

**REPETIBILIDADE E NÚMERO DE AVALIAÇÕES
NECESSÁRIAS À SELEÇÃO DE CLONES DE
CAJUEIRO ANÃO PRECOCE**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro

Francisco Turra

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Diretor-Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Elza Ângela B. Brito da Cunha

José Roberto Rodrigues Peres

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical

Chefe-Geral

João Prata Gil Pereira de Araújo

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Lucas Antônio de Sousa Leite

Chefe Adjunto de Administração

Lindbergue Araújo Crisóstomo

REPETIBILIDADE E NÚMERO DE AVALIAÇÕES NECESSÁRIAS À SELEÇÃO DE CLONES DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE

José Jaime Vasconcelos Cavalcanti

João Rodrigues de Paiva

Levi de Moura Barros

João Ribeiro Crisóstomo

Maria Pinheiro Fernandes Corrêa



© Embrapa-CNPAT, 1999

Embrapa-CNPAT. Boletim de Pesquisa, 23

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270

Planalto Pici

Caixa Postal 3761

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Tel. (085)299-1800

Fax: (085)299-1803 / 299-1833

Endereço eletrônico: marketing@cnpat.embrapa.br

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Raimundo Braga Sobrinho

Secretário: Marco Aurélio da Rocha Melo

Membros: Ervino Bleicher

Francisco das Chagas Oliveira Freire

Francisco Fábio de A. Paiva

Janice Ribeiro Lima

José Luís Mosca

Tânia da Silveira Agostini

Coordenação editorial: Marco Aurélio da Rocha Melo

Acompanhamento gráfico: Arilo Nobre de Oliveira

Normalização bibliográfica: Rita de Cássia Costa Cid

Revisão: Mary Coeli Grangeiro Ferrer

CAVALCANTI, J.J.V.; PAIVA, J.R. de; BARROS, L. de M.; CRISÓSTOMO, J.R.; CORRÊA, M.P.F. **Repetibilidade e número de avaliações necessárias à seleção de clones de cajueiro anão precoce.** Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1999. 12p. (Embrapa-CNPAT. Boletim de Pesquisa, 23).

Termos para indexação: *Anacardium occidentale*; Melhoramento genético; Seleção precoce; Plant breeding; Precocious selection.

CDD: 634.573

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
CONCLUSÕES	11
AGRADECIMENTOS	11
REFERÊNCIAS	11

REPETIBILIDADE E NÚMERO DE AVALIAÇÕES NECESSÁRIAS À SELEÇÃO DE CLONES DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE

José Jaime Vasconcelos Cavalcanti¹

João Rodrigues de Paiva²

Levi de Moura Barros²

João Ribeiro Crisóstomo²

Maria Pinheiro Fernandes Corrêa²

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi estimar o coeficiente de repetibilidade e determinar o número adequado de avaliações necessárias à seleção de clones de cajueiro anão precoce para caracteres de produção e porte da planta. A metodologia aplicada para estimação constou da utilização dos componentes principais obtidos da matriz de covariâncias e variâncias fenotípicas. Avaliou-se em trinta clones a altura da planta (AP), o diâmetro da copa (DC) e a produção de castanha (PROD), durante cinco anos. Os caracteres AP e DC apresentaram valores de coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) superiores a 0,94 e 99,15%, respectivamente. Esses resultados demonstram alta regularidade na repetição dos caracteres entre as avaliações. Para a produção, o valor de r foi 0,88 e o de R^2 97,29%. Constatou-se, ainda, que são suficientes duas avaliações para AP e DC e três para PROD na seleção de clones.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale*, melhoramento genético, seleção precoce.

¹ Eng.-Agr., M. Sc., Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT), Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Bairro Pici, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110 Fortaleza, CE. jaime@cnpat.embrap.br.

² Eng.-Agr., Dr., Embrapa - CNPAT.

REPEATABILITY AND THE NECESSARY NUMBER OF OBSERVATION FOR DWARF CASHEW CLONES SELECTION

ABSTRACT - The objective of this study was to estimate the repeatability (r) and determination coefficients (R^2) and to determine the adequate number to select clones of dwarf cashew in relation to plant size and yield. The methodology used was based on the principal statistical components from the covariance matrix and phenotypic variances. The evaluation comprised five years data of 30 clones in relation to plant height (PH), canopy diameter (CD) and nut yield (NY). For both PH and CD the r and R^2 were higher than 0,94 and 99,15%, respectively. For NY the r was 0,88 and $R^2 = 97,29\%$, which means high regularity of the traits among evaluations. For dwarf cashew clone selection it was concluded only two evaluations are sufficient for PH and CD and three for NY.

Key words: *Anacardium occidnetale*, plant breeding, precocious selection.

