INSTITUTO AGRONÔMICO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL E SUBTROPICAL

CARACTERIZAÇÃO DE *Acrocomia aculeata* e *Acrocomia totai* POR MEIO DE DESCRITORES AGROMORFOLÓGICOS

PAULO HENRIQUE DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Colombo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Agricultura Tropical e Subtropical, Área de Concentração em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia

Campinas, SP
Abril, 2017

Ao meu querido irmão.

DEDICO.

Aos meus pais**.**

OFEREÇO.

AGRADECIMENTO

Ao supremo Deus que tornou possível toda a existência e o consequente trabalho.

Ao meu orientador Carlos Augusto Colombo pela orientação, paciência, auxílio à redação, ensinamentos e liberdade.

À Pesquisadora Cássia Regina Limonta Carvalho pela orientação, dedicação, paciência, tempo dedicado e motivação.

À minha noiva Natalia e minha família pelo apoio.

Aos professores do curso e pesquisadores que me ajudaram com os ensinamentos e orientações, em especial o professor Alisson Fernando Chiorato.

Aos pesquisadores e colaboradores Joaquim Adelino de Azevedo Filho, Suelen Alves Viana e Luiz Henrique Chorfi Berton pela ajuda com coletas as coletas de campo.

Aos colegas de pós-graduação Barbara, Emanuela e Humberto, colegas de turma Bianca, Luciano, Raquel e Lenon e PIBIC Elisandra e Ingrid.

Ao Instituto Agronômico de Campinas pela oportunidade de estágio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa concedida.

Muito obrigado!

"Quando aceitamos nossos limites, conseguimos ir além deles "

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS viii
LISTA DE FIGURAS ix
RESUMO xi
ABSTRACT xiiii
1 INTRODUÇÃO 12
2 REVISÃO DE LITERATURA 14
2.1 Aspectos botânicos do gênero Acrocomia 14
2.1.2 Acrocomia aculeata 16
2.1.3 Acrocomia totai 18
2.3 Descritores botânicos 23
2.4 Biodiesel: fonte alternativa de energia 21
2.5 Divergência Genética por Análises Multivariadas 25
2.5.1 Análise de Agrupamento 26
2.5.2 Análise por Componentes Principais 27
3 MATERIAL E MÉTODOS 29
3.1 Material vegetal 29
3.2 Metodologia de avaliação 31
3.3 Descritores qualitativos e quantitativos utilizados para a caracterização das espécies 33
3.4 Quantificação dos teores de matéria seca das diferentes frações dos frutos 36
3.5 Quantificação dos teores de óleo dos mesocarpos por espectrofotometria na região de infravermelho próximo (NIRS) 36
3.5.1 Coleta dos espectros na região do infravermelho próximo 36
3.5.2 Construção do modelo matemático 37
3.7 Análises estatísticas 38
3.7.1. Seleção dos descritores qualitativos 38
3.7.2 Seleção dos descritores quantitativos 39
3.7.3 Diversidade fenotípica 39
3.7.4 Análise de agrupamento hierárquico 40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 41
4.1. Caracterização e seleção dos descritores qualitativos 41
4.2. Caracterização dos descritores quantitativos 45

4.2.1 Variabilidade fenotípica de Acrocomia aculeata 46
4.2.2 Variabilidade fenotípica de Acrocomia totai 49
4.3 Variabilidade fenotípica entre as espécies Acrocomia aculeata e Acrocomia totai 51
4.4 Seleção dos descritores quantitativos 54
4.5 Análise de agrupamento 63
5. CONCLUSÕES 66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67
7. ANEXOS 754

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de espécies do gênero Acrocomia. 15
Tabela 2 - Coordenadas geográficas e altitude (m) dos pontos de coleta de 10 amostras de plantas de macaúba de cada população ou município amostrado. 31
Tabela 3 - Variáveis qualitativas avaliadas com as respectivas classes fenotípicas e suas frequências (%) e níveis de entropia (H') determinados individualmente e de modo conjunto nas populações das espécies de A. aculeata e A. totai. Campinas, 2016. 43
Tabela 4 - Estatística descritiva para os descritores quantitativos utilizados na caracterização da espécie Acrocomia aculeata em três localidades da região sudeste. Campinas, SP, 2016. 47
Tabela 5 - Estatística descritiva para os descritores quantitativos utilizados na caracterização da espécie Acrocomia totai em três localidades da região centro-oeste. Campinas, SP, 2016. 50
Tabela 6 - Tabela 6 - Estatística descritiva para os descritores quantitativos utilizados para caracterização das espécies Acrocomia aculeata e Acrocomia totai. Campinas, SP, 2016. 53
Tabela 7 - Tabela 7 - Teste de normalidade para os descritores quantitativos avaliados de modo conjunto para as populações de Acrocomia e demonstração de alguns histogramas de descritores representando a diferença de distribuição dos dados. Campinas, SP. 2016. 55
Tabela 8 - Tabela 8 - Variância dos componentes principais, juntamente com sua variância relativa (%) e acumulada (%), referente a 29 descritores botânicos avaliados em populações de Acrocomia aculeata e Acrocomia totai. 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais espécies do gênero Acrocomia com ocorrência no Brasil. 17

