

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-OLEÍFERA DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE MACAÚBA CONSERVADOS EM BANCO DE GERMOPLASMA

Silvia Ferreira de Sá¹, Léo Duc Haa Carson Schwartzhaupt da Conceição^{2}, Maria Madalena Rinaldi², Marcelo Fideles Braga², Nilton Tadeu Vilela Junqueira²*

¹Faculdade de Agronomia, ICESP Promove, 71961-540, Águas Claras-DF, Brasil. ²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Embrapa Cerrados, 73310-970, Planaltina-DF, Brasil.

*Autor para correspondência: leo.carson@embrapa.br

A macaúba é uma palmeira nativa do bioma Cerrado e grandemente dispersa no território brasileiro. Seu valor econômico pode ser medido em termos energéticos e pelo potencial de uso na indústria de alimentos e cosméticos. Objetivou-se realizar a caracterização físico-oleífera dos frutos de 39 genótipos mantidos no Banco Ativo de Germoplasma de Macaúba da Embrapa Cerrados (BAGMC). Foram analisados caracteres físicos dos frutos e teores de óleo na polpa (mesocarpo) e amêndoa. A análise de agrupamento com base na matriz de distâncias euclidianas resultou na formação de quatro grupos com tendência de similaridade associada com a origem geográfica do germoplasma. Genótipos de Planaltina-DF e Carmo do Paranaíba-MG atingiram acima de 170 g de mesocarpo, em amostras de 20 frutos, e teores de óleo no mesocarpo acima de 65%. Os caracteres massa do mesocarpo e massa do endocarpo foram os que mais contribuíram para a divergência genética total explicando 83,53% da variação entre genótipos. Foram encontradas correlações altamente significativas entre os caracteres analisados. Existe variabilidade entre os genótipos caracterizados e indicação de genótipos promissores em rendimento de óleo e polpa.

Palavras-chave: *Acrocomia aculeata*, Distância Euclidiana, Divergência Genética.

Physical-oleifer characterization in macauba genotypes preserved in germplasm bank. Macauba is a native palm of the Cerrado biome and widely dispersed in Brazilian territory. Its economic value can be measured in energetic terms and potential use in the food and cosmetic industry. The objective was to perform the fruits physical-oleaginous characterization of 39 genotypes from Embrapa Cerrados's Macauba Germplasm Active Bank (BAGMC). Were analyzed physical characteristics of fruits and oil contents of pulp (mesocarp) and kernel. The cluster analysis based on the matrix of Euclidean distances resulted in the formation of four groups with similarity tendency associated with the geographic origin of the germplasm. Genotypes of Planaltina, DF, and Carmo do Paranaíba, MG, reached above 170 g of mesocarp, in samples of 20 fruits, and oil contents in the mesocarp above 65%. The characters mass of the mesocarp and mass of the endocarp contributed the most to the total genetic divergence explaining 83,53% of the variation. Highly significant correlations were found between analyzed characters. There is variability between the genotypes characterized and indication of promising genotypes in oil and pulp yield.

Key words: *Acrocomia aculeata*, Euclidian Distance, Genetic Divergence.

Introdução

A macaúba, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., pertencente à família Arecaceae, é uma palmeira nativa das florestas tropicais e amplamente dispersa no território brasileiro (Lorenzi, 2010). Atualmente esta espécie é reconhecida como uma oleaginosa promissora e vem apresentando destaque por possuir várias características de interesse comercial, principalmente na produção de óleo e no aproveitamento dos frutos. O óleo da polpa apresenta grande potencial para produção de biodiesel (César et al., 2015) e outros bicompostíveis como bioquerosene (Lanes et al., 2014; Falasca et al., 2013). O óleo da amêndoa apresenta qualidade nutricional para o consumo humano (Hiane et al., 2005), potencial na utilização de fármacos (Lescano et al., 2015) e na indústria de cosméticos (Callegari et al., 2014).

