

ESTUDO DE CARACTERES CORRELACIONADOS COM A PRODUÇÃO DE AMÊNDOA SECA NO GUARANAZEIRO¹

AFONSO C.C. VALOIS², MARIA P.F. CORRÉA e MARIA ELIZABETH DA COSTA
VASCONCELLOS³

RESUMO - No presente trabalho, foi desenvolvido um estudo referente à variabilidade, correlação e repetibilidade dos caracteres de tamanho de inflorescência, número de botões, número de frutos e número de sementes por fruto do guaranazeiro (*Paullinia cupania* var. *sorbilis*). Os resultados indicaram que estes fatores apresentam grande diversidade genética, onde os caracteres de tamanho de inflorescência, número de botões e número de sementes poderão estabelecer um bom incremento genético de seleção, em decorrência do valor de repetibilidade apresentado. Foi observado, também, que o modo de reprodução da planta e a relação de flores femininas e masculinas em uma inflorescência podem ser os responsáveis pela baixa correlação entre alguns dos caracteres estudados.

Termos para indexação: guaranazeiro, melhoramento genético, guaranazeiro - correlação entre caracteres, guaranazeiro-produção.

STUDY OF CHARACTERS CORRELATED WITH DRY FRUIT YIELD IN THE "GUARANÁ" TREE

ABSTRACT - A study of variability, genetic correlation and repeatability was undertaken for the characters size of inflorescence, number of flower buds, fruit/inflorescence and seed/fruits ratio, of the "guaraná" tree (*Paullinia cupania* var. *sorbilis*) whose dry seeds are used to make the Brazilian soft drink called "guaraná". It has been found that these characters may potentially display a large genetic diversity and that the inflorescence size, number of flower buds and seed/fruit ratio may be managed as a reliable index to a meaningful increment through selection due to its repeatability. It has also been shown that the low correlation found between yield and other characters studied may be ascribed to the pollination mechanism and the variability of the male/female flower ratio of this monoecious species.

Index terms: "guaraná" tree, breeding program, genetic correlation between characters, "guaraná" tree-production.

INTRODUÇÃO

O guaranazeiro é uma planta alógama onde a reprodução assexuada ainda não é um processo comprovadamente viável. Assim, no estabelecimento de cultivos industriais, a multiplicação gâmica vem sendo empregada, principalmente, pela utilização de sementes oriundas de genótipos com bons valores fenotípicos para os caracteres de produção de amêndoa seca e resistência a doenças.

Isso conduz a que, no melhoramento genético do guaranazeiro, os caracteres correlacionados com a produção de amêndoa sejam estudados, visando ao conhecimento das respectivas bases genéticas, além das interrelações existentes entre os mesmos.

No presente trabalho, os autores apresentam um estudo sobre o tamanho da inflorescência, número de botões, número de frutos de sementes de 60 genótipos de guaranazeiro estabelecidos no

Campo Experimental de Maués - Amazonas, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.

MATERIAL E MÉTODOS

No estudo, foram utilizadas plantas de oito anos de idade, estabelecidas no campo de germoplasma do Campo Experimental de Maués. Foram selecionados 60 indivíduos, tomando-se por base aspectos de bom desenvolvimento vegetativo e resistência a pragas e moléstias.

No início da floração, que ocorreu em setembro de 1974, foram tomadas ao acaso cinco inflorescências de cada genótipo, que serviram para a realização do trabalho. Na computação dos dados referentes à produção de amêndoa seca por planta, foi feita a colheita da produção total de frutos e aplicada a relação de seis partes de matéria úmida para uma parte de matéria seca.

Com base nos dados referentes ao tamanho da inflorescência, número de frutos e número de sementes, foi feita a análise da variância, considerando-se um delineamento inteiramente casualizado,

¹ Aceito para publicação em 28 de maio de 1979.

² Eng.^o Agr.^o, M.Sc., CNPSe - EMBRAPA - Caixa Postal, 319 - CEP 69.000 - Manaus, AM.

³ Eng.^o Agr.^o, CNPSe - EMBRAPA.

onde as inflorescências por planta traduziram-se em repetidas observações fenotípicas no mesmo indivíduo. Os dados advindos da contagem foram transformados para \sqrt{x} , segundo Steel & Torrie (1960).

