

RELAÇÃO ENTRE CARACTERES QUANTITATIVOS DO UMBUZEIRO (*SPONDIAS TUBEROSA* A. CAMARA)¹

CARLOS ANTÔNIO FERNANDES SANTOS² e CLOVIS EDUARDO DE SOUZA NASCIMENTO³

RESUMO - O processo de ocupação do semi-árido brasileiro tem provocado a perda da variabilidade genética de algumas espécies de ocorrência natural na região, como o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* A. Camara). Este trabalho teve como objetivo o conhecimento das associações existentes entre alguns caracteres vegetativos e produtivos do umbuzeiro, de forma a auxiliar na identificação e preservação, em banco de germoplasma, dos indivíduos promissores da espécie. Foram caracterizadas e avaliadas, na safra de 1994/95, 16 árvores de umbuzeiro de ocorrência espontânea, em Petrolina, PE. Estabeleceu-se as correlações simples entre todos os caracteres avaliados, as correlações parciais entre alguns caracteres e a análise de trilha para a produção de frutos (kg/planta) e seus componentes primários e secundários. Os caracteres casca x polpa e caroço x polpa apresentaram correlações simples positivas e elevadas, enquanto a correlação peso do fruto x número de frutos/planta foi negativa. O aumento do número de frutos/planta pode ser conseguido com a seleção positiva nas variáveis largura do fruto e diâmetro da copa ou com a seleção negativa nos caracteres pesos do caroço, da polpa e da casca. Os pesos do caroço e da polpa, como variáveis primárias, e a largura do fruto, como variável secundária, apresentaram-se como as de maior importância para o aumento do peso médio do fruto do umbuzeiro. A variável mais importante para o aumento da produção do umbuzeiro foi o número de frutos/planta.

Termos para indexação: correlação simples, correlação parcial, análise de trilha.

ASSOCIATION BETWEEN QUANTITATIVE CHARACTERS OF *SPONDIAS TUBEROSA* A. CAMARA

ABSTRACT - Sixteen "umbu" trees (*Spondias tuberosa* A. Camara) of spontaneous occurrence were characterized and investigated at Petrolina, PE, Brazil. The phenotypic correlations, partial correlations and path analysis were estimated. The brix versus acidity and seed versus pulp weight presented high and positive phenotypic correlations, while the correlation between weight of fruit versus number of fruits/tree was negative. The path analysis study, adopting a chain diagram, revealed that the primary component, number of fruits/plant and the secondary components width of fruit and canopy diameter were the most important variables for "umbu" fruit production increase (kg/plant). The number of fruits/plant was influenced by the width of fruit and canopy diameter. The weights of seed and pulp seem to be the most important variables for increasing the weight of "umbu" fruit.

Index terms: phenotypic correlations, partial correlations, path analysis.

¹ Aceito para publicação em 20 de junho de 1997.

² Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina, PE.

³ Eng. Florestal, Embrapa-CPATSA.

INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* A. Camara) é uma anarcadiácea que se destaca entre as fruteiras nativas do trópico semi-árido brasileiro. Seus frutos são consumidos pela população tanto *in natura* como na forma de doces, sorvetes ou polpa industrializada. Plantios comerciais são inexistentes e os frutos comercializados são resultantes do extrativismo.

A produção extrativa do umbu alcançou, aproximadamente, 19 mil toneladas em 1989, com áreas de coleta espalhadas por todo o Nordeste, com exceção dos estados do Maranhão e de Alagoas (Anuário Estatístico do Brasil, 1991). A comercialização dos frutos do umbuzeiro coletados por famílias de pequenos produtores ou de assalariados agrícolas é uma atividade crescente em algumas regiões da Bahia e de Pernambuco.

