



V Simpósio de Estudos e
Pesquisas em Ciências
Ambientais na Amazônia

ANAIS

Trabalhos Completos Aprovados – 2016

Volume I

ISSN: 2316-7637

Belém - Pará



ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM ACESSOS DE CUPUAÇUZEIRO NO NORDESTE PARAENSE (CLONES ELITES II)

Abel Jamir Ribeiro Bastos¹, Amanda Lobato Teixeira¹, José Raimundo Quadros Fernandes²,
Rafael Moysés Alves³

¹ Graduando(a) em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia.
abel.bastos.ufra@gmail.com.

² Engenheiro Agrônomo. Embrapa Amazônia Oriental.

³ Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas. Embrapa Amazônia Oriental.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estimar parâmetros e correlações genéticas em acessos de cupuaçuzeiro procedentes de plantios comerciais do município de Tomé-Açu, Pará, com vistas a auxiliar no melhoramento genético da espécie. O experimento foi instalado na base física da Embrapa Amazônia Oriental, em Tomé-Açu, Pará. Os acessos foram coletados no ano de 1995, em 13 propriedades produtoras de cupuaçu desse município. Para a caracterização do fruto foram utilizados 18 acessos que compõem a coleção, cujos dados fenotípicos foram coletados nos anos agrícolas de 1997 a 2015. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados com 10 repetições e cinco frutos por planta, em cada safra, tendo sido avaliados oito descritores: Comprimento do Fruto, Diâmetro do Fruto, Espessura da Casca, Peso Médio do Fruto, Porcentagem Relativa de Sementes, Porcentagem Relativa de Polpa, Porcentagem Relativa de Casca e Número Médio de Sementes. As estimativas dos parâmetros e correlações genéticas foram obtidas com base em modelos mistos do tipo REML/BLUP. Os caracteres apresentaram modo geral baixa herdabilidade variando entre 0.16 e 0.35. Os maiores valores foram para a composição centesimal dos frutos em sementes (%S), polpa (%P) e casca (%C), com 0.35, 0.34 e 0.34, respectivamente. Os coeficientes de variação genética tiveram amplitude de 3,97% a 8,69%, enquanto que o coeficiente de variação relativo (CV_r) foram inferiores a 1, indicando baixa variabilidade. Para as correlações, a variável peso médio de fruto apresentou resultados significativos com o tamanho do fruto e teor de sementes, ao passo que o rendimento de polpa foi correlacionado negativamente com espessura de casca do fruto, significando que frutos com casca fina deverão possuir bom teor de polpa.

Palavras-chave: genética vegetal. *Theobroma grandiflorum*. variabilidade.

Área de Interesse do Simpósio: Agronomia.

1. INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro é uma árvore frutífera da família Malvaceae, nativa da Amazônia, que vem apresentando perspectivas agroindustriais interessantes. Há anos atrás sua produção era considerada semi-extrativista, ao passo que atualmente desponta como uma das melhores e mais



promissoras fruteiras da Amazônia, apresentando-se como uma alternativa rentável e economicamente viável (ARAÚJO et al., 2002).

A produção atual de cupuaçu provém, basicamente, de plantios comerciais, estimados em mais de 30 mil hectares, distribuídos no Pará, Amazonas, Rondônia e Acre, principalmente. No Estado do Pará existem mais de 14 mil hectares plantados, dos quais 5 mil estão em produção, tendo apresentado um crescimento de 65% nos últimos 4 anos (HOMMA, 2014).

O cupuaçu apresenta excelentes qualidades nutricionais tanto nas sementes quanto na polpa, tornando-se uma atividade rentável. A polpa tem boa importância como matéria-prima, sendo que após produção pode ser armazenada em câmaras frigoríficas, para depois ser processada nos períodos mais propícios, ou segundo a demanda do mercado consumidor (BUENO, 2002). As amêndoas de cupuaçu, por sua vez, apresentam elevadas possibilidades para as indústrias de fármacos, cosméticos e produção de chocolate de cupuaçu (cupulate), sendo indicado às pessoas que são alérgicas à cafeína e à teobromina que estão presentes no cacau (HOMMA, 2014).

O estudo e obtenção de estimativas de parâmetros genéticos de uma população que se pretende explorar com fins de melhoramento genético permitem fazer inferências sobre a variabilidade genética que esta apresenta, e o que pode se esperar de ganho com seleção. Estas estimativas possibilitam a definição da melhor estratégia de seleção (CORREA et al., 2003).

