRC, RRNC, PPA, RBC e RFB) sobre a variável básica (RRC)

Nas correlações entre as variáveis secundárias (RRNC, PPA, RBC e RFB) sobre a variável básica (RRC), os efeitos diretos e indiretos sobre essa variável são muito baixos (Tabela 5). Portanto, os ganhos indiretos via resposta correlacionada por seleção para essas variáveis não serão efetivos. Então, nesse caso, torna-se desnecessário analisarem-se os efeitos indiretos via variáveis secundárias, visto que as respostas obtidas são não-significativas, isto é, não interferem nos resultados apresentados pela variável básica.

Variáveis com alta correlação favorável com a variável básica (RRC) mas com efeito direto em sentido desfavorável indicam a ausência de causa e efeito, ou seja, a variável auxiliar não é a principal determinante das alterações na variável básica, existindo outras que poderão proporcionar maior impacto em termos de ganho por seleção, conforme Cruz *et al.* (2004).

Tabela 5. Efeitos diretos e indiretos de quatro variáveis secundárias sobre o rendimento de raízes comerciais na cultura da Batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) (*).

Descrição dos efeitos		Variáveis primárias			
		DMR	CR	NRC	RRC
Efeito direto secundário de	RRNC	-0,4113	0,0382	-0,0959	-0,4690
Efeito indireto de RRNC	via PPA	-0,0557	0,0423	0,0950	0,0816
	via RBC	-0,0224	-0,0205	-0,0297	-0,0726
	via RFB	-0,0097	0,0023	0,0146	0,0072
	Total	-0,4991	0,0623	-0,0160	-0,4528
Efeito direto secundário de	PPA	-0,0837	0,0636	0,1443	0,1242
Efeito indireto de PPA	via RRNC	-0,2739	0,0253	-0,0639	-0,3125
	via RBC	0,0074	-0,0021	0,0133	0,0186
	via RFB	-0,0669	0,0161	0,0100	-0,0408
	Total	-0,4171	0,1029	0,1037	-0,2105
Efeito direto secundário de	RBC	-0,0798	0,0224	0,1442	0,0868
Efeito indireto de RBC	via RRNC	-0,0847	0,0079	-0,0197	-0,0965
	via PPA	0,0074	-0,0059	-0,0133	-0,0118
	via RFB	0,0371	-0,0089	-0,0055	-0,0227
	Total	-0,1200	0,0155	-0,1057	0,0012
Efeito direto secundário de	RFB	0,2219	-0,0533	-0,0332	0,1354
Efeito indireto de RFB	via RRNC	0,1812	-0,0168	-0,0422	0,1222
	via PPA	0,0252	-0,0192	-0,0435	-0,0375
	via RBC	-0,0133	0,0037	-0,0241	-0,0337
	Total	0,4150	-0,0856	-0,1430	0,1864

(*)¹RRNC: rendimento de raízes comerciais (t.ha⁻¹); CR: comprimento da raiz (cm); DMR: diâmetro médio da raiz (cm); PPA: peso da parte aérea (t.ha⁻¹); NRC: número de raízes comerciais (unidades); RRNC: rendimento de raízes não-comerciais (t.ha⁻¹); RBC: resistência à broca do coleto (nota de 1-5); RFB: resistência à ferrugem branca (nota de 1-5).

Conclusão

O diâmetro médio da raiz é o principal responsável pela variação do rendimento de raízes comerciais, visto que apresentou o maior efeito direto no sentido favorável sobre esse.

As variáveis rendimento de raízes não-comerciais (RRNC), peso da parte aérea (PPA), resistência à broca do coleto (RBC) e resistência à ferrugem branca (RFB), não apresentaram efeitos significativos sobre o rendimento de raízes comerciais.

A seleção de clones de batata-doce pôde ser feita apenas com os estudos da variável rendimento de raízes comerciais, do diâmetro médio da raiz, do comprimento da raiz e do número de raízes comerciais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes e ao CNPq.