O processo de ocupação do semi-árido brasileiro tem provocado a perda da variabilidade genética de algumas espécies de ocorrência natural na região, como o umbuzeiro. Queiroz et al. (1993) identificam quatro causas de desaparecimento da vegetação nativa do trópico semi-árido: formação de pastagens; implantação de projetos de irrigação; produção de energia para atividades diversas, como padarias, olarias e calcinadoras; e queimadas. Alia-se a essas causas, a pecuária extensiva praticada na região, que tem dificultado a substituição

natural das plantas velhas por novas do umbuzeiro. Essas causas, em conjunto ou isoladamente, têm contribuído não apenas para a diminuição da coleta do umbu, como também para o desaparecimento da variabilidade genética da espécie.

O conhecimento prévio das relações existentes entre caracteres de plantas, como estimados pelas correlações, tem sido de grande importância nos trabalhos de melhoramento vegetal (Cruz & Regazzi, 1994). Em algumas situações, os coeficientes de correlação podem resultar em equívocos na estratégia de seleção, em virtude do efeito de uma terceira variável ou grupos de variáveis sobre as variáveis em estudo. Uma alternativa é a decomposição da correlação em efeitos diretos e indiretos, como o proposto originalmente por Wright (1921).

Este trabalho teve como objetivo o conhecimento das associações existentes entre alguns caracteres vegetativos e produtivos do umbuzeiro, de forma a auxiliar na identificação e preservação dos indivíduos promissores da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram caracterizadas e avaliadas 16 plantas do umbuzeiro de ocorrência espontânea na Embrapa-CPATSA, em Petrolina, PE, na safra 1994/95, quanto aos seguintes caracteres: circunferência do caule a 20 cm de altura; altura da planta; diâmetro da copa; número de ramos principais; teor brix do fruto; acidez do fruto; peso da polpa; peso da casca; peso do caroço; largura do fruto; peso total de frutos/planta; número total de frutos/planta e peso médio do fruto. Esses dados foram submetidos às análises estatísticas, conforme descrito por Cruz & Regazzi (1994).

Correlação simples ou fenotípica

Foram estimadas as correlações simples para todos os caracteres pela seguinte expressão:

$$r = [\text{Côv}(x, y)] / [\hat{V}(x)\hat{V}(y)]^{1/2}, \text{ onde:}$$

r = correlação simples ou fenotípica;

Côv(x,y) = covariância dos caracteres x e y e

$\hat{V}(x)$ e $\hat{V}(y)$ = variância dos caracteres x e y, respectivamente.

A significância estatística dos coeficientes de correlação simples foi medida por:

$$t = [r(n - 2)^{1/2}]/(1 - r^2)^{1/2}, \text{ onde:}$$

n = número de indivíduos avaliados;

r² = quadrado da correlação simples e

t está associado a n-2 graus de liberdade.

Correlação parcial

Foram estimadas as correlações parciais do peso total de frutos/planta com os caracteres circunferência do caule a 20 cm de altura, altura da planta, diâmetro da copa e número de ramos principais pela seguinte expressão:

$$r_{ij.mnq} = (-a_{ij})/[a_{ii}a_{jj}]^{1/2}, \text{ onde:}$$

r_{ij.mnq} = correlação parcial entre i e j após a remoção dos efeitos das variáveis m, n e q;

a_{ij} = elemento de ordem ij da inversa da matriz de correlação simples, e

a_{ii} e a_{jj} = elemento de ordem ii e jj da inversa da matriz de correlação simples, respectivamente.

A significância para o coeficiente de correlação parcial foi efetuada por:

$$F = [(n - v)r_{ij.mnq}^2]/(1 - r_{ij.mnq}^2), \text{ onde:}$$

n = número de observações;

v = número de variáveis e

F está associado a (1; n-v) graus de liberdade.

Análise de trilha

Adotou-se um diagrama em cadeia (Fig. 1) com as seguintes variáveis: variável principal: peso total de frutos/planta; variáveis explicativas primárias do peso total de frutos/planta: número total de frutos/planta e peso médio do fruto; e variáveis explicativas secundárias do peso total de frutos/planta: circunferência do caule a 20 cm de altura; altura da planta; diâmetro da copa; número de ramos principais; teor brix do fruto; acidez do fruto; peso da polpa; peso da casca; peso do caroço e largura do fruto.