Figura 2 - Acrocomia aculeata: a) Palmeira, b) copa em forma de coroa, c) estipe, d) cachos. 18
Figura 3 - Acrocomia totai: a) Palmeira, b) copa com folhas composta, c) estipe, d) cachos. 20
Figura 4 - Matérias–primas utilizadas para produção de biodiesel. 22
Figura 5 - População de natural de macaúba 30
Figura 6 - Variabilidade no estipe para os descritores presença/ausência de resquício de bainha foliar e espinho. 32
Figura 7 - Mapa do Brasil indicando os municípios escolhidos previamente para representar as espécies Acrocomia aculeata e Acrocomia. totai, e os respectivos pontos onde foram realizadas as amostragens. 32
Figura 8 - Partes morfológica dos frutos de palmeiras do gênero Acrocomia. 36
Figura 9 - Curva de calibração multivariada (NIRS/PLS) para dosagem do teor de óleo: valores de referência versus valores previstos pelo modelo empregando o infravermelho próximo, com os respectivos números de amostras (n) e de variáveis latentes (k) usados no modelo, erros de validação interna (SEV) e calibração (SEC) e coeficientes de correlação obtidos na construção do modelo. 37
Figura 10 - Variabilidade da cor do epicarpo e do mesocarpo de frutos de Acrocomia aculeata nas localidades amostradas. 44
Figura 11 - Variabilidade na cor do epicarpo e do mesocarpo de frutos de Acrocomia totai nas localidades amostradas. 45
Figura 12 - a) Gráfico tridimensional de dispersão dos acessos das populações de macaúba obtido com 29 descritores - A. aculeata (em laranja) e A. totai (em azul); b) Gráfico tridimensional de dispersão dos descritores utilizados na avaliação das populações de Acrocomia 59
Figura 13 - Diagramas de dispersão dos descritores de maior peso na CP1 e CP2 ocasionando a separação das espécies A. aculeata (em laranja) e A. totai (em azul). 60
Figura 14 - a) Gráfico tridimensional de dispersão dos acessos das populações de macaúba, com 10 descritores quantitativos selecionados - A. aculeata (em laranja) e A. totai (em azul); b) Gráfico tridimensional de dispersão dos 10 descritores utilizados na avaliação 61

Caracterização de *Acrocomia aculeata* e *Acrocomia totai* por meio de descritores agromorfológicos

RESUMO

O gênero *Acrocomia* tem despertado grande interesse da comunidade científica e, duas espécies, *A. aculeata* e *A. totai*, vem sendo bastante estudadas para produção de óleo e uso na alimentação humana, respectivamente, *A. aculeata* é amplamente encontrada e presente em todas as regiões do Brasil, sobretudo na região central e em ambientes de cerrado. A *A. totai* ocorre preferencialmente no Mato Grosso do Sul, extremo oeste do Paraná e noroeste do Rio Grande do Sul. Porém, ainda não há clareza sobre os verdadeiros limites taxonômicos dessas duas espécies *A. aculeata* e *A. totai*, sendo que ambas vêm sendo selecionadas para fins de melhoramento genético. O objetivo do trabalho foi caracterizar ambas as espécies e eleger os descritores mínimos capazes de promover esta diferenciação. Para caracterização das populações de *A. aculeata* e *A. totai* foram usados 42 descritores agromorfológicos, sendo 33 quantitativos e 9 qualitativos. Foi realizada a identificação dos descritores redundantes, por meio do nível de entropia de Renyi para descritores qualitativos, e para os quantitativos usou-se as componentes principais e a ligação média não-ponderada entre grupos (UPGMA) em conjunto com a matriz de dissimilaridade da distância de Gower. Concluiu-se que, os descritores comprimento da folha, número de pinas, largura da pina, número de ráquilas, comprimento e diâmetro do fruto, espessura do epicarpo e mesocarpo, espessura do endosperma e endocarpo, espinho no estipe, resquício de bainha, espinho na face abaxial e adaxial da ráquis, cor do epicarpo e mesocarpo e tipo de folha são os mais importantes na caracterização das populações de *A. aculeata* e *A. totai* e que o descarte de 59, 52 % dos descritores não ocasionou perda de informação na diferenciação das espécies, minimizando assim custos de avaliação em futuros estudos voltados para a diferenciação dessas palmeiras.