Diversos estudos têm mostrado o potencial de aproveitamento dos resíduos e obtenção de coprodutos. A torta (resíduo da extração do óleo da polpa e da amêndoa) pode ser utilizada na ração animal para cordeiros (Azevedo et al., 2012), caprinos (Santos et al., 2008) e ovinos (Fonseca et al., 2012). A farinha da polpa pode ser consumida no preparo de sorvetes, bolos, e outros produtos comestíveis (Aristone e Leme, 2006). Além disso, trabalhos já constataram a qualidade nutricional da polpa e da amêndoa (Hiane et al., 2006; Ramos et al., 2008). O endocarpo produz um carvão vegetal de excelente qualidade (Silva et al., 1986) e todos os componentes do resíduo do fruto (epicarpo, endocarpo e fibras) são capazes de gerar bioóleo a partir do processo de pirólise (Cardoso et al., 2016).

Nos últimos anos, houve um crescimento significativo em relação ao conhecimento e desenvolvimento tecnológico sobre a macaúba, e existem grupos de pesquisa de importantes instituições brasileiras com fortes ações tendo em vista o melhoramento genético e o desenvolvimento de um sistema de produção (Motoike et al., 2013; Colombo et al., 2014; Conceição et al., 2015b). Com estes objetivos, ações de pesquisa têm reunido germoplasma de macaúba em grandes coleções de conservação *ex situ* (Conceição et al., 2010; Manfio et al., 2010; Berton et al., 2013). A conservação de

germoplasma é importante para a preservação do patrimônio genético, principalmente quando se trata de plantas nativas. Contudo, um dos pontos críticos que dificultam a utilização de novos genótipos de um banco de germoplasma pelo melhorista é a carência de informação e falta de dados relacionada à caracterização (Tombolato et al., 2004). O processo de melhoramento é altamente dependente da base genética existente, evidenciando a necessidade da coleta, conservação, caracterização e/ou avaliação deste recurso, servindo de insumo para o desenvolvimento de cultivares (Queiroz e Lopes, 2007).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-oleífera dos frutos de genótipos do Banco Ativo de Germoplasma de Macaúba (BAGMC) da Embrapa Cerrados.

Material e Métodos

O BAGMC foi estabelecido em dezembro de 2008 na área experimental da Embrapa Cerrados. O germoplasma derivado de 100 famílias de meios-irmãos, apresenta delineamento experimental de Blocos ao Acaso, com três repetições, em parcelas formadas de uma (1) a quatro (4) plantas, totalizando 1081 plantas. Foram caracterizados 39 genótipos oriundos de Minas Gerais, Goiás, Pará, São Paulo e o Distrito Federal (Tabela 1). Os caracteres avaliados foram: volume (cm³) do fruto (VFR), massas (g) do epicarpo (EPI), do mesocarpo (MES), do endocarpo (END) e da amêndoa (AME), percentuais de cinzas (%) do mesocarpo (CINM) e da amêndoa (CINA), e teores de óleo (%) do mesocarpo (OMES) e da amêndoa (OAME). As amostras foram compostas por 20 frutos coletados de cada genótipo e levadas ao laboratório. Para análise laboratorial, todas as partes do fruto foram separadas manualmente, pesadas e posteriormente secas em estufa de circulação de ar (105 °C por 24 horas) para aferir a umidade. A extração do óleo do mesocarpo e da amêndoa foi realizada utilizando o Sistema de Extração ANKOM^{XT15} (Kelley, 2005).

Com base nas avaliações dos caracteres físico-oleíferos, foram aplicados os seguintes procedimentos estatísticos: estimativa das distâncias genéticas entre genótipos pela Distância Euclidiana (i); contribuição

Tabela 1 - Identificação dos genótipos de macaúba do BAGMC e respectivos locais e regiões geográficas de origem