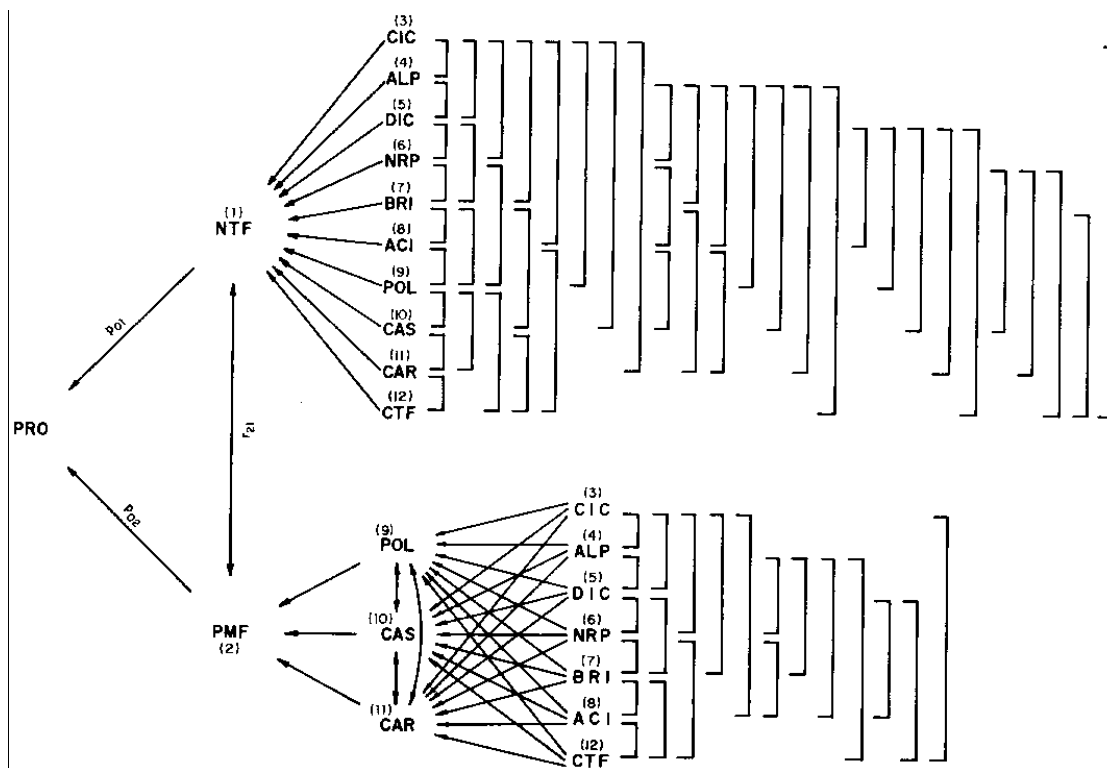


FIG. 1. Diagrama causal em cadeia mostrando o inter-relacionamento das variáveis secundárias circunferência do caule a 20 cm de altura (CIC); altura da planta (ALP); diâmetro da copa (DIC); número de ramos principais (NRP); teor brix do fruto (BRI); acidez do fruto (ACI); peso da polpa (POL); peso da casca (CAS); peso do caroço (CAR) e largura do fruto (CTF) sobre as variáveis primárias número total de frutos/planta (NTF) e peso médio do fruto (PMF) e dessas sobre a variável peso total de frutos do umbuzeiro (PRO).

Para explicar o peso médio do fruto, o diagrama adotado (Fig. 1) foi: variáveis explicativas primárias: peso da polpa; peso da casca e peso do caroço; e variáveis explicativas secundárias: circunferência do caule a 20 cm de altura; altura da planta; diâmetro da copa; número de ramos principais; teor brix do fruto; acidez do fruto e largura do fruto.

Após o estabelecimento das equações básicas da análise de trilha, a resolução na forma matricial foi obtida pelo

sistema de equações $X'X\hat{\beta} = X'Y$, onde:

$X'X$ = matriz não-singular das correlações entre as variáveis explicativas;

$\hat{\beta}$ = vetor coluna de coeficientes de trilha e

$X'Y$ = vetor coluna das correlações entre as variáveis explicativas e a variável principal.

