

Parâmetros genéticos de uma população de *Astrocaryum aculeatum* Meyer de ocorrência natural em área de pastagem em Roraima – Brasil

Corrêa, Léia de Jesus¹; Lêlisângela Carvalho da Silva^{2,3}; Keny Henrique Mariguele⁴

¹Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 85040-080, Guarapuava, PR; ²Universidade Estadual de Roraima, Campus Rorainópolis, 69373-000, Rorainópolis, RR; ³ lelisangela@uerr.edu.br; ⁴ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, C. Postal 277, 88318-112, Itajaí, SC

Corrêa, Léia de Jesus; Lêlisângela Carvalho da Silva; Keny Henrique Mariguele (2020). Parâmetros genéticos de uma população de *Astrocaryum aculeatum* de ocorrência natural em área de pastagem em Roraima – Brasil. Rev. Fac. Agron. Vol 119 (2): 1-8. <https://doi.org/10.24215/16699513e049>

Os frutos de tucumã-do-Amazonas, a partir da massa fresca do mesocarpo, são tradicionalmente consumidos tanto *in natura* quanto para a fabricação de sorvetes e sucos. No entanto, o sistema de produção principal é o extrativismo, por isso são necessárias informações genéticas das populações para conhecer a variabilidade genética e, com isso, orientar seleção de genótipos superiores para as características desejadas. Foram selecionadas 49 plantas matrizes numa população natural, das quais foram coletados 30 frutos com indício de maturação, que foram avaliados para 10 características fenotípicas. Os dados foram analisados pelo software Genes, usando o delineamento inteiramente casualizado. Foi observada diferença significativa entre os genótipos para todas as características avaliadas, indicando variabilidade genética na população estudada. O coeficiente de repetibilidade variou de 25,52 a 90,54%, para espessura do epicarpo e massa fresca do mesocarpo, respectivamente. Considerando a massa fresca do fruto como a variável dependente e as demais como variáveis independentes, foram obtidas estimativas de correlação acima de 0,83 com sete variáveis. No entanto, massa fresca do pirênio apresentou o maior efeito direto (0,5855) e os maiores efeitos indiretos via as demais variáveis. O coeficiente de determinação mostrou que 99,88 % da variação fenotípica da massa fresca do fruto foi explicada pelas variáveis independentes. A seleção de genótipos produtores de frutos com maior massa fresca, caráter de fácil mensuração, proporcionará o aumento de massa fresca do mesocarpo, que é importante para o consumo *in natura* ou processamento da polpa, e aumento da massa fresca do pirênio, que é importante para a produção de biodiesel.

Palavras-chave: tucumã-do-Amazonas; repetibilidade; análise de trilha.

Corrêa, Léia de Jesus; Lêlisângela Carvalho da Silva; Keny Henrique Mariguele (2020). Genetic parameters in a naturally occurring *Astrocaryum aculeatum* population in pasture area in Roraima – Brazil. Rev. Fac. Agron. Vol 119 (2): 1-8. <https://doi.org/10.24215/16699513e049>

Tucum fruits are traditionally consumed both fresh and production of ice cream and juices, using the fresh mass of the mesocarp. However, the main production system is extractivism, so genetic information on the populations are needed to know the genetic variability and, therefore, to guide selection of superior genotypes for the desired characteristics. Forty-nine matrices were selected from a natural population, out of which 30 fruits showing maturation were collected, and evaluated for 10 phenotypic characteristics. Data were analyzed through Genes software by using the completely randomized design. Significant difference was observed among the genotypes for all evaluated, therefore indicating genetic variability in the studied population. The repeatability coefficient ranged from 25.52 to 90.54% for epicarp thickness and fresh mass of the mesocarp, respectively. Considering the fresh fruit mass as the dependent variable and the others as independent variables, correlation estimates above 0.83 with seven variables were obtained. However, the fresh mass of the pyrene showed the greatest direct effect (0.5855) and the greatest indirect effects via the other variables. The coefficient of determination showed that 99.88% of the phenotypic variation in fresh fruit mass was explained by the independent variables. The selection of genotypes for fruit production with higher fresh mass, which is a characteristic of easy measure, will increase the fresh mass of the mesocarp, which is important for fresh consumption or pulp processing, and increase the fresh mass of the pyrenium, which is important for the production of biodiesel.

Keywords: tucum; repeatability; path analysis.

<https://revistas.unlp.edu.ar/revagro>

Recibido: 19/06/2019

Aceptado: 28/06/2020

Disponibile on line: 07/12/2020

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina



INTRODUÇÃO

A espécie *Astrocaryum aculeatum* Meyer, conhecida como tucumã-do-Amazonas ou tucumã-açu, apresenta ampla distribuição, ocorrendo em quase todos os Países das Américas do Sul e Central (Bolívia, Guiana, Suriname, Trinidad, Venezuela e Brasil). No Brasil é vastamente distribuída na Amazônia Ocidental e Central (Lopes et al., 2012), especialmente nos estados do Acre, Pará, Rondônia, Mato Grosso, Roraima e Amazonas (Kahn, 2008; Lopes et al., 2012), sendo este último seu maior centro de diversidade genética (Lleras et al., 1983). As plantas são monocaulas, de grande porte, que crescem em bosques de terra firme; podendo, também, invadir a vegetação secundária e áreas de pastagens (Moussa & Kahn, 1997).