Além disso, a estimativa de parâmetros genéticos como variabilidade, herdabilidade e correlações genéticas dos caracteres em seleção também auxilia na definição de genótipos superiores, na escolha de genitores para realizar hibridações e na predição dos ganhos genéticos para o programa de melhoramento de uma espécie (CRUZ et al., 2012; FEHR, 1987).

As estimativas de correlações são úteis quando determinado caráter de interesse é de difícil avaliação, pois se esse caráter apresenta correlações fenotípicas e genotípicas significativas com outro de mais fácil acesso, pode-se fazer a seleção indireta com base no caráter de fácil acesso. Além disso, quando dois caracteres apresentam correlação positiva e significativa, a seleção em um resulta na melhoria do outro (CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2000).

Este trabalho teve por objetivo realizar a estimativa de parâmetros genéticos em acessos de cupuaçuzeiro procedentes de plantios comerciais do município de Tomé-Açu, Pará. Visa com isso auxiliar o programa melhoramento genético da espécie, desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental.



2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, denominado Clones Elites II, foi instalado na base física da Embrapa em Tomé-Açu, Pará, coordenadas de 2°35' 32" S e 48°21' 22" W. O clima apresenta-se como mesotérmico e úmido e corresponde ao tipo Ami da classificação de Köppen, com temperatura média de 26°C, umidade relativa do ar em torno de 85% e precipitação média anual de 2.300 mm (BOLFE e BATISTELLA, 2011).

Os acessos foram coletados no ano de 1995, em 13 propriedades produtoras de cupuaçu desse município. Para a caracterização do fruto foram utilizados 18 acessos que compõem a coleção, cujos frutos foram coletados nos anos agrícolas de 1997 a 2015.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados com 10 repetições. Foram analisados cinco frutos por planta, em cada safra. Foram avaliados oito descritores: Comprimento do Fruto (Cfr.), Diâmetro do Fruto (Dfr.), Espessura da Casca (Eca), Peso Médio do Fruto (PMF.), Porcentagem Relativa de Sementes (%S), Porcentagem Relativa de Polpa (%P), Porcentagem Relativa de Casca (%C) e Número Médio de Sementes (N° Sem.).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico GENES (CRUZ, 2013). Posteriormente, foram estimados parâmetros genéticos como: variâncias genotípica, ambiental e fenotípica; herdabilidade; acurácia; coeficiente de variação genético; coeficiente de variação ambiental e a razão entre os dois últimos. Também foram realizadas as correlações entre todos os caracteres avaliados, para verificar as relações existentes entre eles e a possibilidade de seleção indireta.

As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas com base em modelos mistos do tipo REML/BLUP, empregando o software Selegen-Reml/Blup (RESENDE, 2007; RESENDE e DIAS, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do teste F da análise de variância (Tabela 1), observou-se que, para todos os caracteres estudados houve diferença altamente significativa ($P < 0,01$) entre os acessos de cupuaçuzeiro, o que evidencia que existe variabilidade genética nessa população. Isto poderá possibilitar a seleção de genótipos superiores para os caracteres de interesse.



Tabela 1 - Resumo da análise de variância dos caracteres Comprimento do Fruto (Cfr.), Diâmetro do Fruto (Dfr.), Espessura da Casca (Eca), Peso Médio do Fruto (PMF), Porcentagem Relativa de Sementes (%S), Porcentagem Relativa de Polpa (%P), Porcentagem Relativa de Casca (%C), Número Médio de Sementes (N° Sem.) em dezoito acessos de cupuaçuzeiro procedentes do município de Tomé-Açu, PA, 2016.

FV	GL	Quadrados Médios							
		Cfr (mm)	Dfr (mm)	Eca (mm)	PMF (g)	%S	%P	%C	N° Sem.
Blocos	9	362.77	41.36	1.53	68793.20	6.08	2.37	8.16	23.97
Tratamentos	17	1294.21*	280.47**	6.72**	260812.19*	16.71*	62.57*	69.43*	64.28**
Resíduo	153	438.07	48.33	1.31	65960.49	2.66	10.26	11.49	21.38
Média	-	220.21	121.44	8.82	1605.61	13.86	38.71	45.42	30.72
C.V. (%)	-	9.5	5.72	12.97	15.99	11.76	8.27	7.46	15.05

**: significativo à 1% ($p < 0,01$) de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental.

As estimativas de parâmetros genéticos são apresentadas na Tabela 2. Em todos os caracteres avaliados observou-se que a variância fenotípica (V_f), ou variância total, foi devida, predominantemente, a causas ambientais, pois os valores da variância genética (V_g) representaram baixa percentual de contribuição na variabilidade total, resultando em valores bem inferiores aos de origem ambiental (V_e).

