



70 Congresso
Brasileiro de
Melhoramento
de Plantas

05 a 08 de agosto de 2013
Center Convention - UBERLÂNDIA - MG

Variedade Melhorada:
A força da nossa agricultura



ANAIS

Estimativas de parâmetros genéticos de acessos de *Myrciaria dubia* por marcadores fenotípicos

Walnice Maria Oliveira do Nascimento¹, Fábio de Lima Gurgel², Leonardo Lopes Bhering³

Resumo

O camucamuzeiro (*Myrciaria dubia*), pertencente à família Myrtaceae, é uma espécie nativa da Amazônia que está em processo de domesticação. O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos de acessos de camucamuzeiro do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, por meio de marcadores fenotípicos. Foram avaliados 46 acessos, por meio da amostragem de 40 frutos maduros (epicarpo totalmente roxo) por acesso, nos quais foram mensurados sete caracteres: massa de fruto, comprimento de fruto, diâmetro de fruto, peso da casca, espessura da casca, número de sementes e peso de sementes. Os caracteres, massa de frutos e espessura da casca contribuíram com mais de 60% para a dissimilaridade. A herdabilidade foi alta para todos os caracteres com destaque para a massa e o diâmetro de fruto, que também apresentaram maiores correlações genéticas. Verificou-se que há variabilidade entre os acessos do BAG de camucamuzeiro e que devido às correlações significativas entre as variáveis podem-se adotar métodos de seleção indireta como ferramenta auxiliar no processo de domesticação e melhoramento desta espécie.

Introdução

O camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* [H.B.K.] McVaugh, Myrtaceae) é uma espécie frutífera de porte arbustivo, que ocorre naturalmente nas zonas de várzeas da maioria dos rios, lagos e igapós da Bacia Amazônica (YUYAMA, VALENTE, 2010), a qual é usada pelas populações indígenas e locais do Peru e Brasil de forma extrativista, e que está sendo domesticada para o cultivo em terra firme (YUYAMA, 2011). O fruto de *Myrciaria dubia* é uma baga esférica de superfície lisa e brilhante, coloração vermelha-arroxeadada, com dois a quatro centímetros de diâmetro e uma a quatro sementes (VILLACHICA, 1996). Esta espécie possui elevado potencial econômico, devido ao alto conteúdo de ácido ascórbico nos frutos (próximo de 3,0 g 100 g⁻¹ de polpa), que é superior a outras frutas tropicais, como a acerola (ANDRADE et al., 1995). Para realizar a conservação e o melhoramento genético do camucamuzeiro foi implantado em 1994 um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) na Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, a partir de mudas formadas de sementes extraídas de frutos coletados em populações nativas dos Estados do Amazonas e Pará. O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos dos acessos de camucamuzeiro deste BAG por meio de marcadores fenotípicos.

Material e Métodos

Realizou-se a caracterização de plantas de 19 anos em 46 acessos de camucamuzeiro do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no Campo Experimental no município de Belém-PA-Brasil, longitude de 1°26'30,31"S e latitude de 48°26'44,17"W. De maio a setembro de 2011, dependendo da época de maturação de cada acesso, foram colhidos 40 frutos por acesso em completo estágio de maturação (frutos com epicarpo totalmente roxo), sendo avaliados sete caracteres fenotípicos dos frutos: massa (g), comprimento (cm), diâmetro (cm), peso da casca (g), espessura da casca (cm), número de sementes (n) e peso de sementes (g). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 10 frutos cada, com 46 acessos que corresponderam aos tratamentos.

1 Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental-CPATU-EMBRAPA/ Belém.E-mail: walnice.nascimento@embrapa.br

2 Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental-CPATU-EMBRAPA/ Belém.E-mail: fabio.gurgel@embrapa.br

3 Professor da UFV. e-mail: leonardo.bhering@ufv.br

Os dados dos caracteres avaliados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análises multivariadas (CRUZ, 2006) por meio do programa GENES. Foram estimados os parâmetros genéticos de variâncias fenotípica, ambiental e genotípica, de herdabilidade, coeficiente de correlação intraclasses (parcelas), coeficiente de variação genético e razão entre o coeficiente de variação genético e o ambiental.