Região	Nº	Identificação	Local
Microrregião de Belo Horizonte-MG	1	B.HORIZONTE-1	Belo Horizonte-MG
Microrregião de Anápolis-GO	2	ANAPOLIS-1	São Francisco-GO
	3	ANAPOLIS-2	Jaraguá-GO
	4	ANAPOLIS-3	Jaraguá-GO
Microrregião de Unaí-MG	5	UNAI-1	Uruana de Minas-MG
	6	UNAI-2	Arinos-MG
	7	UNAI-3	Arinos-MG
Microrregião do Entorno-GO	8	ENTORNO-1	Cabeceiras-GO
	9	ENTORNO-2	Formosa-GO
	10	ENTORNO-3	Planaltina-GO
	11	ENTORNO-4	Formosa-GO
	12	ENTORNO-5	Cabeceiras-GO
Distrito Federal	13	D.FEDERAL-1	Planaltina-DF
	14	D.FEDERAL-2	Planaltina-DF
	15	D.FEDERAL-3	Planaltina-DF
	16	D.FEDERAL-4	Paronoá-DF
	17	D.FEDERAL-5	Planaltina-DF
	18	D.FEDERAL-6	Planaltina-DF
	19	D.FEDERAL-7	Paronoá-DF
	20	D.FEDERAL-8	Planaltina-DF
	21	D.FEDERAL-9	Planaltina-DF
	22	D.FEDERAL-10	Planaltina-DF
	23	D.FEDERAL-11	Planaltina-DF
Microrregião de Porangatu-GO	24	PORANGATU-1	Porangatu-GO
	25	PORANGATU-2	Porangatu-GO
	26	PORANGATU-3	Porangatu-GO
	27	PORANGATU-4	Porangatu-GO
	28	PORANGATU-5	Campinorte-GO
	29	PORANGATU-6	Porangatu-GO
	30	PORANGATU-7	Porangatu-GO
	31	PORANGATU-8	Estrela do Norte-GO
Microrregião de Ceres-GO	32	CERES-1	São Luiz do Norte-GO
Microrregião de Montes Claros-MG	33	M.CLAROS-1	Montes Claros-MG
Microrregião Patos de Minas-MG	34	P.MINAS-1	Carmo da Parnaíba-GO
Microrregião de Lavras-MG	35	LAVRAS-1	Ingaí-MG
Microrregião de Ituverava-SP	36	ITUVERAVA-1	Buritizal-SP
Microrregião da Chapada dos Veadeiros-GO	37	C.VEADEIROS-1	Cavalcante-GO
Região de Marabá-PA	38	MARABA-1	Marabá-PA
	39	MARABA-2	Marabá-PA

relativa dos caracteres para a variabilidade total obtida com base na estatística de Singh (ii); análise de agrupamento efetuada com base nas distâncias euclidianas utilizando o método WPGMA (iii); análise

de componentes principais (iv); e estimativas de correlações fenotípicas pelo método de Pearson (v). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2013).

Resultados e Discussão

O dendograma gerado com base nas distâncias Euclidianas mostrou a formação de quatro grupos, utilizando como critério de ponto de corte a distância euclidiana média entre os genótipos avaliados (Figura 1). Observa-se uma leve tendência de agrupamento dos genótipos conforme a origem geográfica, e ao mesmo tempo, genótipos de mesma origem distribuíram-se entre os grupos, o que denota a variabilidade existente. No grupo um (1), permaneceram todos os genótipos da região de Anápolis-GO. No grupo dois (2), encontram-se a maioria dos genótipos do Distrito Federal, juntamente com três dos cinco genótipos do Entorno. No grupo três (3), estão presentes a maioria dos genótipos de Porangatu-GO, no entanto, três do Distrito Federal estão localizados em um pequeno subgrupo deste grupo. O grupo quatro (4) é formado pelos genótipos ENTORNO-3, D.FEDERAL-1 e P.MINAS-1. Os genótipos de regiões do estado de Minas Gerais estão distribuídos em todos os grupos. Os dois genótipos de

Marabá-PA permaneceram em grupos distintos. Diversos estudos de diversidade genética em macaúba baseados em variáveis quantitativas ou moleculares têm apresentado esta tendência de agrupamento de acordo com a origem geográfica (Oliveira et al., 2008; Bellon et al., 2009; Conceição et al., 2015a; Manfio et al., 2012). O valor encontrado para o coeficiente de correlação cofenético foi de 0,72, sendo altamente significativo de acordo com teste-t ($p < 0,01$), mostrando ajuste entre a matriz de distância genética e a representação gráfica, e desta forma, fundamentando as inferências baseadas no dendograma com confiabilidade técnica. O mesmo padrão de similaridade observado no dendograma foi verificado na dispersão gráfica dos escores no plano cartesiano bidimensional obtido pela análise de componentes principais (Figura 2).