INTRODUÇÃO

O problema mais significativo da cajucultura na região Nordeste do Brasil tem sido a baixa produtividade dos pomares, atualmente, menos de 220 kg/ha de castanha (Paula Pessoa et al.,1995), razão pela qual é dada prioridade para obtenção e avaliação de cultivares. A seleção de clones, uma das etapas do melhoramento de plantas de propagação vegetativa, vem recebendo muita atenção por apresentar-se como metodologia mais simples, tendo possibilitado expressivos ganhos (Barros & Crisóstomo, 1995). Entretanto, o número de avaliações necessárias para os caracteres de produção e de porte das plantas, no processo seletivo, ainda se encontra indefinido.

Na escolha de um genótipo espera-se que seu desempenho inicial persista durante toda a sua vida. A veracidade desta expectativa pode ser comprovada pelo coeficiente de repetibilidade da característica estudada. O conceito de repetibilidade pode ser enunciado como sendo a correlação entre as medidas de determinado caráter em um mesmo indivíduo, cujas avaliações foram repetidas no tempo ou no espaço. Ela expressa a proporção da variância total que é explicada pelas variações proporcionadas pelo genótipo e pelas alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum (Cruz & Regazzi, 1994).

Vencovsky (1973) relata que o coeficiente de repetibilidade é utilizado em plantas perenes no estudo de caracteres que se expressam mais de uma vez no decorrer da sua vida. Baseia-se na tomada de mais de uma observação fenotípica de cada indivíduo sem utilizar progênies, com a finalidade de medir a capacidade que os organismos têm de repetir a expressão do caráter e, de acordo com Falconer (1981), representa o limite superior do coeficiente de herdabilidade (h^2), sendo bem mais simples de ser estimado, pois h^2 exige cruzamentos controlados e estudo de progênies e, ainda, permite estimar quantas observações fenotípicas devem ser feitas em cada indivíduo para que a seleção seja realizada com eficiência e menos trabalho.

O método mais empregado para se estimar o coeficiente de repetibilidade tem sido baseado nos componentes da análise de variância. No entanto, métodos multivariados, utilizando componentes principais, têm sido propostos por Abeywardena (1972) e Rutledge (1974), que consideram algumas situações em relação à periodicidade dos genótipos para determinados caracteres. A produção geralmente sofre grande

influência do ambiente, pronunciando-se de forma oscilante. Em avaliações em que ocorre o fator periodicidade, as medidas são afetadas por algumas mudanças regulares, irregulares ou sistemáticas de ordem fisiológica que ocorrem nos organismos. Como este efeito pode variar de maneira e intensidade diferentes entre os genótipos, a análise de variância, utilizada para estimar o coeficiente de repetibilidade usual, pode não eliminar este componente adicional do erro experimental, e, conseqüentemente, a estimativa do coeficiente de repetibilidade apresenta-se subestimada (Cruz & Regazzi, 1994).

Cavalcanti (1997) detectou efeito significativo da interação genótipos x idades para produção, o que mostra comportamento diferenciado de híbridos de cajueiro nas diferentes idades, e evidencia o efeito de periodicidade nesse caráter. Em tais situações, Abeywardena (1972) relata que o coeficiente de repetibilidade pode ser estimado com maior eficiência por meio da técnica de componentes principais.

Objetivou-se, neste trabalho, estimar o coeficiente de repetibilidade e determinar o número adequado de avaliações necessárias à seleção para caracteres de produção e porte da planta, em clones de cajueiro anão precoce.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de um experimento de competição e avaliação de clones de cajueiro anão precoce instalado em abril de 1990, no Campo Experimental de Pacajus da Embrapa Agroindústria Tropical, em delineamento de blocos ao acaso com 30 clones, quatro repetições, quatro plantas por parcela, totalizando 16 indivíduos por clone, no espaçamento de 7m x 7m. Os dados para as análises foram obtidos da média dos indivíduos por clone, não considerando a estrutura de blocos. Avaliaram-se os caracteres altura da planta (m), diâmetro da copa (m) e produção de castanha (kg/planta), durante cinco anos, compreendendo do segundo ao sexto ano de idade das plantas.

A metodologia aplicada para estimação dos coeficientes de repetibilidade (r) constou da utilização dos componentes principais obtidos da matriz de covariâncias e variâncias fenotípicas (Abeywardena, 1972 e Rutledge, 1974). Este método apresenta o seguinte estimador:

$$r = \frac{(\hat{\lambda}_1 - \sigma_y^2)}{\sigma_y^2 (\eta - 1)}$$

onde: $\hat{\sigma}_y^2 = \hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_g^2$; $\hat{\sigma}^2$: variância ambiental; $\hat{\sigma}_g^2$: variância genética; η : número de avaliações (anos); $\hat{\lambda}_1$: autovalor da matriz associado ao autovetor cujos elementos têm o mesmo sinal e magnitudes semelhantes.