Por se tratar de uma palmeira de ocorrência espontânea em áreas de regeneração natural, o tucumã-do-Amazonas é considerado como não domesticado, sendo explorado por meio do extrativismo (Lima et al., 2013). No entanto, para Clement (2001), o tucumã provavelmente foi semidomesticado pelos ameríndios. Isso explica sua ocorrência em áreas antropizadas como fazendas, sítios e quintais (Gentil & Ferreira, 2005) como também, a manutenção e propagação pelos agricultores de plantas selecionadas fenotipicamente (Lopes et al., 2012).

Segundo Moussa e Kahn (1997), esta espécie é, tradicionalmente, usada para diversos fins: os espinhos são usados nas pontas das flechas; os folíolos servem para a confecção de cestos, chapéus, leques e para extração da fibra “tucumã”; o palmito é comestível; o estipe serve para a fabricação de arco; o endocarpo serve para confeccionar bijuteria; o endosperma é usado pelos pajés como medicinal e o endosperma líquido é usado como colírio e os frutos – fonte de óleo e vitamina A – são consumido tanto *in natura* quanto para a fabricação de sorvetes e sucos. De acordo com Clement et al. (2005), existe uma demanda consolidada e crescente para fruto, principalmente, na cidade de Manaus.

Didonet & Ferraz (2014) afirmam que foram comercializados 367,8 t de frutos nas feiras e mercados de Manaus, entre maio de 2011 e abril de 2012, sendo o extrativismo, o principal sistema de produção. Por isso, Schroth et al. (2004) propõem manejo de populações naturais e domesticação *in situ* como estratégia para aumentar a capacidade suporte e melhoria da qualidade dos frutos. Além disso, de acordo com Ramos (2008), as populações espontâneas apresentam grande variabilidade morfológica, que atuam como fonte de recursos genéticos para uso atual ou potencial no melhoramento genético. Portanto, é importante caracterizar as populações de tucumã, para conhecer matrizes geneticamente superiores que possam ser selecionadas para a obtenção de ganho genético.

Informações sobre os caracteres relacionados aos frutos de *Astrocaryum aculeatum* Meyer são abundantes na literatura (Nascimento et al., 2007; Leitão, 2008; Costa & Corrêa, 2015; Dionísio et al., 2018) e *Astrocaryum vulgare* Mart (Ferreira et al., 2008;

Souza et al., 2010; Costa & Corrêa, 2015), porém as estimativas de parâmetros genéticos são escassas. A obtenção dessas informações é fundamental para caracterização genética populacional, que orientará a implantação de um programa de melhoramento genético com a espécie ou estratégias de conservação. Vários trabalhos registram esses parâmetros com outras palmeiras, como, por exemplo, em *Bactris gasipaes* Kunth (Borges et al., 2017), em *Euterpe oleracea* Mart. (Farias Neto et al., 2011; Teixeira et al., 2012; Yokomizo et al., 2016) e em *Euterpe edulis* Mart. (Canal et al., 2017).

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos populacionais para caracteres de frutos de tucumã-do-Amazonas numa área de pastagem no sul de Roraima, Brasil.

METODOLOGIA

Procedência e coleta dos frutos

Os frutos avaliados nesta pesquisa foram procedentes de uma população de *A. aculeatum* Meyer de ocorrência natural em área de pastagem (27,5 hectares), da Fazenda Rio Madeira (coordenadas - 01°37'46"N e 61°01'47"W), localizada à margem esquerda da rodovia federal BR 174, sentido Boa Vista – Manaus, município de Caracaraí - RR, (Figura 1). Este acesso foi cadastrado no Conselho de Gestão do Patrimônio Genético do Ministério do Meio Ambiente (SisGen) com o número A7F8F22. O clima nessa região é do tipo Am (Tropical de Monções), segundo a classificação de Köppen (Barni et al., 2020, no prelo) com temperatura média em torno de 27,3°C e precipitação média anual de 1755 mm (Climate-date.org, 2020).

Foram selecionadas 49 palmeiras, em plena frutificação e frutos bem desenvolvidos. Estes tucumãzeiros foram identificados com tecido colorido e com plaquinhas de alumínio contendo numeração de 1 a 49.

A coleta dos frutos iniciou-se no mês de dezembro de 2016, quando eles apresentavam indícios de maturação: o desprendimento natural da palmeira e a coloração verde-amarela e amarelo-alaranjado, do epicarpo e do mesocarpo, respectivamente. Desse modo, coletou-se um cacho por planta, do qual foram extraídos, aleatoriamente, 30 frutos maduros, aparentemente saudáveis e sem danos físicos. As amostras foram identificadas, acondicionadas em sacos de polipropileno e transportados ao laboratório da Universidade Estadual de Roraima - Campus Rorainópolis - para realização das análises.