A variabilidade apresentada nas análises de agrupamento e dispersão gráfica também pode ser verificada pelos desvios padrão e amplitudes observadas (valores máximos e mínimos) para os caracteres de maior interesse VFR, END, MES,

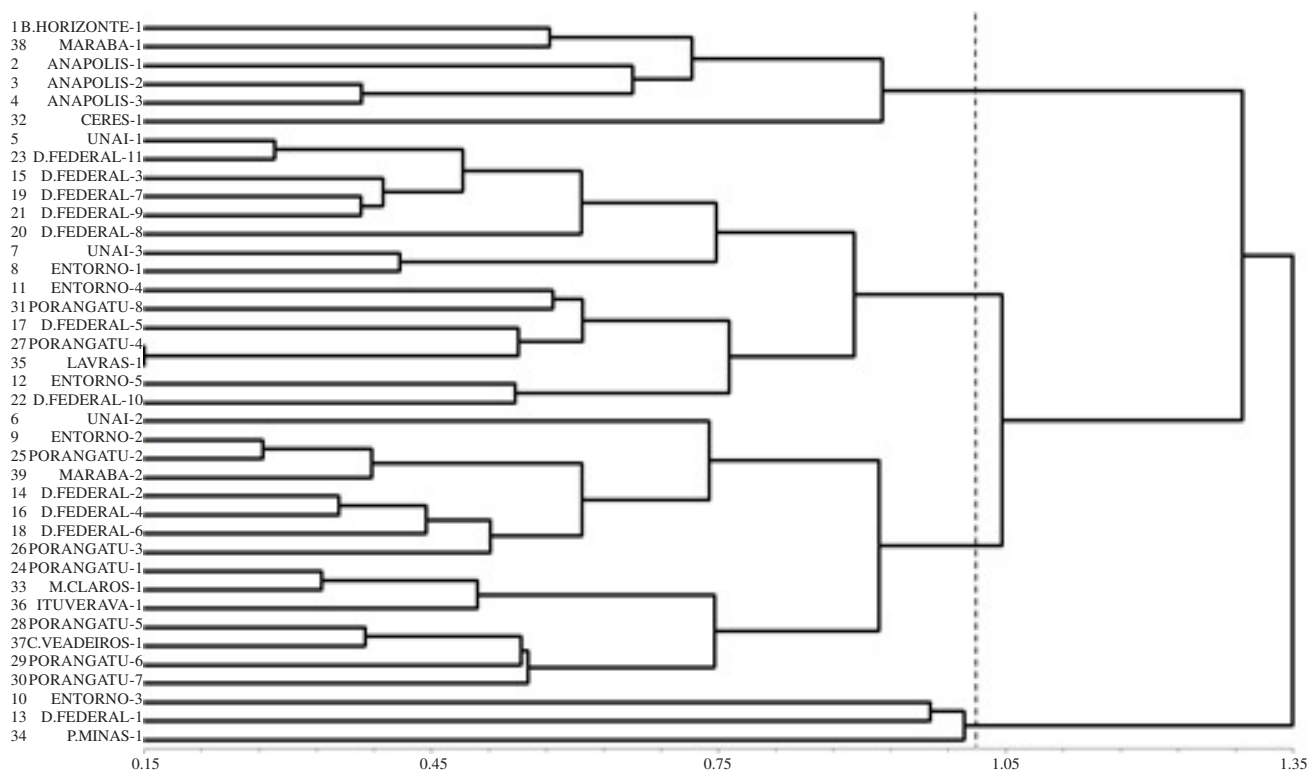


Figura 1 - Análise de agrupamento de 39 genótipos de macaúba, utilizando distâncias Euclidianas estimadas com base em características físicas e oleríferas dos frutos. O método do WPGMA foi utilizado como critério de agrupamento.