Para a análise dos dados, foram considerados três efeitos ou componentes, conforme o modelo:

- $Y_{ij} = m + (g_i + e_i) + d_{ij}$ onde,
 m = média do caráter considerado
 i = 1, 2, 3 60 plantas
 j = 1, 2, 3 5 inflorescências por planta
 g_i = efeito genético da planta i
 e_i = efeito da parcela na qual está a planta i
 d_{ij} = efeito aleatório de amostras dentro das parcelas.

Após a análise da variância, foi estimada a repetibilidade (R) para os quatro caracteres, pela utilização de métodos apresentados por Vencovsky (1973a, 1973b), através da seguinte estimativa das esperanças dos quadrados médios E (QM):

FV	E(QM)
Plantas	$\sigma^2 d + 5\sigma^2 p$
Amostras	$\sigma^2 d$

Pela falta de repetição verdadeira (mesmo genótipo em parcelas diferentes), não foi possível, no presente caso, isolar a variação ambiental entre parcelas, mas apenas a variação ambiental dentro das plantas.

Assim, estimou-se $\sigma^2 p = \sigma^2 g + \sigma^2 e$. Deste modo,

$$R = \frac{\sigma^2 p}{\sigma^2 p + \sigma^2 e}, \text{ onde } R = \frac{\sigma^2 p + \sigma^2 e}{\sigma^2 g + \sigma^2 e + \sigma^2 d}$$

Para o conhecimento das correlações, foi feita, primeiramente, a análise de co-variância entre os

quatro caracteres, sendo as correlações estimadas após a decomposição das esperanças dos produtos médios E (PM), como segue:

FV	E (PM)
Plantas	$cov_d + 5 cov_p$
Amostras	cov_d

Pela falta de repetições verdadeiras, estimou-se $cov_p = cov_g + cov_e$ onde,

$$r = \frac{cov_p}{\sqrt{\sigma^2_{pl} \cdot \sigma^2_{p2}}}$$

Assim, os r's estimados não mediram exatamente a correlação genética, pois cov_p é diferente de cov_g no presente caso. No entanto, os valores encontrados representam maior importância em termos de melhoramento genético do que aqueles r's simplesmente fenotípicos.

Para a construção da distribuição de frequência e estimação do coeficiente de determinação (r^2), foi aplicada a metodologia exposta por Steel & Torrie (1960).

RESULTADOS

Tamanho de infloresção

Na Tabela 1, está apresentada a análise da variância para o tamanho da inflorescência, onde o teste F = 4,32 **, significativo ao nível de 1% de probabilidade, indica a existência de variação entre os genótipos, para o caráter em estudo.

A distribuição de frequência, apresentada na Tabela 2, mostra as diferenças indicadas entre os genótipos, onde a maioria apresentou inflorescência variando entre 15 e 20 cm de comprimento.

Número de botões.

Pelo teste F = 3,79 ** significativo ao nível de

TABELA 1. Análise da variância para os caracteres tamanho de inflorescência (TI), número de botões (NB), número de frutos (NF) e número de sementes (NS), de 60 genótipos de guaranzeiro. Maués (AM) 1974.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M. ^a (TI)	Q.M. ^a (NB)	Q.M. ^a (NF)	Q.M. ^a (NS)
Plantas	59	174,9197 *	67,5690 *	7,2017 *	13,1637
Resíduo	240	40,4537	17,7896	2,4408	3,4286
Total	299	-	-	-	-

a * = significativo ao nível de 5%

CV=32,9%

CV=6,3%

CV=30,6%

CV=31,9%

TABELA 2. Distribuição de freqüência do tamanho da inflorescência de 60 genótipos de guaranazeiro. Maués (AM) 1974.

Tamanho em cm	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
Freqüência	3	10	22	14	10	1
$\bar{x} = 19,32$						
$s = 5,91$						

1% de probabilidade, indicado na Tabela 1, houve diferença entre o número de botões apresentado por planta.

Na Tabela 3, é apresentada a distribuição de freqüência para os valores transformados para \sqrt{x} .

TABELA 3. Distribuição de freqüência do número de botões em inflorescência de 60 genótipos de guaranazeiro. Maués (AM). 1974.

* Número de botões	8-12	12-16	16-20	20-24
Freqüência	14	25	16	5
$\bar{x} = 14,79$				
$s = 3,68$				

*Dados transformados para \sqrt{x} .