A solução de mínimos quadrados desse sistema é dada por: $\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y$. O coeficiente de determinação das variáveis explicativas primárias sobre a variável principal peso total de frutos/planta é dado por: $R_{0.12}^2 = \hat{p}_{01}r_{01} + \hat{p}_{02}r_{02}$,

enquanto o efeito residual é expresso por: $\hat{p}_E = \sqrt{1 - R_{0.12}^2}$. Procedimentos semelhantes foram adotados para as demais

variáveis dependentes. Os caracteres peso total de frutos/planta, número total de frutos/planta e peso médio do fruto tiveram os seus dados logaritimizados para atender às exigências de aditividade do modelo.

As análises para determinação das associações entre os caracteres e o diagnóstico de colinearidade das matrizes explicativas foram realizadas pelo programa Genes (Cruz, 1996), respectivamente, nos procedimentos correlações e matrizes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de correlação simples ou fenotípica de peso total de frutos do umbuzeiro e suas variáveis primárias e secundárias são apresentados abaixo da diagonal principal da Tabela 1. Observa-se que os caracteres circunferência do caule a 20 cm de altura; altura da planta; diâmetro da copa e número de ramos principais apresentaram correlações simples positivas e consideráveis entre eles e negativas ou com pequenos valores com os demais caracteres, inclusive peso total de frutos do umbuzeiro.

A correlação negativa entre peso da polpa x altura da planta e largura do fruto x altura da planta (Tabela 1) indica que a seleção para aumento da polpa ou da largura do fruto poderá ser negativa para a altura da planta. Já a correlação positiva entre o teor de brix do fruto x acidez do fruto e peso do caroço x peso da polpa indica que o aumento em uma variável correlacionada aumentará a outra.

TABELA 1. Correlações simples ou fenotípicas e correlações parciais, abaixo e acima da diagonal principal, respectivamente, para alguns caracteres do umbuzeiro. Petrolina, PE, 1995.

Caráter ¹	CIC	ALP	DIC	NRP	BRI	ACI	POL	CAS	CAR	CTF	PRO	NTF
CIC											-0,237 ^{ns}	
ALP	0,336**										0,0175 ^{ns}	
DIC	0,662**	0,760**									0,1247 ^{ns}	
NRP	0,545**	0,458**	0,554**								0,1236**	
BRI	0,0517 ^{ns}	-0,120 ^{ns}	-0,102 ^{ns}	0,0580 ^{ns}								
ACI	-0,22**	-0,036 ^{ns}	-0,152*	0,0567 ^{ns}	0,39**							
POL	-0,20**	-0,70**	-0,47**	-0,152*	0,28**	0,24**						
CAS	-0,061 ^{ns}	-0,20**	-0,082 ^{ns}	-0,21**	-0,058 ^{ns}	0,0573 ^{ns}	0,62**					
CAR	0,1280 ^{ns}	-0,20**	-0,050 ^{ns}	0,136**	0,37**	0,130*	0,67**	0,58**				
CTF	-0,057 ^{ns}	-0,45**	-0,2674	0,0211 ^{ns}	0,38**	0,23**	0,88**	0,68**	0,86**			
PRO	-0,095 ^{ns}	0,168**	0,1208 ^{ns}	0,1107 ^{ns}	0,0510 ^{ns}	0,1195 ^{ns}	-0,28**	-0,30**	-0,41**	-0,16**		
NTF	-0,069 ^{ns}	0,231**	0,151*	0,0935 ^{ns}	-0,035 ^{ns}	0,0734 ^{ns}	-0,44**	-0,43**	-0,57**	-0,36**	0,97**	
PMF	-0,087 ^{ns}	-0,34**	-0,17**	0,0725 ^{ns}	0,39**	0,20**	0,85**	0,70**	0,87**	0,96**	-0,150*	-0,35**

¹ CIC=circunferência do caule a 20 cm de altura; ALP=altura da planta; DIC=diâmetro da copa; NRP=número de ramos principais; BRI=teor brix do fruto; ACI=acidez do fruto; POL=peso da polpa; CAS=peso da casca; CAR=peso do caroço; CTF=largura do fruto; PRO=peso total de frutos/planta; NTF=número total de frutos/planta; PMF= peso médio do fruto.