A estimativa do número de observações necessárias para cada caráter foi fornecida pela seguinte expressão (Cruz & Regazzi, 1994):

$$\eta_o = \frac{R^2 (1-r)}{(1 - R^2)r}$$

onde: η_o : número de observações; r: coeficiente de repetibilidade e R^2 : coeficiente de determinação ou grau de precisão do método, em que:

$$R^2 = \frac{nr}{1 + r(n-1)}$$

Para a determinação do grau de coincidência na ordem de classificação dos clones de uma avaliação para outra, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (Steel & Torrie, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados referentes às estimativas do coeficiente de repetibilidade, seus respectivos coeficientes de determinação e a estimativa do número de observações necessárias à seleção de clones. Observa-se que os caracteres altura da planta e diâmetro da copa apresentaram valores de r e coeficiente de determinação (R^2) superiores a 0,94 e 98,66%, respectivamente. Para o caráter produção, as estimativas de r foi 0,88 e $R^2 = 97,29\%$. Esses resultados demonstram uma alta regularidade na repetição das expressões relativas dos caracteres de uma avaliação para outra, sendo possível a predição do real valor dos indivíduos com poucas avaliações e um nível de precisão significativo.

Para os caracteres altura da planta e diâmetro da copa verificou-se ser possível com apenas uma observação obter uma precisão de 90%, enquanto com duas o valor de R^2 alcança 95%. Para o caráter produção

de castanha é necessário maior número de observações, em função da menor estimativa de r . Observa-se que o número ideal de avaliações são duas, para um grau de precisão de $R^2=90\%$, e três para $R^2=95\%$. Contudo, espera-se que, com o avanço do programa de melhoramento do cajueiro, as diferenças genéticas entre os materiais selecionados tornem-se menores, aumentando o grau de dificuldade na discriminação deles. Neste caso, torna-se necessária a utilização de três avaliações para obtenção de maior precisão.

Ainda pela análise da Tabela 1, percebe-se que é possível obter maiores níveis de precisão mediante maior número de medições, nas quais se espera alcançar 99% de determinação do valor real dos indivíduos. No entanto, o processo seletivo seria impraticável para a avaliação da produção de castanha, pois seria necessário realizar 14 observações.

TABELA 1. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), coeficientes de determinação (R^2) e número de observações (η_o) necessárias à predição do valor real dos clones, considerando três graus de precisão ($R^2 = 90\%$, 95% e 99%), para os caracteres altura da planta (AP), diâmetro da copa (DC) e produção de castanha (PROD).

Caráter	r	R^2 (%)	η_o		
			90%	95%	99%
AP	0,94	98,66	1	2	7
DC	0,96	99,15	1	2	4
PROD	0,88	97,29	2	3	14

Além da estimativa do coeficiente de repetibilidade foi determinado o coeficiente de correlação de Spearman, detectando-se valor significativo e alto de r_s (0,94) para a produção, quando comparada a média de três observações (2^a, 3^a e 4^a) com a média geral, indicando alto grau de coincidência na ordem de classificação dos clones. Cavalcanti (1997) sugeriu a possibilidade de praticar a seleção precoce em cajueiros, propagados por sementes, pois encontrou valores de $r_s = 0,79$ a $0,90$ entre

as idades do terceiro ao quinto ano de produção, relacionando duas a duas. Esses resultados, associados às estimativas de r , indicam a viabilidade de praticar seleção precoce, facilitando o processo seletivo.

Mediante o exposto, na seleção clonal do cajueiro anão precoce, deve ser considerada a média de três anos de avaliações para o caráter produção de castanha e de dois anos para altura da planta e diâmetro da copa, a partir do segundo ano de idade das plantas, quando estas se encontram com crescimento vegetativo mais diferenciado. Esta situação torna o processo seletivo mais eficiente, reduzindo o tempo necessário à recomendação final de um clone para o plantio comercial e, conseqüentemente, os custos financeiros.

CONCLUSÕES

1. Recomenda-se usar a média de duas avaliações para os caracteres altura da planta e diâmetro da copa, e de três para a produção de castanha na seleção de clones, a partir do segundo ano de idade.
2. É viável o emprego da seleção precoce em programas de avaliação de clones do cajueiro anão precoce.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao técnico da Embrapa Agroindústria Tropical, Carlos Antônio Távora Araújo, pela contribuição na condução e coleta dos dados do experimento.

REFERÊNCIAS

- ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. **Journal of Genetics**, Haijderabad, v.61, p.27-51, 1972.
- BARROS, L. de M.; CRISÓSTOMO, J. R. Melhoramento genético do cajueiro. In: ARAÚJO, J.P.P. de; SILVA, V.V. da (Orgs.) **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1995. p.73-96.

- CAVALCANTI, J.J.V. **Cruzamento dialélico parcial para avaliação de híbridos interpopulacionais de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)**. Lavras: UFLA, 1997. 67p. Dissertação Mestrado.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981. 279p.
- PAULA PESSOA, P.F.; LEITE, L.A.S; PIMENTEL, C.R.M. Situação atual e perspectivas da agroindústria do caju. In: ARAÚJO, J.P.P. de; SILVA V.V. da (Orgs.) **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1995. p.23-42.
- RUTLEDGE, J.J. A scaling which remove bias of Abeywardena' s estimator of repeatability. **Journal of Genetics**, Bangalore, v.61, p.247-254, 1974.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- VENCOVSKY, R. **Princípios de genética quantitativa**. Piracicaba: ESALQ, 1973. 97p.