Número de frutos.

A análise da variância apresentada na Tabela 1, demonstra, pelo teste $F = 2,95$ ** significativo ao nível de 1% de probabilidade, que os genótipos também apresentaram diferença estatística quanto ao caráter de produção de frutos.

Esta diferença pode ser melhor visualizada pela distribuição de freqüência do número médio de frutos apresentado por inflorescência indicada na Tabela 4.

Número de sementes.

Em guaranazeiro é comum observar-se um fruto apresentando mais de uma semente, que é um caráter interessante visando ao aumento de produtividade do cultivo. Assim, o teste $F = 3,84$ ** significativo ao nível de 1% de probabilidade, indi-

TABELA 4. Distribuição de freqüência do número de frutos em inflorescência de 60 genótipos de guaranazeiro. Maués (AM). 1974.

* Número de frutos	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	9-10
Freqüência	3	8	19	18	9	2	1
$\bar{x} = 5,10$							
$s = 1,20$							

* Dados transformados para \sqrt{x} .

cado pela análise da variância apresentada na Tabela 1, mostra que os genótipos apresentaram diferença referente ao número de sementes por fruto.

Na Tabela 5, está apresentada a distribuição de freqüência do número de sementes por inflorescência.

Produção de amêndoas secas.

Na Tabela 6, está indicada a distribuição de freqüência referente à produção de amêndoas secas, apresentada pelos 60 genótipos estudados, que indica a validade da amostragem, devido à diversidade fenotípica entre os indivíduos, para o caráter de produção.

Repetibilidade.

O cálculo da repetibilidade (Tabela 7) indicou que, de uma maneira geral, os caracteres estudados podem possuir um grau aceitável de variância genética em relação à ambiental. Os caracteres de tamanho de inflorescência, número de botões e número de sementes mostraram ser menos influenciados pelo meio ambiente que o referente ao número de frutos.

Correlações.

Na Tabela 8, estão apresentadas as estimativas dos coeficientes de correlação e de determinação. Os caracteres mais correlacionados são os referentes a tamanho de inflorescência com número de botões, e número de frutos com número de sementes. O menor valor ($r = 0,3559$) foi mostrado pelo número de botões com número de sementes, onde em apenas 12,67% um caráter está na dependência do outro.

TABELA 5. Distribuição de freqüência do número de sementes em inflorescência de 60 genótipos de guaranazeiro. Maués (AM). 1974.

* Número de Sementes	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	10-11
Freqüência	1	7	9	22	8	5	7	1
	$\bar{x} = 5,81$							
	$s = 1,62$							

* Dados transformados para \sqrt{x} .

TABELA 6. Distribuição de freqüência da produção de amêndoas secas de 60 genótipos de guaranazeiro. Maués (AM). 1974.

Produção em kg	0,2-0,8	0,8-1,5	1,5-2,1	2,1-2,8	2,8-3,4
Freqüência	4	11	10	10	10
Produção em kg	3,4-4,1	4,1-4,7	4,7-5,4	5,4-6,0	
Freqüência	7	3	1	4	
	$\bar{x} = 2,597$				
	$s = 1,375$				

TABELA 7. Repetibilidade de caracteres correlacionados com a produção de amêndoas secas do guaranazeiro. Maués (AM). 1974.

Caráter	Repetibilidade
Tamanho da inflorescência	0,77
Número de botões	0,74
Número de frutos	0,66
Número de sementes	0,74

TABELA 8. Coeficiente de correlação (r) e de determinação (r^2) entre os caracteres de tamanho de inflorescência (TI), número de botões (NB), número de frutos (NF) e número de sementes (NS) de guaranazeiro. Maués (AM) 1974.

Caracteres	r	r^2
TI - NB	0,8147 **	66,37%
TI - NF	0,3762 **	14,16%
TI - NS	0,4235 **	17,93%
NB - NF	0,6023 **	36,27%
NB - NS	0,3559 **	12,67%
NF - NS	0,7259 **	52,69%

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

DISCUSSÃO

O coeficiente de repetibilidade (R), mostrado no presente trabalho, serve para medir a maior ou menor capacidade que têm, as plantas ou animais,

de repetir a expressão fenotípica de um determinado caráter, no tempo ou espaço. Varia de 0 a 1, e os seus valores são sempre iguais ou maiores que os do coeficiente de herdabilidade (h^2), parâmetro genético que mostra com maior segurança a possibilidade da transmissão de caracteres de pais para filhos.