* e ** Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

^{ns} Não-significativo.

As correlações parciais do peso total de frutos do umbuzeiro com os caracteres vegetativos circunferência do caule a 20 cm de altura; altura da planta; diâmetro da copa e número de ramos principais são apresentadas acima da diagonal principal da Tabela 1. Como todas as correlações parciais não foram significativas pelo teste F, não se inferiu sobre elas.

Variáveis primárias sobre a variável básica peso total de frutos/planta

As estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis primárias sobre o peso total de frutos do umbuzeiro são apresentadas na Tabela 2. Verifica-se que os efeitos indiretos foram negativos entre as variáveis explicativas, sugerindo que a seleção para aumento em uma dessas variáveis provocará diminuição na outra.

A variável mais importante para aumento do peso total dos frutos do umbuzeiro foi o número total de frutos/planta, pois apresentou o maior efeito direto e correlação (Tabela 2). Já o peso médio do fruto, apesar de correlacionar-se negativamente com o peso total de frutos/planta, apresentou efeito direto positivo, devendo ser considerado na seleção de plantas produtivas. A correlação negativa entre o peso total de

frutos/planta x peso médio do fruto foi provocada pelo efeito indireto do número total de frutos/planta, confirmando a inadequação das correlações simples em determinadas situações conforme tem sido apontada por diversos autores, entre os quais Santos et al. (1995).

TABELA 2. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas primárias número total de frutos/planta (NTF) e peso médio do fruto (PMF) sobre o peso total de frutos do umbuzeiro (PRO), com dados originais logaritmizados. Petrolina, PE, 1995.

Caráter	Estimador	Estimativa
NTF		
Efeito direto sobre PRO	\hat{P}_{01}	1,0578
Efeito indireto via PMF	$\hat{P}_{01}r_{12}$	-0,0804
Total	r_{01}	0,9774
PMF		
Efeito direto sobre PRO	\hat{P}_{02}	0,2259
Efeito indireto via NTF	$\hat{P}_{02}r_{21}$	-0,3766
Total	r_{02}	-0,1507
Coeficiente de determinação		1,000
Efeito residual		0,0000
Colinearidade da matriz das variáveis explicativas		Fraca

Variáveis secundárias sobre a variável número total de frutos/planta

As estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis secundárias sobre o número total dos frutos do umbuzeiro são apresentadas na Tabela 3. Observa-se que as variáveis largura do fruto e diâmetro da copa apresentaram os maiores efeitos diretos positivos sobre o número total de frutos/planta, enquanto os pesos do caroço, da polpa e da casca apresentaram os maiores efeitos diretos negativos. Tal situação indica que a seleção para aumento do número total de frutos/planta poderá ser positiva nas variáveis largura do fruto e diâmetro da copa, e negativa nos caracteres peso do caroço, peso da polpa e peso da casca.

TABELA 3. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos de algumas variáveis explicativas secundárias sobre a variável número total de frutos/planta do umbuzeiro (NTF). Petrolina, PE, 1995.