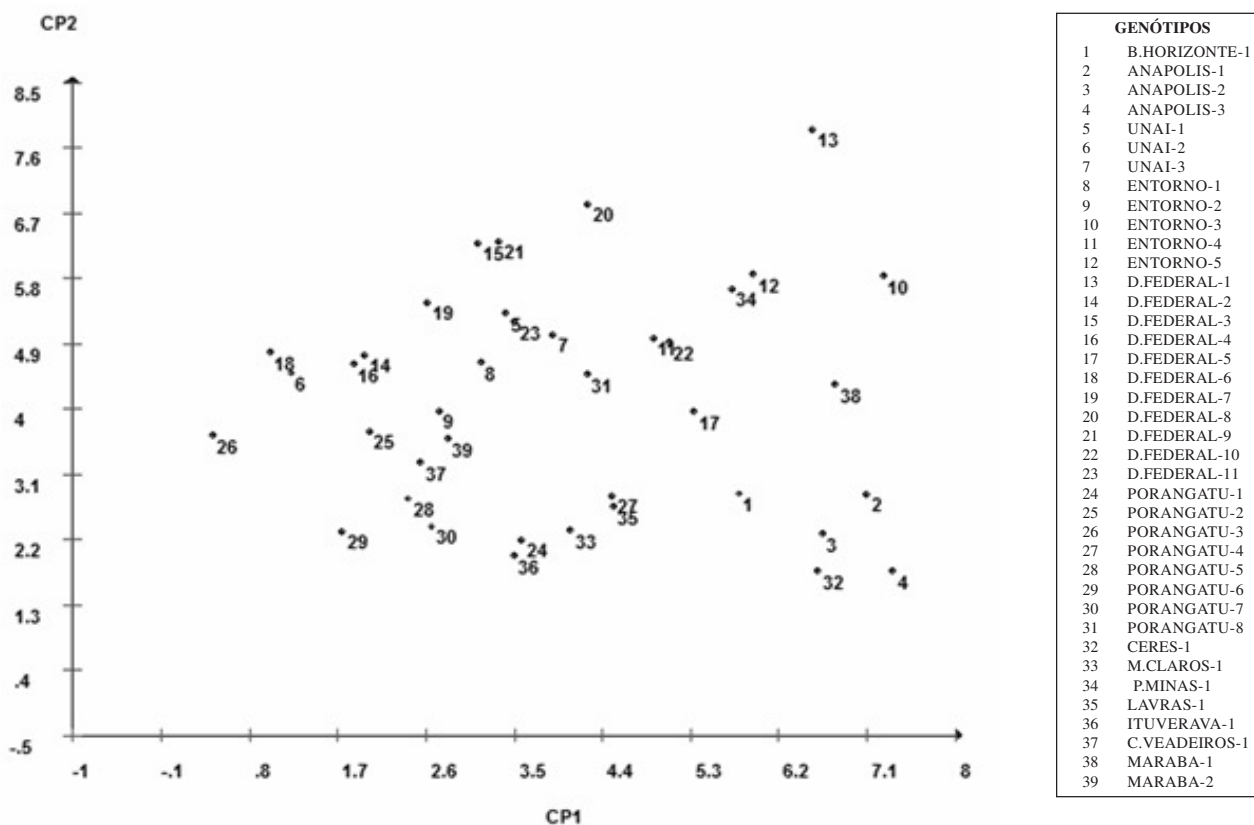


Figura 2 - Gráfico de dispersão bidimensional obtido com os valores dos dois primeiros componentes utilizando 39 genótipos de macaúba.

OMES e OAME (Tabela 2). Entre os valores observados destacam-se D.FEDERAL-1 e P.MINAS-1 com massa de mesocarpo total em amostras de 20 frutos acima de 170 g e teores de óleo acima de 65% (Tabela 2).

De acordo com a estatística de Singh (1981) os caracteres massa do mesocarpo e massa do endocarpo foram os que mais contribuíram para a divergência genética total com 51,69% e 31,84%, somando mais de 80% da variação total observada (Tabela 3). A variação encontrada para o carácter massa do mesocarpo entre os genótipos mostra ser importante para trabalhos de seleção visando ao maior rendimento de óleo, visto que o mesocarpo é a parte que mais contribui para o teor de óleo no fruto. Em estudo de diversidade realizado com macaúba, em amostras coletadas na natureza em populações naturais, os resultados apontaram destaque para as características percentual de óleo no mesocarpo e massa do fruto inteiro, que juntas contribuíram com 64,6% da variação observada (Conceição et al.,

2015a). Para divergência analisada em genótipos da palmeira Tucumã, *Astrocaryum vulgare* Mart., o rendimento de óleo na polpa foi um dos mais importantes caracteres para diferenciar o germoplasma (Flores et al., 2012).