Caracteres avaliados

Foram avaliadas dez características do fruto: massa fresca do fruto (MFF, g), obtida pela pesagem do fruto inteiro; diâmetro lateral do fruto (DLF, mm), medida entre a base e o ápice do fruto; diâmetro transversal do fruto (DTF, mm), medida na linha mediana do fruto; espessura do epicarpo (EE, mm) e espessura do mesocarpo (EM, mm), mensuradas a partir da retirada de uma amostra de 1 cm² do epicarpo e mesocarpo,

respectivamente; massa fresca do epicarpo (MFE, g), massa fresca do mesocarpo (MFM, g), determinada pela pesagem apenas da parte da polpa (mesocarpo); massa fresca do pirênio (MFP, g), obtida após a retirada do epicarpo e mesocarpo, diâmetro lateral do pirênio (DLP, mm) e diâmetro transversal do pirênio (DTP, mm); determinados após a retirada do epicarpo e mesocarpo. As dimensões dos frutos foram obtidas com auxílio de um paquímetro digital, enquanto que as massas foram determinadas com uma balança analítica eletrônica.

Análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, em que 49 plantas matrizes (genótipos) e 30 frutos por matriz, corresponderam aos tratamentos e ao número de repetições, respectivamente. Os dados dos caracteres avaliados foram submetidos à análise de variância (Tabela 1), para a estimação dos parâmetros genéticos e realizada a análise de trilha, por meio do programa genético-estatístico Genes (Cruz, 2013).

O modelo estatístico adotado foi $Y_{ij} = \mu + G_i + \varepsilon_{ij}$, em que:

μ : média geral, com $E(\mu) = \mu$ e $E(\mu^2) = \mu^2$

G_i : efeito de i-ésimo genótipo considerado aleatório

ε_{ij} : efeito do erro aleatório

A hipótese de nulidade $H_0: \sigma_g^2 = 0$ foi avaliada com o teste F:

$F = \frac{QMT}{QMR}$, associada a $(g - 1)$ e $g(r-1)$ graus de liberdade.

Os estimadores de $\hat{\sigma}_g^2$ (variância genética), $\hat{\sigma}^2$ (variância ambiental) e ρ (repetibilidade) foram, respectivamente, $\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMG-QMR}{r}$, $\hat{\sigma}^2 = QMR$ e

$\rho = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}^2}$. Quanto às estimativas de R^2 (coeficiente de

determinação) e a predição do N (número de medições para se ter uma precisão de 99%) que são obtidas a partir dos valores de repetibilidade foram,

respectivamente, $R^2 = \frac{N_0 \rho}{1 + \rho(N_0 - 1)}$ e $N = \frac{R^2(1 - \rho)}{(1 - R^2)\rho}$.