Caráter ¹	Efeitos diretos ² e indiretos sobre NTF										
	CIC	ALP	DIC	NRP	BRI	ACI	POL	CAS	CAR	CTF	Total (r)
CIC	-0,1284	-0,0412	0,2017	-0,0332	-0,0014	-0,0174	0,2339	0,0244	-0,1836	-0,1241	-0,0695
ALP	-0,0432	-0,1224	0,2316	-0,0279	0,0033	-0,0028	0,8012	0,0797	0,2983	-0,9861	0,2317
DIC	-0,0851	-0,0931	0,3044	-0,0338	0,0028	-0,0121	0,5451	0,0326	0,0722	-0,5812	0,1519
NRP	-0,0700	-0,0561	0,1689	-0,0609	-0,0016	0,0045	0,1748	0,0832	-0,1951	0,0459	0,0935
BRI	-0,0066	0,0147	-0,0311	-0,0035	-0,0278	0,0316	-0,3236	0,0230	-0,5371	0,8257	-0,0350
ACI	0,0284	0,0044	-0,0464	-0,0035	-0,0111	0,0891	-0,2781	-0,0226	-0,1868	0,5101	0,0734
POL	0,0263	0,0858	-0,1451	0,0093	-0,0079	0,0192	-1,1431	-0,2465	-0,9715	1,9269	-0,4467
CAS	0,0079	0,0247	-0,0251	0,0128	0,0016	0,0045	-0,7132	-0,3952	-0,8309	1,4746	-0,4382
CAR	-0,0164	0,0254	-0,0153	-0,0082	-0,0104	0,0103	-0,7740	-0,2289	-1,4347	1,8800	-0,5724
CTF	0,0073	0,0555	-0,0814	-0,0013	-0,0106	0,0186	-1,0135	-0,2681	-1,2411	2,1733	-0,3612
Coeficiente de determinação											0,7480
Efeito residual											0,5020
Colinearidade da matriz das variáveis explicativas secundárias											Fraca

¹ CIC=circunferência do caule a 20 cm de altura; ALP=altura da planta; DIC=diâmetro da copa; NRP=número de ramos principais; BRI=teor brix do fruto; ACI=acidez do fruto; POL=peso da polpa; CAS=peso da casca; CAR=peso do caroço; CTF=largura do fruto.

² Os valores em destaque na diagonal principal são os efeitos diretos sobre NTF.

O coeficiente de determinação de 0,7480 (Tabela 3) sinaliza que o modelo adotado foi satisfatório para explicar o inter-relacionamento do número total de frutos/planta com as variáveis secundárias consideradas neste estudo.

Os efeitos diretos positivos da largura do fruto e diâmetro da copa e os efeitos negativos dos pesos do caroço, da polpa e da casca sobre a variável básica peso total de frutos/planta (cálculos não apresentados) indicam que as variáveis secundárias podem ser usadas como guia para a seleção de plantas produtivas.

Variáveis primárias do peso médio do fruto

As estimativas dos efeitos diretos dos pesos da polpa, casca e caroço sobre o peso do fruto do umbuzeiro são apresentadas na Tabela 4. Não houve necessidade de logaritmizar os dados das variáveis primárias do peso médio do fruto, pois este é resultado da soma dos pesos da polpa, da casca e do caroço, atendendo às necessidades de aditividade do modelo.

TABELA 4. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas primárias peso da polpa (POL), peso da casca (CAS) e peso do caroço (CAR) sobre o peso de um fruto (PMF) do umbuzeiro. Petrolina, PE, 1995.

Caráter	Estimador	Estimativa
Peso da polpa		
Efeito direto sobre PMF	$\hat{P}_{2,9}$	0,3614
Efeito indireto via CAS	$\hat{P}_{2,9}r_{9,10}$	0,1391
Efeito indireto via CAR	$\hat{P}_{2,9}r_{9,11}$	0,3416
Total		0,8421
Peso da casca		
Efeito direto sobre PMF	$\hat{P}_{2,10}$	0,2230
Efeito indireto via POL	$\hat{P}_{2,10}r_{10,9}$	0,2255
Efeito indireto via CAR	$\hat{P}_{2,10}r_{10,11}$	0,2921
Total		0,7406
Peso do caroço		
Efeito direto sobre PMF	$\hat{P}_{2,11}$	0,5045
Efeito indireto via POL	$\hat{P}_{2,10}r_{11,9}$	0,2447
Efeito indireto via CAS	$\hat{P}_{2,10}r_{11,10}$	0,1291
Total		0,8783
Coefficiente de determinação		0,9126
Efeito residual		0,2957
Colinearidade da matriz das variáveis explicativas		Fraca

Todas as variáveis primárias explicativas do peso médio do fruto do umbuzeiro apresentaram valores elevados e positivos, tanto no efeito direto como na correlação simples (Tabela 4). Entretanto, maior peso do caroço e da polpa foram as variáveis mais importantes para o aumento do peso do fruto, por apresentarem os efeitos diretos mais elevados.