Realizou-se a estimativa da dissimilaridade genética entre os acessos, baseada na distância generalizada de Mahalanobis, seguido da definição de agrupamentos dos acessos utilizando o método de Tocher e o método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averages).

A importância relativa dos caracteres na dissimilaridade genética foi calculada usando o método proposto por Singh (1981). Realizaram-se análises de correlação simples, pela fórmula de Pearson, e análise de correlações parciais entre os caracteres avaliados, para verificar as relações existentes entre os mesmos e a possibilidade de seleção indireta de algum caractere.

Resultados e Discussão

Por meio do teste F da análise de variância (Tabela 1) observou-se que, para todos os caracteres fenotípicos dos frutos estudados, houve diferença altamente significativa ($P < 0,01$) entre os acessos de camucamuzeiro, o que evidencia a elevada variabilidade genética existente. Isto possibilita a seleção de genótipos superiores para os caracteres de interesse. Quanto maior o nível de expressão da variabilidade genética em relação ao ambiente e, se a maior proporção desta variabilidade genética for devida aos efeitos aditivos, maiores serão os ganhos estimados para a geração seguinte.

Para todos os caracteres avaliados observou-se que a variância fenotípica (σ^2_p) ou variância total, foi devida predominantemente a causas genéticas, pois os valores da variância genética (σ^2_g) representaram de 89 a 96% da variância total, valores bem superiores aos da variância ambiental (σ^2_a) (Tabela 2). Estes resultados influenciaram os valores de herdabilidade (h^2), a qual é a proporção genética da variabilidade total. Assim, todos os caracteres apresentaram alta herdabilidade ($> 0,89$), com destaque para a massa de frutos (0,9628). Isto é desejável em um programa de melhoramento de camucamuzeiro, pois este caractere é de fácil mensuração, e sua seleção será efetiva, devido à alta herdabilidade. Isto indica a possibilidade de obtenção de elevados ganhos genéticos no melhoramento para peso de fruto, o qual é de alto interesse comercial, e que genitores com alto peso de fruto podem ser utilizados em polinizações dirigidas para obter genótipos com esta característica.

Há ainda o parâmetro coeficiente de correlação intraclasses (c^2_i), que quantifica a variabilidade dentro dos blocos. Bons experimentos em plantas perenes apresentam valores desse coeficiente em torno de 10% de toda variação fenotípica dentro dos blocos proporcionada pela variação ambiental entre parcelas (RESENDE, 2002). Todos os caracteres estudados apresentaram c^2_i acima deste limite, estando mais próximo deste a variável espessura da casca (0,1782) e comprimento de fruto (0,2092). As estimativas dos coeficientes de variação genotípica (CVg%) em geral indicaram grande variação dos dados analisados, devido em parte a variação na sazonalidade de produção existente nos acessos estudados, utilizando-se dados de apenas um ano de produção. Estas estimativas variaram de 6,2799 (RPO) a 25,1945% (PSE), sendo que os caracteres RPO e CFR (8,2195%) apresentaram os menores CVg%.

Segundo Borém e Viana (2009) o conhecimento da variabilidade fenotípica, resultado da ação conjunta dos efeitos genéticos e de ambiente, é de grande importância para o melhorista na escolha dos métodos de melhoramento, dos locais para condução dos testes de rendimento e do número de repetições, e na predição dos ganhos de seleção. Obviamente, as variações de ambiente ofuscam as de natureza genética. Neste trabalho, por meio da relação CVg/CVe é possível identificar os caracteres cuja variação se deve mais a causas genéticas do que ambientais. Quanto mais próximo de 1,0 for esta relação maior será a variação devido a causas genéticas. O caráter que se destacou foi a massa (0,8049), seguido do diâmetro do fruto (0,7379) e número de sementes (0,6732), o que coincide com os valores de variância encontrados.