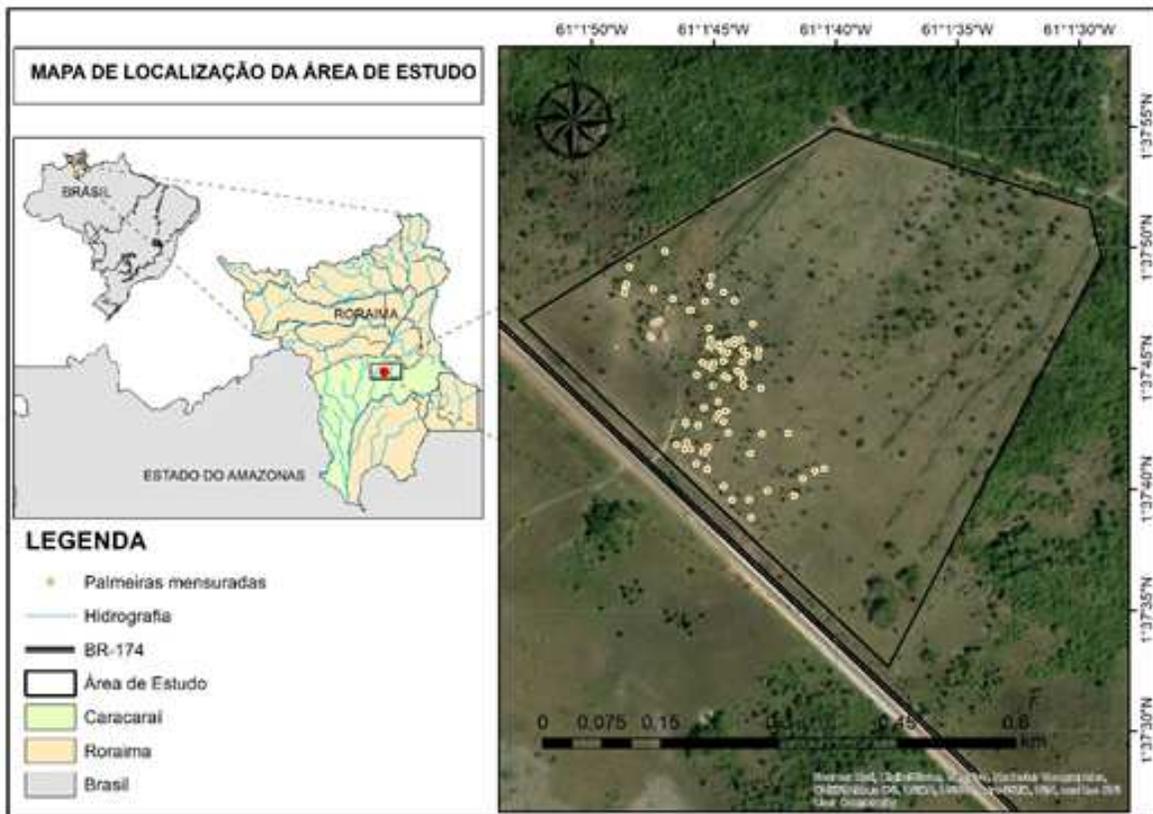


Figura 1. Área da Fazenda Rio Madeira, localizada no município de Caracará, RR, Brasil, e indicação das palmeiras amostradas. Imagem: Cláudio Caetano da Silva.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do experimento.

FV	GL	QM	E(QM)
Genótipos	g - 1	QMG	$\hat{\sigma}^2 + r\hat{\sigma}_g^2$
Resíduo	g(r - 1)	QMR	$\hat{\sigma}^2$
Total	rg - 1		

RESULTADOS

Houve diferença significativa ($p < 0,01$), pelo teste F, entre os genótipos, para todas as variáveis avaliadas. Os valores médios para os caracteres de frutos estão dentro de uma faixa, ou bem próximos aos valores, encontrados na literatura para *Astrocaryum aculeatum*, com exceção da EE (0,75 mm) e do DTP (36,09 mm), que foram inferiores aos obtidos por outros autores (Tabela 2).

O mesocarpo, que é a parte comestível do fruto, teve a espessura e a massa fresca variando de 1,75mm a 7,43mm e 6,89 g a 34,03 g, respectivamente.

Quanto ao rendimento de polpa, relação MFM/MFF, os genótipos variaram de 21,20 a 37,10% de polpa por fruto, resultando em um rendimento médio de 29,21%. Os pirênios, assim como os frutos, apresentam forma oval e sua MFP variou de 18,20 g a 57,05 g.

Na variância fenotípica, os valores de variância genética representaram de 90,99 a 99,64% para EEP e MFF, respectivamente. Quanto aos valores de CV_e , eles variaram de 3,41 a 24,41%, para DTP e EM, respectivamente, e a razão CV_g/CV_e , nas variáveis MFF, DLF, DTF, MFM, MFP, DLP e DTP apresentou valores acima de 1. Os valores de ρ variaram de 25,52 a 90,54%, para EE e MFM, respectivamente, com número desejado de frutos a serem avaliados de 11, para MFF e MFM, até 294, para EE (Tabela 3).

Considerando MFF como a variável dependente e as demais como variáveis independentes, foram obtidas estimativas de correlação acima de 0,83 para DLF, DTF, MFM, MFE, MFP, DLP e DTP sobre MFF. No entanto, MFP apresentou o maior efeito direto (0,5855) e os maiores efeitos indiretos via as demais variáveis. O coeficiente de determinação mostrou que 99,88% da variação fenotípica em MFF foi explicada pelas variáveis independentes (Tabela 4).

Tabela 2. Valores médios e desvios-padrões de caracteres relacionados ao fruto total, epicarpo, mesocarpo e pirênio de Tucumã, obtidos e disponíveis na literatura. **Astrocaryum aculeatum* Meyer; ***Astrocaryum vulgare* Mart; ***MFF: massa fresca do fruto; DLF: diâmetro longitudinal do fruto; DTF: diâmetro transversal do fruto; EE: espessura do epicarpo; MFE: massa fresca do epicarpo; EM: espessura do mesocarpo; MFM: massa fresca do mesocarpo; MFP: massa fresca do pirênio; DLP: diâmetro lateral do pirênio e DTP: diâmetro transversal do pirênio.