Dos caracteres utilizados no estudo, merece destaque o referente ao número de sementes por fruto, tendo em vista a produção da planta ou produtividade do cultivo. Este caráter demonstrou um valor de repetibilidade que indica que na transmissão do caráter o ambiente poderá não exercer uma influência marcante. Assim, para plantios comerciais, o importante é utilizar sementes de genótipos que tenham resistência ambiental, além de boa produção, e que suas inflorescências tenham apresentado tendência de mostrar mais de uma semente por fruto, assegurando, desta maneira, que suas progênies possuam, pelo menos, regular produção, se por ventura o número de frutos for influenciado pelo meio ambiente.

O tamanho da inflorescência também é um caráter onde a seleção fenotípica poderá ter sucesso, devido ao valor de repetibilidade encontrado. Isso levará a uma maior oportunidade de obtenção de progênies que apresentem grande número de botões por inflorescência, devido ao bom nível de correlação entre os dois fatores.

Quanto ao número de botões, que também mostrou um bom valor de repetibilidade, apresentou menores valores de correlação com o número de frutos e sementes. De acordo com Schultz & Valois (1974), a relação média entre flores femininas e masculinas em uma inflorescência de guaranazeiro é da ordem de 1:5,54, respectivamente, podendo-se encontrar até 60% de flores femininas, como também inflorescência portando somente flores masculinas. Assim, podem ser explicados os valores de correlação encontrados, aliados ao fato de que, sendo o guaranazeiro uma planta alógama cuja polinização é feita por insetos (Schultz & Valois 1974), a frutificação torna-se, muitas das vezes, dependente de condições climáticas que podem limitar a população dos polinizadores. Um guaranazeiro pode possuir grandes inflorescências que também terão possibilidade de apresentar grande número de botões, mas o fato de possuir grande número de botões não significa que terá grande número de frutos e sementes, pois, para isso, muitos dos botões terão que se constituir em flores femininas que terão que ser polinizadas, onde os pólenes, que são carregados pelos insetos, não pertencem à mesma inflorescência pelo fato de as flores masculinas abrirem-se em dias diferentes em uma mesma inflorescência, o mesmo acontecendo com inflorescências componentes de um mesmo ramo (Schultz & Valois, 1974).

Este fato também explica o menor valor de repetibilidade do número de frutos, como também as baixas correlações entre o tamanho da inflorescência com o número de frutos e sementes, respectivamente.

CONCLUSÕES

1. Há indicação de que as plantas estudadas

apresentam diversidade genética entre si para os caracteres do tamanho da inflorescência, número de botões, número de frutos e número de sementes, responsáveis pela produção de amêndoa seca do guaranazeiro.

2. O tamanho da inflorescência, número de botões e número de sementes são os que apresentam maior repetibilidade, e, por isso mesmo, poderão apresentar maior ganho genético de seleção.

3. A relação entre as flores masculinas e femininas em uma inflorescência, bem como o modo de reprodução do guaranazeiro, parecem explicar as menores correlações apresentadas entre os caracteres de tamanho de inflorescência e número de frutos, tamanho de inflorescência e número de sementes, número de botões e número de sementes.

4. A nível de produtor, o estabelecimento de guaranazais a partir de sementes oriundas de plantas selecionadas apresentando bons valores fenotípicos para produção de amêndoa seca e resistência a pragas e moléstias, é prática capaz de levar à obtenção de boas produtividades, em decorrência dos valores de repetibilidade encontrados para os quatro caracteres estudados.

REFERÊNCIAS

- SCHULTZ, Q. & VALOIS, A.C.C. Estudos sobre o mecanismo de floração e frutificação do guaranazeiro. B. téc. Inst. Pesq. Agropec. Amaz. Ocíd., Manaus, (4): 35-58, 1974.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics, with special reference to the biological science. New York, McGraw Hill, 1960. 481 p.
- VENCOVSKY, R. Determinação do coeficiente de herdabilidade e do progresso esperado na seleção. In: ——— Exercícios práticos de genética. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1973. 288 p.
- . Princípios de genética quantitativa. Piracicaba, ESALQ, 1973. 97 p.