A dissimilaridade genética entre os acessos foi verificada pelo agrupamento de Tocher, por meio do

qual os 46 acessos foram distribuídos em oito grupos heteróticos (Tabela 3). O valor de contribuição relativa dos caracteres avaliados (Tabela 3) para a dissimilaridade genética (S_j) foi maior para o caractere peso de fruto (39,60%) e peso da casca (14,17%), os quais juntos foram responsáveis por 53,77% da variação existente dentro dos acessos (Tabela 4). Os caracteres peso das sementes (2,31%) e comprimento de frutos (3,13) tiveram baixa contribuição na dissimilaridade genética (< 5% cada) e, por isso, podem ser descartados em estudos futuros.

Nos coeficientes de correlação simples de Pearson obtidos bem como nas correlações Parciais verifica-se tanto correlações positivas como negativas, havendo níveis de significância a 1 e a 5% (Tabela 5). Considerou-se uma correlação significativa alta aquela que apresentasse valores acima de 0,70 e $P < 0,01$. Na correlação de Pearson observou-se que o caráter massa de frutos apresentou correlação alta e positiva com o comprimento de frutos (0,9285), diâmetro de frutos (0,9689), peso da casca (0,7346) e peso de sementes (0,8019). Já o caráter comprimento de frutos apresentou maior correlação significativa com diâmetro de frutos (0,9487) e peso de sementes (0,7133). O caráter diâmetro do fruto correlacionou-se significativamente e apresentou altos coeficientes com massa da casca (0,7115) e massa de semente (0,7825). O caráter espessura da casca não apresentou correlação significativa e alta com nenhum outro caráter. O número de sementes e a massa da casca correlacionaram-se positivamente com a massa das sementes (0,7229 e 0,7539, respectivamente). Nos coeficientes de correlação parciais obtidos observou-se que o caráter rendimento de polpa apresentou correlação alta e positiva com peso de fruto (0,7764) e alta e negativa com a massa de sementes (-0,9005).

Tabela 1 Análise de variância agrupada dos caracteres massa de fruto (MFR), comprimento de fruto (CFR), diâmetro de fruto (DFR), massa da casca (MCS), espessura da casca (ECS), número de sementes (NSE), massa de sementes (MSE) e rendimento de polpa (RPO).

FV	GL	QM							
		MFR	CFR	DFR	MCS	ECS	NSE	MSE	RPO
Tratamentos	45	125,29**	1,42**	1,62**	0,25**	6,74**	2,16**	4,75**	822,34**
Resíduo	1794	4,65	0,12	0,71	0,02	0,69	0,11	0,39	72,93
Total	1839								

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2 Estimativa de parâmetros genéticos e estatística geral das variáveis, massa de fruto (g, MFR), comprimento de fruto (cm, CFR), diâmetro de fruto (cm, DFR), massa da casca (g, MCS), espessura da casca (cm, ECS), número de sementes (n, NSE), massa de sementes (g, MSE) e rendimento de polpa (% RPO) em análise de plantas de 46 acessos de camu-camuzeiro (*Myrciaria dubia* [H.B.K.] McVaugh).

Parâmetros	MFR	CFR	DFR	MCS	ECS	NSE	MSE	RPO
σ_f^2	3,1324	0,0355	0,0407	0,0062	0,1685	0,0540	0,1188	20,5585
σ_e^2	0,1164	0,0031	0,0018	0,0005	0,0174	0,0028	0,0098	1,8232
σ_g^2	3,0160	0,0325	0,0389	0,0057	0,1511	0,0512	0,1090	18,7353
h^2	0,9628	0,9137	0,9561	0,9190	0,8966	0,9477	0,9177	0,9113
c_i^2	0,3932	0,2092	0,3525	0,2210	0,1782	0,3118	0,2180	0,2044
CVg%	22,1770	8,2195	8,3733	21,8912	20,6829	20,5981	25,1945	6,2799
CVg/CVe	0,8049	0,5144	0,7379	0,5326	0,4657	0,6732	0,5279	0,5069
Média geral	7,83	2,19	2,35	0,35	1,88	1,10	1,31	68,92

* σ_f^2 : variância fenotípica média; σ_e^2 : variância ambiental média; σ_g^2 : variância genotípica média; h^2 : herdabilidade (média dos acessos); c_i^2 : coeficiente de correlação intraclasses (parcela); CVg%: coeficiente de variação genético (%), CVg/CVe: razão entre o coeficiente de variação genético e o ambiental, baseado na média dos genótipos.