Variáveis	Medidas	*Nascimento et al. (2007)	*Leitão (2008)	*Costa e Corrêa (2015)	*Dionísio et al. (2018)	**Ferreira et al. (2008)	**Souza et al. (2010)	**Costa & Corrêa (2015)
MFF*** (g)	60,76 ± 4,37	58,02 ± 7,42	47,44 ± 14,69	61,17 ± 8,65	57,54 ± 10,91	22,01 ± 2,19	30,44 ± 7,37	27,23 ± 4,42
DLF (mm)	52,37 ± 1,87	52,70 ± 5,03	44,84 ± 4,12	49,80 ± 4,00	50,14 ± 4,03	38,50 ± 2,14	40,76 ± 4,24	42,00 ± 2,70
DTF (mm)	44,18 ± 1,69	46,21 ± 1,96	42,53 ± 5,02	46,30 ± 2,30	-	31,23 ± 1,12	34,72 ± 4,45	33,00 ± 2,10
EE (mm)	0,75 ± 0,12	-	1,02 ± 0,16	1,80 ± 0,30	-	-	-	1,60 ± 0,30
MFE (g)	7,99 ± 1,83	11,15 ± 1,46	7,67 ± 2,18	10,65 ± 1,52	8,00 ± 1,55	6,75 ± 1,00	-	5,65 ± 1,00
EM (mm)	2,95 ± 0,81	4,49 ± 0,72	2,00 ± 0,36	2,50 ± 0,80	-	-	4,64 ± 1,20	3,20 ± 0,60
MFM (g)	17,75 ± 1,52	16,13 ± 5,17	9,13 ± 4,08	17,14 ± 4,52	19,85 ± 4,46	5,68 ± 0,57	18,88 ± 5,83	10,09 ± 1,91
MFP (g)	33,86 ± 2,76	29,67 ± 4,74	30,01 ± 9,35	36,81 ± 4,37	29,70 ± 7,13	10,03 ± 1,19	11,56 ± 3,03	13,53 ± 1,76
DLP (mm)	39,44 ± 1,51	36,27 ± 2,31	-	39,10 ± 3,90	35,34 ± 2,89	-	-	25,57 ± 1,90
DTP (mm)	36,09 ± 1,23	-	-	38,40 ± 2,50	-	-	-	32,90 ± 2,20

Tabela 3. Parâmetros genéticos de caracteres do fruto de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) em Roraima. *MFF: massa fresca do fruto; DLF: diâmetro longitudinal do fruto; DTF: diâmetro transversal do fruto; EE: espessura do epicarpo; MFE: massa fresca do epicarpo; EM: espessura do mesocarpo; MFM: massa fresca do mesocarpo; MFP: massa fresca do pirênio; DLP: diâmetro lateral do pirênio e DTP: diâmetro transversal do pirênio. ** σ_f^2 : variância fenotípica média; σ_a^2 : variância ambiental média; σ_g^2 : variância genotípica média; $CV_g\%$: porcentagem do coeficiente de variação genético; $CV_e\%$: porcentagem do coeficiente de variação residual; CV_g/CV_e : razão entre coeficiente de variação genético e o residual; P : repetibilidade; R^2 : coeficiente de determinação; n : número de frutos para $R^2 = 0,99$, baseado na média dos genótipos.

Parâmetros	Variáveis									
	MFF*	DLF	DTF	EE	MFE	EM	MFM	MFP	DLP	DTP
σ_f^{2**}	177,0045	22,3331	10,7564	0,0053	3,0709	0,2633	21,3618	60,7403	12,5520	8,1282
σ_a^2	0,6378	0,1166	0,0952	0,0005	0,1121	0,0218	0,0772	0,2541	0,0758	0,0504
σ_g^2	176,3667	22,2164	10,6612	0,0048	2,8988	0,2414	21,2847	60,4861	12,4763	8,0778
$CV_g\%$	21,86	9,00	7,38	9,25	21,31	16,65	25,98	22,97	8,96	7,88
$CV_e\%$	7,20	3,57	3,83	15,94	22,96	24,41	8,57	8,16	3,82	3,41
CV_g/CV_e	3,04	2,52	1,93	0,58	0,93	0,61	3,03	2,82	2,34	2,31
P	0,9044	0,8711	0,7889	0,2552	0,4652	0,2730	0,9054	0,8892	0,8509	0,8404
R^2	0,9965	0,9951	0,9912	0,9100	0,9631	0,9184	0,9965	0,9959	0,9942	0,9937
N	11	15	27	294	114	262	11	13	18	19

Tabela 4. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis secundárias sobre a Massa Fresca dos frutos entre caracteres de fruto de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) em Roraima. DLF: diâmetro longitudinal do fruto; DTF: diâmetro transversal do fruto; EE: espessura do epicarpo; MFE: massa fresca do epicarpo; EM: espessura do mesocarpo; MFM: massa fresca do mesocarpo; MFP: massa fresca do pirênio; DLP: diâmetro lateral do pirênio e DTP: diâmetro transversal do pirênio.

Características explicativas	r	Efeito sobre Massa Fresca do Fruto (g)									
		Direto	Indireto								
			DLF	DTF	EE	EM	MFM	MFE	MFP	DLP	DTP
DLF	0,84	-0,0071	-	0,0552	0,0030	0,0003	0,2674	0,0733	0,4618	0,0242	-0,0368
DTF	0,96	0,0763	-0,0051	-	0,0034	0,0004	0,2875	0,0858	0,5425	0,0207	-0,0501
EE	0,45	0,0088	-0,0024	0,0294	-	0,0001	0,1276	0,0624	0,2372	0,0090	-0,0196
EM	0,43	0,0009	-0,0025	0,0347	0,0005	-	0,2375	0,0387	0,1256	0,0077	-0,0113
MFM	0,90	0,3369	-0,0056	0,0651	0,0033	0,0007	-	0,0809	0,4369	0,0198	-0,0378
MFE	0,89	0,0995	-0,0052	0,0658	0,0055	0,0004	0,2742	-	0,4750	0,0198	-0,0416
MFP	0,96	0,5855	-0,0056	0,0707	0,0036	0,0002	0,2514	0,0807	-	0,0231	-0,0517
DLP	0,90	0,0257	-0,0067	0,0613	0,0031	0,0003	0,2592	0,0766	0,5265	-	-0,0436
DTP	0,93	-0,0530	-0,0049	0,0721	0,0033	0,0002	0,2407	0,0781	0,5716	0,0212	-

