

ESTIMATIVAS DE REPETIBILIDADE DE CARACTERÍSTICAS DE FRUTOS DE CUPUAÇUZEIRO NO ESTADO DO ACRE¹

JOÃO GOMES DA COSTA²; ANA DA SILVA LEDO² e
MARCELO NASCIMENTO DE OLIVEIRA²

RESUMO - Este trabalho teve o objetivo de estimar a capacidade de cupuaçuzeiros de repetirem a expressão de caracteres de fruto, a variabilidade genética e determinar o número de frutos por planta necessário para a seleção de genótipos superiores. Utilizando-se dois frutos por planta, estimou-se os coeficientes de repetibilidade para os caracteres comprimento, circunferência e peso do fruto; espessura e percentagem em peso da casca; percentagens da polpa e das fibras e número de sementes por fruto. Constatou-se a existência de variabilidade genética entre as plantas matrizes para a maioria dos caracteres estudados. Os caracteres peso do fruto, comprimento do fruto e espessura da casca com coeficientes de repetibilidade de 0,76, 0,82 e 0,93, respectivamente, apresentaram as mais altas estimativas de repetibilidade, evidenciando bom controle genético. Os caracteres que apresentaram o menor número de frutos por planta exigido para uma efetiva seleção foram comprimento do fruto, espessura da casca e peso do fruto com 1, 1 e 2 frutos/planta, respectivamente. Devido à importância econômica do caráter peso do fruto, ao coeficiente de repetibilidade apresentado e à possibilidade de se obter uma seleção eficiente a partir de um número reduzido de frutos, evidencia-se que uma seleção fenotípica simples para este caráter pode proporcionar bons resultados com custos reduzidos.

Termos para indexação: *Theobroma grandiflorum*, variabilidade genética, ganho genético, coeficiente de repetibilidade.

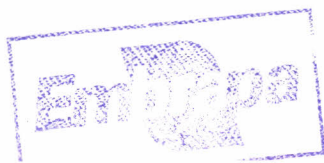
ESTIMATE OF REPEATIBILITY IN CHARACTERS OF "CUPUAÇU" TREE FRUITS IN ACRE STATE, BRAZIL

ABSTRACT - The objective of this work was to estimate the capacity that "cupuaçu" plants (*Theobroma grandiflorum*) have to repeat the characters of the fruit expression, genetic variability and to determine the number of fruits per plant necessary for the selection of superior genotypes. Using two fruits per plant, the repeatability coefficient was estimated for the characters length, circumference and fruit weight; rind thickness and weight percentage; pulp and fiber percentages and number of seeds per fruit. There was genetic variability among mother plants for the majority of the characters studied. The characters fruit weight, fruit length and rind thickness with coefficient of repeatability of 0.76, 0.82 and 0.93, respectively, have shown the highest repeatability estimates, turning evident the good genetic control. The characters fruit length, rind thickness and fruit weight have shown the lowest fruit number per plant required for an effective selection with 1, 1 and 2 fruits/plant, respectively. Due to the economic importance of the fruit weight character, to the repeatability coefficient presented and the possibility to achieve an efficient selection from a reduced number of fruits needed to obtain an efficient selection, becomes evident that a simple phenotypic selection for this character may provide good results at low costs.

Index terms: *Theobroma grandiflorum*, genetic variability, genetic gain, coefficient of repeatability

¹ Aceito para publicação em 23.10.97

² Eng. Agr. M.Sc. Pesquisador da Embrapa-Acre. C. Postal 392. CEP 69908-150. Rio Branco-AC



INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd ex-Spreng) Schum] é uma planta alógama, sendo normalmente plantada por sementes, devendo, portanto, existir nos plantios comerciais uma grande variabilidade fenotípica. Geralmente o estabelecimento de plantios novos é realizado mediante seleção de sementes de frutos grandes, sem conhecimento da planta matriz. Assim, torna-se necessário estudos a respeito da variabilidade existente e do número mínimo de frutos avaliados por planta, para que a seleção seja praticada com eficiência e menor custo possível.

Na escolha de um genótipo, espera-se que sua superioridade inicial permaneça constante durante todo o seu ciclo. Segundo Cruz & Regazzi (1994), também se espera que o bom desempenho manifestado em certas estruturas, ou em partes integrantes do indivíduo, reflita o potencial do genótipo a ser utilizado como um todo. Afirmam, ainda, que a veracidade desta expectativa poderá ser comprovada pelo coeficiente de repetibilidade da característica estudada e que é possível estimar este coeficiente quando a medição de um caráter é feita repetidas vezes num mesmo indivíduo.