Tabela 3 Formação de grupos pelo método de Tocher.

TOCHER	
GRUPO	ACESSOS
1	22, 42, 8, 10, 16, 23, 1, 37, 21, 31, 28, 24, 39, 19, 26, 2, 7, 35, 4, 11, 40, 45, 6, 14, 3
2	20, 43, 30, 13, 34, 38, 25, 27, 29
3	5, 41, 46
4	17, 36, 15
5	18, 32
6	12, 44
7	9
8	33

Tabela 4 Contribuição relativa dos caracteres para a diversidade baseada na distância generalizada de Mahalanobis.

Variável	S _j	Valor em %
Massa de Fruto	1.721,75	39,5961
Massa da Casca	616,19	14,1709
Espessura da Casca	544,94	12,5322
Diâmetro de Fruto	514,91	11,8417
Número de Sementes	373,00	8,5782
Rendimento de Polpa	340,67	7,8345
Comprimento de Fruto	136,31	3,1347
Massa da Semente	100,51	2,3116

Tabela 5 Coeficientes de correlação de Pearson (triângulo superior) e Parciais (triângulo inferior), para as variáveis, massa de fruto (g, MFR), comprimento de fruto (cm, CFR), diâmetro de fruto (cm, DFR), massa da casca (g, MCS), espessura da casca (cm, ECS), número de sementes (n, NSE), massa de sementes (g, MSE) de acessos de camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* [H.B.K.] McVaugh) do BAG da Embrapa Amazônia Oriental.

	MFR	CFR	DFR	ECS	NSE	MCS	MSE	RPO
MFR	-	0,9285**	0,9689**	-0,1571 ^{ns}	0,5239**	0,7346**	0,8019**	0,2089 ^{ns}
CFR	0,1513 ^{ns}	-	0,9487**	-0,1379 ^{ns}	0,4657**	0,6912**	0,7133**	0,2100 ^{ns}
DFR	0,4211**	0,5632**	-	-0,1280 ^{ns}	0,5291**	0,7115**	0,7825**	0,1883 ^{ns}
ECS	0,0445 ^{ns}	-0,1996 ^{ns}	0,2093 ^{ns}	-	0,1309 ^{ns}	0,3929**	-0,0157 ^{ns}	-0,5319**
NSE	-0,2065 ^{ns}	-0,0075 ^{ns}	0,0826 ^{ns}	0,1694 ^{ns}	-	0,5771**	0,7229**	-0,3289*
MCS	0,6167**	0,1030 ^{ns}	-0,1876 ^{ns}	0,4248**	0,0982 ^{ns}	-	0,7539**	-0,3185*
MSE	0,7349**	-0,2169 ^{ns}	0,0729 ^{ns}	-0,4280**	0,3938*	-0,3308*	-	-0,3414*
POR	0,7764**	-0,1444 ^{ns}	0,0182 ^{ns}	-0,3551*	0,1891 ^{ns}	-0,5253**	-0,9005**	-

***: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t; ^{ns}: não significativo pelo teste de t.

Referências

Andrade, J.S., Aragão, C.G., Galeazzi, M.A.M. & Ferreira, S.A.N. Changes in the concentration of total vitamin C during maturation and ripening of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruits cultivated in the upland of Brazilian Central Amazon. *Acta Horticulturae*, v. 370, p.177-180, 1995.

Borém, A.; Viana, G.V. **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: UFV, 2009. 529p.

Cruz, C.D. **Programa GENES: análise multivariada e simulação**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v.1. 175p.

Resende, M.D.V. 2002. **Software Selegen-Reml/Blup**. Embrapa Floresta, Colombo. 67p.

Singh, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 41, p.237-245, 1981.

Villachica, H.L. 1996. **El cultivo del camu-camu (*Myrciaria dubia* [H.B.K.] McVaugh) en la Amazonia peruana**. Mirigraf, Lima.

Yuyama, K. A cultura do camu-camu no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.iii-iv, 2011.

Yuyama, K.; Valente, J.P. (Org.) **Camu-camu**. Jaboticabal: Funep, 2010. 50p. (Séries Frutas Nativas, 4).