R^2 : 0,9988
Efeito residual: 0,3552

DISCUSSÃO

A significância do teste F é um indicativo da variabilidade fenotípica, dentro da população, para caracteres de frutos, na população estudada. Segundo Ramos et al. (2008), o sistema de cruzamento da espécie é alógama, com 97,8% de exocruzamento, que proporcionam a formação de famílias de meios-irmãos, predominantemente. Essa alta taxa de alopoligamia favorece à diversidade genética dentro das populações e a variabilidade encontrada possibilita a seleção de genótipos para as variáveis de interesse.

Os valores médios foram semelhantes aos obtidos por Nascimento et al. (2007), Leitão (2008), Costa & Corrêa (2015) e Dionísio et al. (2018) para as variáveis MFF, DTF, MFP, DLP e DTP (Tabela 2). Enquanto que, para DLF e MFM, os valores foram superiores aos obtidos por Leitão (2008). Quanto à EE, Leitão (2008) e Costa & Corrêa (2015) obtiveram valores maiores. Também foram superiores os valores obtidos por Nascimento et al. (2007) e Costa & Corrêa (2015) para MFE e Nascimento et al. (2007) para EM. De modo geral, os valores foram superiores ao de Ferreira et al. (2008), Souza et al. (2010) e Costa & Corrêa (2015) que avaliaram frutos da espécie *Astrocaryum vulgare* Mart. (Tucumã do Pará).

O rendimento de polpa, relação MFM/MFF, é uma característica importante no âmbito socioeconômico, por fornecer matéria-prima para o aproveitamento agroindustrial, refletindo na valorização do fruto. Os valores apresentados por essas características são importantes para seleção de frutos com alta proporção de polpa, sendo o aumento desse caráter uma prioridade em programas de melhoramento da espécie. Valor inferior (19,24%) foi encontrado por Leitão (2008), enquanto que Nascimento et al. (2007) e Costa & Corrêa (2015) registraram valores semelhantes: 27,80 e 28,00 %, respectivamente.

Os genótipos que apresentam altos valores MFP são interessantes à seleção, devido ao potencial para a produção de biodiesel (Baroni, 2015). Dados obtidos por Barbosa et al. (2009) permitiram identificar uma viabilidade de produção de biocombustível a partir do óleo das amêndoas de tucumã-do-Amazonas.

A variância fenotípica que foi, predominantemente, causada por fatores genéticos, sugere baixa influência ambiental na expressão do fenótipo, o que é importante na predição do ganho genético mediante seleção. Esses resultados influenciam nos valores de herdabilidade, que é desejável em um programa de melhoramento de tucumã, principalmente em caracteres de fácil mensuração, como, por exemplo, MFF. Segundo Yokomizo et al. (2016) elevados valores de herdabilidade indicam que os caracteres em estudo sofreram uma menor variação ambiental, o que favorece os ganhos genéticos estimados com a seleção baseada na média dos indivíduos.

Outro parâmetro que sugere a confiabilidade das estimativas obtidas é o CV_e . Os valores foram considerados baixos ($CV_e \leq 10\%$) para MFF, DLF, DTF, MFM, MFP, DLP e DTP; moderados ($10\% < CV_e < 20\%$) para EEP e elevados ($CV_e \geq 20\%$) para MFE e EM. Santos (2016) avaliando os mesmos caracteres em frutos de *A. aculeatum* procedentes do estado de

Roraima detectou valores acima de 20% de variação para a maioria das características avaliadas.

A relação CV_g/CV_e , para as variáveis MFF, DLF, DTF, MFM, MFP, DLP e DTP (Tabela 3), confirma uma contribuição genética maior que a ambiental na expressão fenotípica e, portanto, segundo Mistro et al. (2007), favorável a seleção genética com possibilidade de ganhos. As variáveis MFF, MFM e MFP, que são as características mais importantes para rendimento, obtiveram os maiores valores desse índice.

Os valores de ρ quantificam a repetibilidade dos genótipos no experimento. Entre as variáveis estudadas, sete apresentaram valores acima de 0,75, considerados elevados: MFF, DLF, DTF, MFM, MFP, DLP e DTP. Enquanto que, Canal et al. (2017), avaliando frutos de *Euterpe edulis* Mart. (juçara), encontraram valores acima de 0,94 para as mesmas variáveis. Porém, Silva et al. (2009), estudando frutos de *Platonia insignis* Mart. (bacuri), estimaram valores de 49,19; 45,29; 32,87 e 41,66% para DLF, DTF, EE e MFF, respectivamente. Segundo Cruz et al. (2004), este parâmetro representa o máximo valor atingido pela herdabilidade no sentido amplo, que é alcançada com a minimização do efeito permanente do ambiente. Os coeficientes de determinação, para todas as características avaliadas, foram superiores a 90%, demonstrando confiabilidade dos resultados obtidos. Esses valores são semelhantes aos obtidos, por Lourenço et al. (2013), em frutos de *Byrsonima dealbata* Griseb para as variáveis MFF, DLF e DTF.