Correlações positivas, elevadas e altamente significativas entre VFR e EPI (0,87), MES e EPI (0,83), END e AME (0,81), VFR e MES (0,78) e CINA e OMES (0,78) demonstram forte associação entre estas características (Tabela 4). Ciconini et al. (2013) encontraram associação positiva entre a massa do fruto da macaúba e massa do mesocarpo o que corrobora com a associação encontrada para VFR e MES. Tais associações poderão ser importantes em trabalhos de seleção indireta ou uso de índices de seleção, a depender dos objetivos do programa (produção de farinha, óleo ou endocarpo). No entanto, são necessárias análises complementares relacionadas à herdabilidade e ganhos de seleção juntamente com a avaliação de outros caracteres de fácil observação.

Tabela 2 - Valores médios, mínimos, máximos e desvios padrão dos caracteres de interesse volume de fruto (VFR), massas do endocarpo (END) e mesocarpo (MES), e percentuais de óleo no mesocarpo (OMES) e na amêndoa (OAME)

Nº	Genótipos	VFR cm ³	END g	MES g	OMES %	OAME %
1	B.HORIZONTE-1	42,0	138,66	114,18	35,24	38,01
2	ANAPOLIS-1	37,0	190,77	131,37	22,53	38,40
3	ANAPOLIS-2	37,4	216,37	138,47	29,54	42,83
4	ANAPOLIS-3	38,7	256,90	134,30	33,72	45,91
5	UNAI-1	28,8	90,29	150,78	53,96	35,59
6	UNAI-2	18,3	72,96	93,87	63,46	34,83
7	UNAI-3	23,6	75,17	167,58	35,43	32,03
8	ENTORNO-1	21,6	71,01	136,72	44,81	31,56
9	ENTORNO-2	24,8	90,09	127,08	58,67	47,37
10	ENTORNO-3	42,9	167,36	219,30	49,70	42,85
11	ENTORNO-4	33,8	133,05	161,29	56,62	39,15
12	ENTORNO-5	36,1	128,23	197,95	55,90	45,34
13	D.FEDERAL-1	39,9	153,28	223,08	65,42	37,77
14	D.FEDERAL-2	22,3	49,57	103,30	61,43	42,82
15	D.FEDERAL-3	26,7	83,91	141,47	57,24	38,06
16	D.FEDERAL-4	24,2	86,47	107,52	63,13	44,03
17	D.FEDERAL-5	31,3	146,70	106,92	47,23	40,01
18	D.FEDERAL-6	19,0	49,81	110,98	64,93	48,27
19	D.FEDERAL-7	24,0	76,30	124,13	60,41	37,20
20	D.FEDERAL-8	29,7	95,12	224,04	58,31	37,62
21	D.FEDERAL-9	28,3	88,59	171,11	64,71	37,35
22	D.FEDERAL-10	27,5	125,44	160,82	55,50	40,80
23	D.FEDERAL-11	30,0	103,33	150,34	59,35	36,83
24	PORANGATU-1	23,7	113,71	104,98	33,91	43,23
25	PORANGATU-2	23,2	93,90	104,55	60,42	46,09
26	PORANGATU-3	17,4	42,81	77,51	56,57	43,57
27	PORANGATU-4	27,2	161,53	101,02	47,79	40,08
28	PORANGATU-5	21,1	99,77	84,45	47,77	39,30
29	PORANGATU-6	20,1	87,58	66,81	50,52	42,76
30	PORANGATU-7	20,9	80,41	79,09	37,93	35,79
31	PORANGATU-8	30,2	121,28	131,92	52,67	33,24
32	CERES-1	34,4	213,36	121,25	29,46	49,71
33	M.CLAROS-1	22,7	124,32	109,74	38,33	46,74
34	P.MINAS-1	41,2	212,35	172,45	68,69	34,89
35	LAVRAS-1	26,6	163,85	102,09	45,21	38,25
36	ITUVERAVA-1	25,1	111,85	85,95	39,78	50,48
37	C.VEADEIROS-1	22,0	77,63	103,45	45,95	33,31
38	MARABA-1	44,6	163,17	151,17	40,99	33,83
39	MARABA-2	27,8	84,76	105,56	47,72	44,96
Média		28,62	119,02	130,73	49,76	40,27
Mínimo		17,4	42,81	66,81	22,53	31,56
Máximo		44,6	256,9	224,04	68,69	50,48
Desvio Padrão		7,50	50,72	39,81	11,79	5,05

Tabela 3 - Contribuição relativa das variáveis avaliadas para divergência apresentada entre os genótipos de macaúba baseada na estatística de Singh (1981)