O coeficiente de repetibilidade, segundo Vencovsky (1973), é utilizado no estudo de caracteres de plantas perenes, que se expressam mais de uma vez no decorrer da vida do organismo. Baseia-se na tomada de mais de uma observação fenotípica de cada indivíduo, sem utilizar progênies, a fim de medir a capacidade que os organismos têm de repetir a expressão do caráter. De acordo com Falconer (1981), as vantagens do coeficiente de repetibilidade consistem na definição do limite superior do valor do coeficiente de herdabilidade e do grau de determinação genética do caráter estudado, permitindo também determinar o número de observações fenotípicas que devem ser feitas em cada indivíduo, para que a seleção seja praticada com eficiência e um mínimo de trabalho.

Estimativas de coeficientes de repetibilidade têm sido obtidas em culturas como seringueira (Gonçalves et al., 1982; Gonçalves et al., 1990; Gonçalves et al., 1995), coqueiro (Siqueira, 1982) e cupuaçuzeiro (Fonseca et al., 1990).

O presente estudo tem por objetivo estimar a capacidade que as plantas têm de repetirem a expressão de um caráter e sua variabilidade genética, e determinar o número necessário de frutos, por planta, para uma seleção mais eficiente de plantas de cupuaçuzeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Em 1992 foram selecionadas, em função do desenvolvimento vegetativo e ausência de ataque de "vassoura-de-bruxa", 12 plantas matrizes de cupuaçuzeiro em plantios comerciais nos municípios de Rio Branco, Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima, no Estado do Acre. De cada planta foram coletados, ao acaso, dois frutos nos quais foram feitas as avaliações: comprimento (cm), circunferência (cm) e peso do fruto (g); espessura da casca (cm); peso da casca (%), da polpa (%), e das fibras (%) em relação ao peso do fruto; e número de sementes. As análises foram realizadas no laboratório de sementes da EMBRAPA/CPAF-Acre.

As análises estatísticas de todas as variáveis foram realizadas conforme o delineamento inteiramente casualizado, considerando-se os dois frutos por planta como observações fenotípicas repetidas no mesmo genótipo. Os dados obtidos em percentagens foram transformados em arcoseno raiz $x/100$.

O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \varepsilon_{ij}, \text{ onde:}$$

Y_{ij} é a média do caráter da planta i na repetição j ;

μ é a média geral;

G_i é o efeito aleatório da planta i + efeito do ambiente no qual encontra-se a planta i ($i=1,2,\dots,12$ plantas);

ε_{ij} é o efeito aleatório dos frutos ($j=1, 2$ frutos).

As estimativas dos componentes de variância foram obtidas pela esperança matemática dos quadrados médios, segundo esquema apresentado na Tabela 1. O coeficiente de repetibilidade foi estimado pela fórmula:

$$\hat{\rho} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma} + \hat{\sigma}_g^2}, \text{ onde:}$$

$\hat{\rho}$ é a estimativa de repetibilidade,

$\hat{\sigma}_g^2$ é a estimativa da variância entre genótipos,

$\hat{\sigma}^2$ é a estimativa da variância ambiental.

O número de frutos necessários, a serem avaliados para uma seleção mais eficiente de plantas, foi determinado pela fórmula:

$$n = \frac{R^2(1 - \hat{\rho})}{(1 - R^2)\hat{\rho}}, \text{ onde:}$$

n é o número necessário de frutos para a determinação genotípica desejável,

R^2 é o coeficiente de determinação

$$\text{genotípica} \left(R^2 = \frac{n\hat{\rho}}{1 + \hat{\rho}(n - 1)} \right)$$

$\hat{\rho}$ é a estimativa de repetibilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TABELA 1 - Esquema de análise de variância utilizada na avaliação dos caracteres de frutos do cupuaçuzeiro. Rio Branco, 1996.

Fonte de variação	GL	QM	E(QM)
Genótipos	g-1	QMG	$\sigma^2 + k\sigma_g^2$
Resíduo	N-g ¹	QMR	σ^2
Total	N-1	-	-

¹g: genótipo, N: número de medições repetidas.