Constata-se que os 30 frutos avaliados foram acima do necessário para variáveis: MFF, DLF, DTF, MFM, MFP, DLP e DTP. No entanto, para EEP, MFE e EM seriam necessários 294, 114 e 262 frutos por genótipo, respectivamente. Possivelmente, por serem características mais influenciadas pelo ambiente, como demonstrado pelos baixos valores de $\rho - 0,2552$ (EEP), 0,4652 (MFE) e 0,2730 (EM) – e os maiores valores de CV_e obtidos – médio para EEP (15,94%) e elevados para MFE e EM (22,96 e 24,41%, respectivamente).

O conhecimento da associação entre as variáveis é importante para a obtenção de ganhos genéticos numa característica, a partir da seleção de outra variável que apresente maior facilidade e menor custo de avaliação. Dionísio et al. (2018) encontraram valores de correlação linear de 0,68; 0,61; 0,80 e 0,77, para as variáveis DLP, MFP, MFE e DTP, respectivamente. Sendo, portanto, esses valores inferiores aos encontrados na população estudada (Tabela 4): 0,90; 0,96; 0,89; 0,93, respectivamente. No entanto, MFP apresentou o maior efeito direto (0,5855) e os maiores efeitos indiretos via as demais variáveis.

CONCLUSÃO

Existe variabilidade genética na população estudada, sendo, portanto, possível selecionar genótipos superiores para as características avaliadas.

A seleção de genótipos produtores de frutos com maior massa fresca, caráter de fácil mensuração, proporcionará o aumento de massa fresca do mesocarpo, que é importante para o consumo *in natura* ou processamento da polpa, e aumento da massa

fresca do pirênio, que é importante para a produção de biodiesel.

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa PIBIC.