Carácter	S.J*	Contribuição Relativa (%)
Volume do fruto	83.534,78	1,13
Massa do epicarpo	721.094,4	9,77
Massa do mesocarpo	3.813.102,3	51,69
Massa do endocarpo	2.348.808,6	31,84
Massa da amêndoa	161.823,2	2,19
Percentual de cinzas do mesocarpo	4.240,1	0,06
Percentual de óleo no mesocarpo	206.326,0	2,80
Percentual de cinzas da amêndoa	286,7	0,01
Percentual de óleo na amêndoa	37.811,4	0,51

Conclusões

Existe variabilidade no germoplasma de macaúba para caracteres de importância relacionados com fatores de rendimento de óleo e polpa (mesocarpo). A caracterização aponta, de forma preliminar, genótipos promissores para produtividade de óleo.

Agradecimentos

À Finep, CNPq, Petrobrás e MCTI pelos financiamentos e concessão de bolsas à alunos de graduação e ensino médio.

Tabela 4 - Correlação de Pearson entre os caracteres físicos dos frutos e teor de óleo observados em 39 genótipos de macaúba

Carácter ¹	VFR	EPI	MES	END	AME	CINM	OMES	CINA	OAME
VFR		0,87 **	0,78 **	0,62 **	0,41 **	-0,30 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	-0,00 ^{ns}	-0,07 ^{ns}
EPI			0,83 **	0,49 **	0,36 *	-0,44 **	-0,37 *	-0,09 ^{ns}	0,00 ^{ns}
MES				0,28 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,60 **	-0,46 **	-0,06 ^{ns}	0,12 ^{ns}
END					0,81 **	0,13 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,23 ^{ns}
AME						0,12 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	-0,18 ^{ns}
CINM							0,78 **	-0,01 ^{ns}	-0,11 ^{ns}
OMES								0,13 ^{ns}	-0,08 ^{ns}
CINA									0,13 ^{ns}

Carácter¹: volume do fruto (VFR), massa do epicarpo (EPI), massa do mesocarpo (MES), massa do endocarpo (END), massa da amêndoa (AME), percentual de cinzas no mesocarpo (CINM), teor de óleo no mesocarpo (OMES), percentual de cinzas na amêndoa (CINA) e teor de óleo na amêndoa (OAME).

Literatura Citada

- ARISTONE, F.; LEME, M. F. 2006. Manual didático como fazer farinha de bocaiúva: guia completo e livro de receitas. Campo Grande, UFMS/CNPq. 18p.
- AZEVEDO, R. A. et al. 2012. Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta. Pesquisa Agropecuária Brasileira 47(11):1663-1668.
- BELLON, G. et al. 2009. Variabilidade genética de acessos de macaúba (*Acrocomia aculeata*) com base em marcadores RAPD. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 5, Guarapari. Anais. Vitória, Incaper. CD-Rom, 4p.
- BERTON, L. H. C. et al. 2013. Implantação e avaliação preliminar do Banco Ativo de Germoplasma de Macaúba (*Acrocomia aculeata*) do IAC/APTA Leste Paulista. In: Workshop agroenergia: materias primas, Ribeirão Preto, 7. Anais. Campinas, SP, IAC.
- CALLEGARI, F. C.; CREN, E. C.; ANDRADE, M. H. C. 2014. Perspectivas da utilização dos óleos da macaúba (*Acrocomia aculeata* (jacq.) Lodd. Ex mart) no desenvolvimento de cosméticos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, 20. Anais. Florianópolis, ABEQ. 8p.
- CARDOSO, C. A. L.; MACHADO, M. E.; CARAMÃO, E. B. 2016. Characterization of bio-oils obtained from pyrolysis of bocaiuva residues. Renewable Energy 91:21-31.
- CÉSAR, A. S. et al. 2015. The prospects of using *Acrocomia aculeata* (macaúba) anon-edible biodiesel feedstock in Brazil. Renewable and Sustainable Energy Reviews 49:1213-1220.
- CICONINI, G. et al. 2013. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. Industrial Crops and Products 45:208-214.