Palavra-Chave: palmeira de macaúba, palmeira de bocaiúva, biodiesel, diversidade e melhoramento de plantas.

Characterization of Acrocomia aculeata and Acrocomia totai by means of agromorphological descriptors

ABSTRACT

The genus Acrocomia has been of great interest to the scientific community, and two species, A. aculeata and A. totai, have been studied extensively for the production of oil of diverse use and pulp for human consumption, respectively. A. aculeata is widely found and present in all regions in Brazil, especially in the central region and in cerrado environments. A. totai occurs preferentially in Mato Grosso do Sul, western Paraná and northwest of Rio Grande do Sul. However, there is still no clarity about the true taxonomic limits of A. aculeata and A. totai and both have been selected for the purpose of plant breeding. Also, in view of the desire to launch a cultivar in the near future, we do not know what minimum descriptors should be mentioned for the characterization of these cultivars in the Department of Agriculture (MAPA). Thus, the objective of the work was to characterize the species by means of agromorphological descriptors in order to differentiate both and to select the minimum descriptors capable of promoting this differentiation. For the characterization of the A. aculeata and A. totai populations, 42 agro morphological descriptors were used, being 33 quantitative and 9 qualitative. Redundant descriptors were identified through the Reny entropy level for qualitative descriptors, and the principal components analysis was used for the quantitative ones. It was concluded that, the descriptors leaf length, number of pines, width of pina, number of ráquilas, length and diameter of fruit, thickness of epicarp and mesocarp, thickness of endosperm and endocarp, spine in stipe, remnant of hem, On the abaxial and adaxial surface of the rachis, epicarp and mesocarp color and leaf type are the most important in the characterization of populations A. aculeata and A. totai and that the discarding of 59.52% of the descriptors did not cause loss of information in the differentiation Of the species, thus minimizing evaluation costs in future studies aimed at the differentiation of these palm trees. The non-weighted mean association between groups (UPGMA), together with the distance dissimilarity matrix of Gower, identified the grouping of the two described species. In this way, the multivariate methods for the characterization of the populations of A. aculeata and A. totai

Key words: macaúba palm, bocaiúva palm, biodiesel, bioquerosene, cultivar registration, diversity and plant breeding

1 INTRODUÇÃO

As palmeiras representam importante recurso genético para uso diverso na economia. Dentre elas, o gênero *Acrocomia,* é representado por 8 espécies, sendo seis com ocorrência no brasil e duas delas historicamente utilizadas por populações locais, *A. aculeata* e *A. totai*. Nos últimos dez anos, diversos grupos de pesquisa do brasil e do exterior tem desenvolvido pesquisas em diversas áreas do conhecimento visando ao aproveitamento comercial de ambas as espécies tanto para alimentos como para biodiesel. No entanto, os estudos de domesticação e seleção de plantas nos seus ambientes naturais de ocorrência esbarram numa questão relativa à diferenciação botânica destas espécies. Uma vez que o reconhecimento da diferenciação entre as espécies não vem aceito entre pesquisadores destas palmeiras.

No grupo das palmeiras, outra grande promissora a se tornar altamente viável para a extração de óleo para produção de biocombustível é a macaúba, palmeira de ampla distribuição nos biomas cerrado e pantanal. Além do alto teor oleífero, outras partes da planta podem ser aproveitadas, como as folhas na nutrição animal, os frutos para produção de farinhas, o endocarpo e a casca para biomassa, o endocarpo para carvão ativado e a amêndoa de onde também se extrai óleo para uso em cosméticos. O óleo de sua polpa apresenta coloração que varia de esbranquiçado ao laranja intenso, devido à ausência ou presença de carotenoides.

Contudo, esta espécie florestal apresenta diversos desafios a serem alcançados, tanto na seleção de melhores plantas para a exploração em nível comercial, como no manejo ideal no sistema de plantio em grande escala. Não há clareza ainda sobre os limites taxonômicos entre espécies do gênero Acrocomia. Das oito espécies citadas para o gênero, três delas são histórica e economicamente exploradas por populações locais dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Ceará, havendo necessidade de se estabelecer as suas diferenças, até mesmo para conservação e seleção visando o melhoramento genético.