Os quadrados médios da análise de variância, para as oito variáveis em estudo, estão apresentados na Tabela 2. Em geral, para os valores obtidos entre genótipos pelo teste F, houve diferença significativa ao nível de 1% para as variáveis comprimento do fruto (CF), espessura da casca (EC), peso do fruto (PF) e percentagem de casca (%CA), e a 5% para circunferência do fruto (CIF) e número de sementes (NS), indicando a presença de variabilidade, entre genótipos, para a maioria das variáveis estudadas. Para percentagem de polpa (% P) e de fibras (%F), o mesmo teste indicou inexistência de variação entre genótipos. Verifica-se, pelas médias apresentadas, que as matrizes estudadas apresentam potencial para peso do fruto (1388 g) e para percentagem de

polpa (39%), já que, segundo Calzavara (1987), geralmente o peso médio dos frutos varia de 1000 a 1500 g e o rendimento em polpa em torno de 30%. Da mesma forma, pesquisa realizada por Souza et al.(1992) mostra que o peso médio dos frutos de 23 clones de cupuaçuzeiros, considerando as safras de 3 anos, foi de 1020 g.

A Tabela 3 mostra as estimativas para variância entre genótipos ($\hat{\sigma}_g^2$), para variância ambiental ($\hat{\sigma}^2$), para coeficiente de repetibilidade ($\hat{\rho}$), coeficiente de determinação (R^2) e o número necessário de frutos, por planta, para uma seleção efetiva (h). Observa-se

TABELA 2 - Quadrados médios de análise de variância para as variáveis comprimento do fruto (CF), circunferência do fruto (CIF), espessura da casca (EC), peso do fruto (PF), número de sementes/fruto (NS), percentagens de casca (% CA), de polpa (% P) e de fibras (% F) de 12 plantas matrizes de cupuaçuzeiros selecionadas no Estado do Acre, Rio Branco, 1996.

F.V.	G.L.	CF (cm)	CIF (cm)	EC (cm)	PF (g)	NS	CA (%)	P (%)	F (%)
Genótipos	11	16,9545**	1,5472*	0,0903**	192950,5469**	50,8636*	15,4375**	9,1445ns	1,5278ns
Resíduo	12	1,7083	0,5127	0,0033	25635,0000	14,7500	3,4818	4,0497	1,0004
Total	23								
C.V.(%)		5,28	6,01	7,16	11,53	10,74	4,50	4,99	11,84
Média		24,75	14,91	0,81	1388,00	36,00	43,76	39,00	2,21

TABELA 3 - Estimativas obtidas para variância entre genótipos ($\hat{\sigma}_g^2$), variância ambiental ($\hat{\sigma}^2$), coeficiente de repetibilidade ($\hat{\rho}$), coeficiente de determinação (R^2) e número de frutos necessários para uma seleção efetiva, referentes a diversas variáveis em 12 plantas matrizes de cupuaçuzeiro selecionadas no Estado do Acre, Rio Branco, 1996.

Variáveis ¹	$\hat{\sigma}_g^2$	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\rho}$	R^2	η
CF	7,6231	1,7083	0,8169	89,92	1,0
CIF	0,5172	0,5127	0,5022	66,86	4,0
EC	0,0435	0,0033	0,9284	96,28	1,0
PF	83657,7734	25635,0000	0,7654	86,71	2,0
NS	18,0568	14,7500	0,5504	71,00	4,0
%CA	5,9779	3,4818	0,6319	77,45	3,0
%P	2,6491	3,8463	0,4078	57,94	8,0
%F	0,2637	1,0004	0,2086	34,52	15,0

¹ CF: Comprimento do fruto, CIF: Circunferência do fruto, EC: Espessura da casca, PF: Peso do fruto, NS: Número de sementes, CA: Casca, P: Polpa, F: Fibra.

que os valores da variância entre genótipos foram maiores que os ambientais para comprimento do fruto (CF), espessura da casca (EC), peso do fruto (PF), número de sementes (NS) e percentagem de casca (%CA). Já para a variável circunferência do fruto, os valores da variância entre genótipos e os da ambiental foram praticamente iguais, enquanto que, para percentagem de polpa e de fibras os valores da variância ambiental ultrapassaram os da variância entre genótipos.