BIBLIOGRAFIA

- Barbosa, B.S.; H.H.F. Koolen; A.C. Barreto; J.D. da Silva, R. Figliulo & S.M. Nunomura.** 2009. Aproveitamento dos óleos de amêndoa de tucumã do Amazonas para produção de biodiesel. *Acta Amazonica* 36: 407-412.
- Barni, P.E.; R.J. Barroso; H.A.M. Xaud; M.R. Xaud & P.M. Fearnside.** 2020. Geostatistical modeling of the spatial distribution of rainfall in Roraima using orbital data from TRMM and WORLDCLIM. *Sociedade & Natureza* 22. No prelo.
- Baroni, E.G.** 2015. Estudo da pirólise do endocarpo de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer) para obtenção de combustíveis. M. Sc. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química. Campinas – SP. 159 pp.
- Borges, C.V.; F.M. Ferreira; V.F. Souza; A.L. Atroch & R.B. Rocha.** 2017. Seleção entre e dentro de progênies para a produção de frutos de pupunha. *Revista de Ciências Agrárias* 60: 177-184.
- Canal, G.B.; R.A. Braz; L.H.G. Mengarda, M.F.S. Ferreira & A. Ferreira.** 2017. Parâmetros genéticos para caracteres fenotípicos de frutos e sementes de *E. edulis* Martius via modelos mistos. In: XI Encontro Latino Americano de Pós-graduação. Universidade do Vale do Paraíba. 5 pp.
- Clement, C.R.** 2001. Melhoramento de espécies nativas. In: NASS, L.L. et al. (Eds.) Recursos genéticos e melhoramento – plantas. Ed. Fundação de Apoio à pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, MT. 423-441.
- Clement, C.R.; Lleras, P.E. & L. Van Leeuwen.** 2005. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. *Revista Brasileira de Agrociências* 9: 67-71.
- Climate-Data.org.** 2020. Clima Caracarái. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/roraima/caracarai-43897/> Acesso em: abril 2020.
- Costa, B.E.T. & N.C.F. Corrêa.** 2015. Biometria de frutos e sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* e *Astrocaryum vulgare*). Em: I Congresso de Ciencia, Educação e Pesquisa Tecnológica. Manaus, IFAM. 5 pp.
- Cruz, C.D.** 2013. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy* 35: 271-276.
- Cruz, C.D.; A.J. Regazzi & P.C.S. Carneiro.** 2004. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético – Volume 1, 3 ed. Ed. Viçosa– UFV, 480 pp.
- Didonet, A.A. & I.D.K. Ferraz.** 2014. O comércio de frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey – Arecaceae) nas feiras de Manaus (Amazonas, Brasil). *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 353-362.
- Dionísio, L.F.S.; O.J. Smiderle; J.P. Gomes; R. de L. Santos; F.M. Leão & R.M. Berdales-Lozano.** 2018. Caracterización de frutos y semillas de *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. Em la amazonia septentrional, Roraima – Brasil. *Revista de Ciências agrárias* 61: 1-7.
- Farias Neto, J.T. de; M.D.V.de Resende & M. do S.P. Oliveira.** 2011. Seleção simultânea em progênies de açazeiro irrigado para produção e peso do fruto. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33: 532-539.
- Ferreira, E.S., V.G. Lucien, A.S. Amaral & C.S. Silveira.** 2008. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). *Alimentos e Nutrição* 19: 427-433.
- Gentil, D.F.O. & S.A.N. Ferreira.** 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta Amazônica, Manaus* 35: 339-344.
- Kahn, F.** 2008. The genus *Astrocaryum* (Arecaceae). Las palmeras en América del Sur. *Revista Peruana de Biología* 15: 31-48.
- Leitão, A. M.** 2008. Caracterização morfológica e físico-química de frutos e sementes de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae), de uma floresta secundária. Tese Doutorado em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 91 pp.
- Lima, L.P., A.D.G. Gutemberg, L.C. Ming & M.R.A. Macedo.** 2013. Ocorrências e usos do Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart) em comunidades ribeirinhas, quilombolas e de agricultores tradicionais no município de Irituia, Pará. *Amazônica: Revista de Antropologia* 5: 762-778.
- Lleras, E., D.C. Giacometti & L. Coradin.** 1983. Áreas críticas de distribución de palmas en las Americas para colecta, evaluación y conservación. Em: FAO. Informe de la reunión de consulta sobre palmeras poco utilizadas de América Tropical. CATIE/FAO. Turrialba, Costa Rica pp: 67-101.
- Lopes, M.T.G., J.L.V. de Macêdo, R. Lopes, J. van Leeuwen, S.L. F. Ramos & L.G. Bernardes.** 2012. Domestication and breeding of the Tucum Palm. Em: Domestication and breeding: Amazonian species. A. Borém, M.T.G Lopes, C.R. Clement & H. Noda (coordenadores). Viçosa. pp. 421-436.
- Lourenço, I.P., R.W. de Figueiredo, R.E. Alves, F.A.S. de Aragão & C.F.H. Moura.** 2013. Caracterização de frutos de genótipos de muricizeiros cultivados no litoral cearense. *Revista Ciência Agrônômica* 44: 499-504.
- Mistro, J.C., L.C. Fazuoli, P.B. Gallo, A.C.B. de Oliveira, M.T. Toma-Branchini & M.B. Silvarolla.** 2007. Estimates of genetic parameters in Arabic coffee derived from the Timor hybrid. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 7: 141-147.
- Moussa, F & F. Kahn.** 1997. Uso y potencial económico de los palmas, *Astrocaryum aculeatum* Meyer y *A. vulgare* Martius, em la Amazonía brasileña. Em: Uso y manejo de recursos vegetales. M. Rios & H.B. Pedersen (coordenadores). Quito: Abya – Yala pp: 101-116.
- Nascimento, J.F., E.J.L. Ferreira & A.M. Regiani.** 2007. Parâmetros biométricos dos cachos, frutos e sementes da palmeira tucumã (*Astrocaryum aculeatum*G. Meyer), no estado do Acre, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2: 1314-1318.

- Santos S.L.** 2008. Sistema reprodutivo do tucumazeiro (*Astrocaryum aculeatum* Mayer). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Amazonas. 71 p.
- Santos, Z.N.** 2016. Caracterização de frutos e sementes de *Astrocaryum aculeatum* G. Meyer na Amazônia setentrional, Roraima. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em agronomia) – Universidade Estadual de Roraima, São João da Baliza - RR, 36 pp.
- Schroth, G., M.S.S. Damota, R. Lopes & A.F. de Freitas.** 2004. Extractive use, management and in situ domestication of a weedy palm, *Astrocaryum aculeatum*, in the central Amazon. *Forest Ecology Management* 202: 161-179.
- Silva, R.G., M. da C.L. Chaves, E. Arnhold & C.D. Cruz.** 2009. Repetibilidade e correlações fenotípicas de caracteres do fruto de bacuri no Estado do Maranhão. *Acta Scientiarum Agronomy* 31: 587-591.
- Souza, B.O.A., M.S.P. Oliveira & D.L. Costa.** 2010. Caracterização e avaliação de frutos de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.), oriundos de coletas em São Caetano de Odivelas-PA. Seminário de iniciação científica da Embrapa 14. Belém.
- Teixeira, D.H.L., M. do S.P. de Oliveira, F.M.A. Gonçalves & J.A.R. Nunes.** 2012. Correlação genética e análise de trilha para componentes da produção de frutos de açazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34: 1135-1142.
- Yokomizo, G.K., S. Mochiutti, J.A.L. Queiroz, G.R. dos Santos, R.G. Furtado, A.P. Brandão & I.B. Colares.** 2016. Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de frutos em açazeiros no Amapá. *Ciência Florestal* 26: 985-993.