O coeficiente de determinação, que em função da aditividade do modelo deveria ter sido total, foi de 0,9126 (Tabela 4). Deve-se atribuir tal fato às aproximações feitas para a obtenção do peso da polpa e não à necessidade da inclusão de novas variáveis.

Variáveis secundárias sobre as variáveis primárias do peso médio do fruto

As estimativas dos efeitos diretos e indiretos de algumas variáveis secundárias sobre as variáveis primárias do peso do fruto do umbuzeiro são apresentadas na Tabela 5. Quanto ao peso da polpa, a melhor combinação de efeito direto e correlação positiva ocorreu com a variável largura do fruto. O aumento no peso da polpa pode ser conseguido pela seleção positiva para essa variável ou pela seleção negativa para altura da planta, confirmando os resultados das correlações simples (Tabela 1). O coeficiente de determinação de 0,9078 atesta que o modelo explica satisfatoriamente o peso da polpa.

A variável mais importante para o peso da casca foi a largura do fruto (Tabela 5). A altura da planta, que apresentou efeito direto de 0,2943, apesar da correlação negativa, deve ser considerada para o aumento do peso da casca do fruto do umbuzeiro. O coeficiente de determinação de 0,7243 sugere que o modelo foi satisfatório para explicar a relação causa-efeito do peso da casca.

TABELA 5. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos de algumas variáveis explicativas secundárias¹ sobre o peso de um fruto do umbuzeiro (PMF). Petrolina, PE, 1995.

Descrição do efeito ¹	Variáveis primárias de PMF		
	POL	CAS	CAR
Efeito direto de CIC	-0,0546	0,1072	0,1368
Efeito indireto via ALP	-0,1428	0,0992	0,0861
via DIC	0,0465	0,0789	-0,0389
via NRP	0,0088	-0,2571	-0,0225
via BRI	-0,0033	-0,0201	-0,0225
via ACI	-0,0184	-0,0130	0,0031
via CTF	-0,0407	-0,0567	-0,0554
Total	-0,2046	-0,0618	0,1280
Efeito direto de ALP	-0,4239	0,2943	0,2555
Efeito indireto via CIC	-0,0184	0,0361	0,0461
via DIC	0,0534	0,0906	-0,0457
via NRP	0,0074	-0,2162	-0,0189
via BRI	0,0076	0,0468	-0,0073
via ACI	-0,0030	-0,0021	0,0032
via CTF	-0,3240	-0,4511	-0,4407
Total	-0,7009	-0,2016	-0,2079
Efeito direto de DIC	0,0702	0,1191	-0,0601
Efeito indireto via CIC	-0,0362	0,0710	0,0906
via ALP	-0,3226	0,2239	0,1944
via NRP	0,0089	-0,2617	-0,0229
via BRI	0,0065	0,0398	-0,0062
via ACI	-0,0127	-0,0089	0,0136
via CTF	-0,1909	-0,2659	-0,2600
Total	-0,4768	-0,0826	-0,0503
Efeito direto de NRP	0,0161	-0,4717	-0,0413
Efeito indireto via CIC	-0,0298	0,0584	0,0746
via ALP	-0,1943	0,1349	0,1171
via DIC	0,0389	0,0661	-0,0333
via BRI	-0,0037	-0,0226	0,0035
via ACI	0,0047	0,0033	-0,0051
via CTF	0,0150	0,0209	0,0205
Total	-0,1529	-0,2106	0,1360
Efeito direto de BRI	-0,0632	-0,3901	0,0609
Efeito indireto via CIC	-0,0028	0,0055	0,0071
via ALP	0,0508	-0,0353	-0,0307
via DIC	-0,0072	-0,0122	0,0061
via NRP	0,0009	-0,0273	-0,0024
via ACI	0,0333	0,0235	-0,0358
via CTF	0,2712	0,3778	0,3690
Total	0,2831	-0,0582	0,3744
Efeito direto de ACI	0,0835	0,0589	-0,0895
Efeito indireto via CIC	0,0120	-0,0237	-0,0302
via ALP	0,0152	-0,0106	-0,0092
via DIC	-0,0107	-0,0182	0,0092
via NRP	0,0009	-0,0267	-0,0023
via BRI	-0,0253	-0,1558	0,0243
via CTF	0,1676	0,2334	0,2280
Total	0,2433	0,0573	0,1302
Efeito direto de CTF	0,7140	0,9943	0,9713
Efeito indireto via CIC	0,0031	-0,0061	-0,0078
via ALP	0,1923	-0,1335	-0,1159
via DIC	-0,0187	-0,0318	0,0161
via NRP	0,0003	-0,0099	-0,0008
via BRI	-0,0240	-0,1482	0,0231
via ACI	0,0196	0,0138	-0,0210
Total	0,8866	0,6785	0,8650
Coefficiente de determinação	0,9078	0,7243	0,8132
Efeito residual	0,3036	0,5251	0,4322
Colinearidade da matriz das variáveis explicativas			Fraca