Em geral, os coeficientes de repetibilidade variaram de $\hat{\rho} = 0,2086$ a $\hat{\rho} = 0,9284$. Os maiores valores encontrados foram para as variáveis espessura da casca

($\hat{\rho} = 0,9284$), comprimento do fruto ($\hat{\rho} = 0,8169$) e peso de fruto ($\hat{\rho} = 0,7654$), evidenciando bom controle genético na expressão do caráter estudado e a possibilidade de se proceder seleção fenotípica simples. O caráter percentagem de polpa, característica importantíssima para a indústria, ao contrário do estimado por Fonseca et al. (1990), apresentou baixo coeficiente de repetibilidade ($\hat{\rho} = 0,4078$), evidenciando que a expressão do caráter no material estudado

foi muito influenciada pelo ambiente e sugerindo que devem ser empregados métodos de melhoramento genético que possuam maior controle parental dos genótipos.

Verifica-se que todas as características, à exceção de percentagens de fibras e polpa e circunferência do fruto, apresentaram coeficientes de determinação acima de 70%, evidenciando confiabilidade nos resultados. Entretanto, os baixos valores apresentados para as estimativas de repetibilidade para percentagem de fibras, percentagem de polpa e circunferência do fruto, evidenciados pelos baixos valores dos coeficientes de determinação (34,52%; 57,94% e 66,86%, respectivamente), não permitem inferências a respeito desses caracteres, sendo necessário, portanto, que se faça novas avaliações.

As estimativas do número de frutos necessário, por planta (h), para uma seleção efetiva de genótipos superiores, considerando a estimativa do coeficiente de repetibilidade e um coeficiente de determinação de 80%, encontram-se na Tabela 3. Verifica-se que para o estudo dos caracteres peso do fruto, número de sementes e percentagem de polpa, considerados os mais importantes economicamente, são necessários 2, 4 e 8 frutos por planta, respectivamente.

Considerando que existe uma correlação positiva entre peso do fruto e percentagem de polpa (Fonseca et al., 1990), pode-se efetuar a seleção fenotípica de plantas com base no peso do fruto e obter ganhos indiretos para percentagem de polpa.

CONCLUSÕES

1. O estudo mostrou que existe variabilidade entre os genótipos para peso e comprimento do fruto e espessura da casca.

2. Uma seleção fenotípica simples, para o caráter peso do fruto, proporcionará ganhos genéticos significantes com custos reduzidos.

3. Os caracteres percentagens de polpa e de fibras mostraram que são muito influenciados pelo ambiente.

4. Para se obter ganhos em relação à

variável percentagem de polpa, deve-se empregar métodos de melhoramento que possuam um bom controle parental dos genótipos.

5. O número necessário de frutos, por planta, para uma seleção mais eficiente para peso do fruto, número de sementes e percentagem de polpa, com 80% de certeza de se estar avaliando o valor real de cada um deles, são 2, 4 e 8, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- CALZAVARA, B.B.G. **Cupuaçuzeiro**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1987. n.p. (EMBRAPA-CPATU. Recomendações Básicas, 1).
- CRUZ, C.D. ; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 390 p.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária 1981. 279 p. Tradução de M.A. SILVA e J.C. SILVA.
- FONSECA, C.E.L. da; ESCOBAR, J.R.; BUENO, D.M. Variabilidade de alguns caracteres físicos e químicos do fruto do cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.7, p.1079-1084, jul. 1990.
- GONÇALVES, P. de S.; ROSSETTI, A.G.; PAIVA, J.R. de. Coeficiente de repetibilidade e eficiência do miniteste de produção na seleção de plantas de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.233-237, fev. 1982.
- GONÇALVES, P. de S.; CARDOSO, M.; SÁES, L.A. Estimativas de repetibilidade na seleção de árvores adultas de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.7, p.1031-1038, jul. 1990.

- GONÇALVES, P. de S.; MARTINS, A.L.M.; BORTOLETTO, N.; UTIDA, R. de C. Variabilidade dos caracteres estruturais do sistema laticífero da casca em plantas jovens de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.649-656, maio 1995.
- SOUZA, A. das G.C. de; GUIMARÃES, R.R.; NUNES, C.D.M. **Avaliação preliminar de clones de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum), nas condições de Manaus, AM. II - Produtividade**. Manaus, AM: EMBRAPA-CPAA, 1992. 6p. (EMBRAPA-CPAA. Pesquisa em Andamento, 11).
- SIQUEIRA, E.R. Coeficiente da repetibilidade da produção de frutos de coqueiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.573-574, fev. 1982.
- VENCOVSKY, R. **Princípios de genética quantitativa**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1973. 97p.