- COLOMBO, C. A. et al. 2014. Macaúba - Promessa brasileira de planta oleaginosa para produção de energia renovável sustentável. *O Agrônomo* 64-66:73-77.
- CONCEICAO, L. D. H. C. S. et al. 2010. Perfil do banco ativo de germoplasma de macaúba da Embrapa Cerrados. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 4; Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Belo Horizonte, 7. Resumos. Lavras, UFLA.
- CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. et al. 2015a. Genetic diversity of macauba from natural populations of Brazil. *BMC Research Notes* 8(406):1-9.
- CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. et al. 2015b. Macaúba. In: LOPES, R. et al. (Eds.). *Palmeiras Nativas do Brasil*. Brasília, Embrapa. pp.269-305.
- CRUZ, C. D. 2013. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy* 35(3):271-276.
- FALASCA, S.; ULBERICH, A.; WALDMAN, C. 2013. Possibilities of Argentina to produce biokerosene for aviation under dry subhumid to arid areas. In: MÉNDEZ-VILAS, A. *Materials and processes for energy: communicating current research and technological developments*. Barcelona, Formatex Research Center. pp.327-334.
- FLORES, B. C. et al. 2012. Divergência genética entre acessos de tucumanzeiro selecionados para teor de óleo na polpa por caracteres morfo-agronômicos. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, Belém, 2. Anais. Brasília, SBRG. 4p.
- FONSECA, M. P. et al. 2012. Use of macaúba cake replacing corn on carcass characteristics and body measurements of Santa Inês lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41(5):1231-1235.
- HIANE, P. A. et al. 2005. Óleo da polpa e amêndoa de bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (jacq.) lodd. Caracterização e composição em ácidos graxos. *Brazilian Journal of Food Technology* 8(3):256-259.
- HIANE, P. A. et al. 2006. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26:683-689.
- KELLEY, C. 2005. A novel procedure for fat and oil extraction. *Processing* 16(2):76-77.
- LANES, E. C. M.; COSTA, P. M. A; MOTOIKE, S. Y. 2014. Brazil promotes aviation biofuels. *Nature* 511:31.
- LESCANO, C. H. et al. 2015. Diuretic and Anti-Inflammatory Activities of the Microencapsulated *Acrocomia aculeata* (Arecaceae) Oil on Wistar Rats. *Journal of Medicinal Food* 18(6):656-662.
- LORENZI, H. et al. 2010. *Flora Brasileira - Arecaceae (Palmeiras)*. Nova Odessa, Instituto Plantarum. 384p.
- MANFIO, C. E. et al. 2010. Coleta de germoplasma de macaúba no estado de Minas Gerais. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 4; Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Belo Horizonte, 7. Resumos. Lavras, UFLA.
- MANFIO, C. E. et al. 2012. Avaliação de progênes de macaúba na fase juvenil e estimativas de parâmetros genéticos e diversidade genética. *Pesquisa Florestal Brasileira* 32:63-68.
- MOTOIKE, S. Y. et al. 2013. A cultura da macaúba – implantação e manejo de cultivos racionais. Viçosa, Editora UFV. 61p.
- OLIVEIRA, D. A. et al. 2008. Diversidade genética de populações de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. (Arecaceae) no norte do estado de Minas Gerais. In: Simpósio Nacional sobre Cerrados, 2; Simpósio Internacional sobre Savanas, Planaltina, 2. Resumos. Brasília, Embrapa Cerrados. 7p.
- QUEIROZ, M. A.; LOPES, M. A. 2007. Importância dos recursos genéticos vegetais para o agronegócio. In: NASS, L. L. *Recursos genéticos vegetais*. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. pp.281-306.
- RAMOS, M. I. L. et al. 2008. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28:90-94.
- SANTOS, A. C. R. et al. 2008. Efeito da inclusão da torta de macaúba sobre o consumo de caprino. In: ZOOTEC 2008, João Pessoa, 2008. Anais. João Pessoa, ABZ/Embrapa Caprinos/UFPA. pp.1-3.
- SILVA, J. C.; BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. 1986. Endocarpos de babaçú e macaúba comparados à madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de carvão vegetal. *Ipef* 34:31-39.
- SINGH, D. 1981. The relative importance of characters affecting genetic diversity. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 41(2):237-245.
- TOMBOLATO, A. F. C. et al. 2004. Domesticação e pré-melhoramento de plantas: I. Ornamentais. *O Agrônomo* 56(1):12-14. ●