Esses resultados influenciaram os valores de herdabilidade (h^2_g), que é a proporção genética da variabilidade total. Assim, todos os caracteres apresentaram baixa herdabilidade, variando entre 0.16 e 0.35. Os maiores valores foram para a composição centesimal dos frutos, ou seja, o percentual de sementes (%S), polpa (%P) e casca (%C), com 0.35, 0.34 e 0.34, respectivamente.

Maia et al. (2011) encontraram valores medianos de herdabilidade em uma competição de clones de cupuaçuzeiro no Estado do Acre. Esses resultados de herdabilidade foram superiores, porém similares, aos encontrados neste estudo para diâmetro do fruto (0.43), peso de fruto (0.32), espessura da casca (0.39). Porém bem inferiores para comprimento de fruto (0.0019), peso de sementes (0.08) e número de sementes (0.0022).

Resultados baixos em herdabilidade não são desejáveis para um programa de melhoramento, pois segundo Miranda et al. (1988), quanto maior o nível de expressão da variabilidade genética em relação ao ambiente, especialmente, se a maior proporção dessa variabilidade genética for devida aos efeitos aditivos, maiores serão os ganhos estimados para a geração seguinte.



Foram observados valores elevados de acurácia (Ac) da seleção, para todos os caracteres estudados, variando entre 0,81 e 0,92, e reforçando a confiabilidade dos resultados. Esse parâmetro pode ser considerado como a correlação entre os valores genéticos preditos e os valores genéticos verdadeiros, de modo que quanto maior a acurácia, maior é a confiança na avaliação e nos valores fenotípicos preditos com fins de seleção (RESENDE, 2002).

Os coeficientes de variação genética tiveram amplitude de 3,97% a 8,69%, para as variáveis: diâmetro do fruto e peso médio do fruto, respectivamente. Esse coeficiente é um parâmetro importante que permite inferir sobre a magnitude da variabilidade genética presente na população para todos os caracteres em estudo (FERRÃO et al., 2008).

Por sua vez, o coeficiente de variação relativo (CVr), traduzido pela relação CVg/CVe , possibilita identificar os caracteres cuja variação se deve mais a causas genéticas do que ambientais. Quanto mais próximo de 1,0 for essa relação maior será a variação em razão de causas genéticas. Desse modo, as variáveis que mais se destacaram foram: %S (0,73), %P (0,71), %C (0,71), seguidos do diâmetro do fruto (Dfr.) (0,69) e espessura de casca (Eca) (0,64). Maia et al. (2011) também observou resultados do CVr similares ao deste trabalho para peso de polpa (0,73). Os resultados de comprimento de fruto, peso de sementes e número de sementes apresentaram valores inferiores, enquanto que diâmetro de fruto, peso de fruto e espessura da casca mostraram resultados superiores, porém mais similares, de 0,88, 0,69 e 0,80, respectivamente, quando comparados ao presente estudo.

Tabela 2 - Estimativas de parâmetros genéticos de variáveis avaliadas em dezoito acessos de cupuaçuzeiro procedentes de plantios comerciais no município de Tomé-Açu.

Variável	Parâmetros Genéticos							
	Vg	Ve	Vf	h ² g	Ac	CVg%	CVe%	CVr
Cfr.	85.61	438.07	523.68	0.16	0.81	4.2	9.5	0.44
Dfr.	23.21	48.33	71.55	0.32	0.91	3.97	5.72	0.69
Eca	0.54	1.31	1.85	0.29	0.90	8.34	12.97	0.64
PMF	19484.56	65960.83	85445.39	0.23	0.86	8.69	16	0.54
%S	1.41	2.66	4.06	0.35	0.92	8.56	11.76	0.73
% P	5.23	10.26	15.49	0.34	0.91	5.91	8.27	0.71
%C	5.79	11.49	17.28	0.34	0.91	5.30	7.46	0.71
Nº Sem.	4.29	21.38	25.67	0.18	0.82	6.74	15.05	0.45

Legenda: Vg: variância genotípica média; Ve: variância ambiental média; Vf: variância fenotípica média; h²g: herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo; Ac: acurácia da seleção; CVg%: coeficiente de



variação genético; CVe%: coeficiente de variação ambiental; CVr: coeficiente de variação relativo; Fonte: Embrapa Amazônia Oriental.