¹ CIC=circunferência do caule a 20 cm de altura; ALP=altura da planta; DIC=diâmetro da copa; NRP=número de ramos principais; BRI=teor brix do fruto; ACI=acidez do fruto; CTF=largura do fruto.

O peso do caroço apresentou como variável mais importante a largura do fruto (Tabela 5). Apesar da correlação negativa com altura da planta, essa variável apresentou efeito direto de 0,2555 e deve ser considerada na seleção de indivíduos com maior caroço. O coeficiente de determinação de 0,8132 indica que a inclusão de novas variáveis no modelo dificilmente irá alterar a importância das variáveis.

Todas as matrizes $X'X$ apresentaram colinearidade fraca, atestando que os resultados obtidos nas análises de trilha são confiáveis. Para Ferrari (1989) e Carvalho (1995), a multicolinearidade ocorre quando as observações amostrais das variáveis independentes, ou suas combinações lineares, são altamente correlacionadas.

CONCLUSÕES

1. Há correlações simples positivas entre casca x polpa e caroço x polpa.
2. Há correlação negativa entre o peso médio do fruto x número total de frutos/planta.
3. Os pesos do caroço e da polpa, como variáveis primárias, e a largura do fruto, como variável secundária, são os caracteres mais importantes para a seleção de árvores de umbuzeiro com maior tamanho de fruto.
4. O aumento do número de frutos/planta é conseguido com a seleção positiva das variáveis largura do fruto e diâmetro da copa e a seleção negativa dos caracteres pesos do caroço, da polpa e da casca.
5. A variável mais importante para o aumento da produção do umbuzeiro é o número de frutos/planta.

REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL: 1991. Rio de Janeiro: IBGE, v.51, 1991. 1024p.
- CARVALHO, S.P. **Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção sob multicolinearidade**. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 1995. 163p. Tese de Doutorado.
- CRUZ, C.D. **Genes - programa para análise e processamento de dados baseado em modelos de genética e estatística experimental**. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 1996. 305p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 1994. 390p.
- FERRARI, F. **Estimadores viesados para modelos de regressão em presença de multicolinearidade**. Piracicaba: ESALQ, 1989. 127p. Tese de Doutorado
- QUEIROZ, M.A. de; NASCIMENTO, C.E. de S.; SILVA, C.M.M. de; LIMA, J.L. dos S. Fruteiras nativas do semi-árido brasileiro: algumas reflexões sobre os recursos genéticos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas, **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1993. p.87-92.
- SANTOS, C.A.F.; REIS, M.S.; CRUZ, C.D.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Adequação de modelos no estudo do coeficiente de trilha dos componentes primários e secundários de progênies F_6 de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, v.42, n.240, p.111-121, 1995.
- WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921.