Referências

- ALLEM, A.C. Recursos genéticos da batata-doce: situação atual e perspectivas. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DA BATATA-DOCE, 1988, Brasília. *Anais...* Brasília: Embrapa, 1988. p. 37-54.
- AZEVEDO, S.M. *et al.* Avaliação de clones avançados de batata-doce quanto à produtividade, formato e resistência a insetos do solo - Ufla-MG. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 14, n.

1, p. 69, 1996.

BARBOSA, M.H.P. et al. Análise de causa e efeito para a produção de colmos e seus componentes na seleção de famílias de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇÚCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 2002, Recife. *Anais...* Recife: STAB, 2002. p. 366-370.

CAIERÃO, E. et al. Análise de trilha da variável rendimento de grãos em genótipos de aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA, 19., Porto Alegre, RS, 1999. *Resumos...* Porto Alegre: UFRGS, 1999. p. 27-31.

CARVALHO, C.G.P. et al. Path analysis under multicollinearity in $S_0 \times S_0$ maize hybrids. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.*, Londrina, v. 1, n. 3, p. 263-69, 2001.

CARVALHO, C.G.P. et al. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 34, n. 4, p. 603-613, 1999.

CRUZ, C.D. *Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística, versão Windows*. Viçosa: UFV, 2001.

CRUZ, C.D. et al. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. v. 1, 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.

DEWEY, D.R.; LU, K.H. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.*, Madison, v. 51, p. 515-18, 1959.

FERREIRA, P.V. *Estatística experimental aplicada à agronomia*. 2. ed. Macció: Edufal. 2000.

FIBGE-FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República. v. 59, p. 3-36. 1999.

GOMES, J.E. et al. Correlações e efeitos diretos e indiretos no processo seletivo de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. Ex DC.). *Científica*, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 57-68, 2003.

KUREK, A.J. et al. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. *Rev. Bras. Agrocienc.*, v. 7 n. 1, p. 29-32, 2001.

MIRANDA, J.E.C. et al. *A cultura da batata-doce*. Brasília: Embrapa, 1995. (Coleção Plantar).

MIRANDA, J.E.C. et al. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. *Rev. Bras. Gen.*, Ribeirão Preto, v. 11, n. 4, p. 881-892, 1988.

MONTARDO, D.P. et al. Análise de trilha para rendimento de sementes em trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 32, p. 1076-1082, 2003.

PEIXOTO, N. et al. Avaliação de clones de batata-doce em Goiás. Goiânia, EMGOPA-DDT. 1989. 12p. (EMGOPA. Boletim de Pesquisa, 16).

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. *Análises estatísticas no SAEG*. Viçosa: UFV, 2001.

SANTOS, R.C. et al. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em amendoim. *Cienc. Agrotecnol.*, Lavras, v. 24, n. 1, p. 13-16, 2000.

SEVERINO, L.S. et al. associação da produtividade com outras características agronômicas do café (*Coffea arabica* L. "Catimor"). *Acta Sci.*, Maringá, v. 24, n. 5. p.1467-1471, 2002.

SILVA, J.B.C.; LOPES, C.A. *Cultivo da batata-doce*. 3. Ed. Brasília: EMBRAPA. 1995. (Instruções Técnicas do CNPHortaliças -7).

SOARES, L. *Melhoramento de batata-baroa (Arracacia xanthorrhiza Bancroft). II – Divergência genética entre clones com base em procedimentos multivariados e estimativas de parâmetros genéticos*. 1991, Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

SOARES, P.C. *Correlação, coeficiente de trilha e resposta indireta à seleção em genótipos de arroz (Oriza sativa L.) cultivados em condições de irrigação por inundação contínua e em várzea úmida*. 1987. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

WRIGHT, S. Correlation and causation. *J. Agric. Res.*, Washington, D.C., v. 20, p. 557-85, 1921.

Received on July 26, 2005.

Accepted on March 31, 2006.