Os coeficientes de correlação genética encontram-se reportados na Tabela 3. Observou-se que a variável peso médio de fruto apresentou correlação elevada, positiva e significativa com comprimento de fruto (0,6152), bem como, com diâmetro do fruto (0,7941), como já era esperado. Por outro lado, a correlação deste caractere com a percentagem de sementes foi negativa e significativa (-0,4985). Este resultado indica que os frutos mais pesados terão teor de sementes baixo. Quando a seleção visar aumento de sementes deverão ser escolhidos os de peso médio.

Para espessura da casca foram observadas correlações significativas com todas as três porções centesimais do fruto, sendo negativa para semente (-0.5538) e polpa (-0.6437), e, como era esperado, positiva para peso de casca (0.817). O rendimento em polpa, também como já esperado, apresenta correlações negativas e de alta magnitude com espessura de casca, como mencionado acima, e porcentagem de casca (-0.8613). Maia et al. (2011) também encontraram resultados semelhantes para os caracteres diâmetro de fruto, peso de fruto, espessura da casca, peso de polpa e de sementes.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação genética entre oito características avaliadas em dezoito acessos de cupuaçuzeiro procedentes de plantios comerciais no município de Tomé-Açu.

Características	Cfr	Dfr	Eca	Pfr	%S	% P	%C	Nº Sem.
Cfr	1	0.0767	0.1735	0.6152**	0.0333	-0.4185	0.2696	0.3312
Dfr		1	0.3789	0.7941**	-0.633**	0.1569	0.1855	-0.4276
Eca			1	0.3838	-0.5538*	-0.6437**	0.817**	-0.4213
Pfr				1	-0.4985*	-0.063	0.2543	-0.1153
%S					1	0.1134	-0.5444*	0.6221**
% P						1	-0.8613**	0.135
%C							1	-0.4313
Nº Sem.								1

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

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental.

4. CONCLUSÕES

Foi detectada elevada contribuição de fatores ambientais na composição fenotípica dos acessos, demonstrado por valores relativamente baixos de herdabilidade, elevado coeficiente de variação ambiental, além de coeficiente de variação relativo menor que a unidade. Entretanto deve-



se ressaltar a possibilidade de seleção através do estudo das correlações entre essas variáveis. As mais importantes agronomicamente são o peso de frutos e o rendimento em polpa. A primeira apresentou resultados significativos com o tamanho do fruto e teor de sementes, ao passo que a segunda foi destaque em magnitude e negativo com as variáveis relacionadas à casca do fruto.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D. G.; CARVALHO, S. P.; ALVES, R. M. Divergência Genética entre Clones de Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd ex. Spreng Schum). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.1, p.13-21, jan./ fev., 2002.
- BOLFE, E.L.; BATISTELLA, M. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tomé-Açu, Pará. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.46, n.10, p.1139-1147, 2011.
- BUENO, S. M.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de Polpas de Frutas Congeladas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.62, n.2, p.121-126, 2002.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V. L.; DESTRO, D.; PRETE, C. E. C.; GONZALES, M. G. N.; POPPER, I.; ZANATTA, S.; SILVA, F. A. M. Seleção de genótipos parentais de acerola com base na divergência genética multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n.8, p.1613-1619, ago., 2000.
- CORREA A. M. et al. Estimates of genetic parameters in common bean genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, n.3, p.223-230, jul./set., 2003.
- CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012. v.2, 516p.
- FEHR, W. R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. 2. ed. New York: Macmillan, 1987. 536p.
- FERRÃO, R. G. et al. Parâmetros genéticos em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p.61-69, jan. 2008.
- HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 468p.



MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, L. C.; ALVARES, V. S.; MACIEL, V. T.; LIMA, A. C. Seleção de clones experimentais de cupuaçu para características agroindustriais via modelos mistos. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.5, n.1, p.35-43, jan/abr., 2011.

MIRANDA J. E. C.; COSTA C. P.; CRUZ, C. D. Correlações genotípica, fenotípica e de ambiente entre caracteres de fruto e planta de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.11, n.2, p.457-468, 1988.

RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, v.22, n.11, p.44-52, 2000.

RESENDE, M.D.V. **Genética Biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Curitiba: EMBRAPA Florestas, 2007. 359p.