Mediante a esse cenário de registro de futuros cultivares, será necessário realizar o devido registro dessas plantas junto ao Ministério da Agricultura, tendo por objetivo promover a organização, sistematização e controle da produção e comercialização nacional de sementes e mudas. Transferindo e garantindo desta forma para o agronegócio cultivares de qualidade, necessário para aumento de produtividade agrícola e da qualidade dos insumos e dos produtos deles derivados.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo a coleta de materiais vegetais e avaliação de diferentes populações naturais de macaúba de ocorrência espontânea nos Estados de Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo, visando a caracterização botânica das plantas selecionadas através de uma lista de descritores quantitativos e qualitativos, referentes ao estipe, folhas, flores e frutos das palmeiras, para a seleção de descritores mínimos para a caracterização das espécies *Acrocomia aculeata* e *A. totai*, por meio do uso da ferramenta de análise estatística multivariada para o descarte de descritores não discriminantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A família das palmeiras (Arecaceae) é um grupo botânico complexo que forma um dos principais troncos evolutivos das monocotiledôneas, possuindo distribuição pantropical, com algumas espécies adaptadas a climas mais frios (DRANSFIELD & UHL, 1987). Possui aproximadamente 2700 espécies agrupadas em cerca de 240 gêneros (LORENZI et al. 2010; APG IV, 2016). Esta classificação é tradicionalmente baseada nas características morfológicas dos estipes (troncos), das folhas, dos frutos e das flores, nas particularidades anatômicas de seus órgãos, em comparação com características citológicas e histológicas, incluindo caracteres descritivos dos grãos de pólen, estudos de distribuições geográficas atuais e a história evolutiva da família e de seus gêneros (DRANSFIELD & UHL, 1987; HENDERSON et al., 1995).

As palmeiras apresentam grande importância ecológica e econômica, contribuindo para a alimentação, habitação, mobília, energia, vestuário e jardins (JONES, 1995).

No diversificado conjunto das palmeiras, estudos em várias áreas vem sendo realizados com o gênero *Acrocomia,* seja buscando elucidar questões botânicas, como aspectos voltados para exploração dos valores social, econômico e ambiental das espécies *Acrocomia aculeata* e *Acrocomia totai*.

2.1 Aspectos botânicos do gênero *Acrocomia*

O gênero *Acrocomia* pertence à família Arecaceae, anteriormente denominada Palmae, ordem Arecales, classe Liliopsida, divisão Magnoliphyta, reino Plantae (MOURA, 2007). A palavra *Acrocomia* é de origem grega: *akros* - alto e *kome* (cabeleira), sugerindo que as folhas estão dispostas no formato de uma coroa (NOVAES, 1952; HENDERSON et al., 1995).

Em 1824, MARTIUS, descreveu o gênero como sendo monotípico, representado pela espécie *Acrocomia sclerocarpa*, conhecida primeiramente por *Cocos aculeata*, segundo JACQUIN, 1763. Logo, BAILEY (1858 – 1954), publicou diversos trabalhos sobre o gênero *Acrocomia,* descrevendo várias espécies, aparentemente distintas e endêmicas de suas respectivas regiões de ocorrência (Tabela 1). Segundo BAILEY, haviam 29 espécies de *Acrocomia* ocorrendo, principalmente, em países da América Central. No entanto as espécies

descritas eram baseadas em poucos estudos científicos e sem discussões sobe as diferenças concretas entre as mesmas (BOER, 1965).

Tabela 1. Lista de espécies do gênero *Acrocomia*.

Espécie	Ano descrição	Países de ocorrência
A. antiguana L.H. Bailey	1949	Antigua
A. antioquensis Posada-Arango	1878	Colômbia
A. armentalis (Morales) L.H. Bailey & E.Z. Bailey	1941	Cuba
A. barrigae H. Cuadros	1984	Colômbia
A. belizensis L.H. Bailey	1941	Belize
A. christopherensis L.H. Bailey	1949	São Cristovão e Névis
A. chunta Covas & Ragonese	1941	Argentina
A. crispa (Kunth) C.F. Baker ex Becc.	1912	Cuba
A. cubensis Lodd. ex H. Wendl.	-	Prov. Cuba
A. emensis (Toledo) Lorenzi	2010	Brasil
A. erioacantha Barb. Rodr.	1902	Brasil
A. fusiformis (Sw.) Sweet	1826	Jamaica
A. glaucescens Lorenzi	2009	Brasil
A. glaucophylla Drude	1895	Brasil
A. globosa Lodd. ex Mart.	1896	Antilhas
A. grenadana L.H. Bailey	1949	Granada
A. grenadana L.H. Bailey	1991	Brasil
A. horrida Lodd. ex Mart.	1896	Haiti
A. hospes L.H. Bailey	1941	Estados Unidos
A. ierensis L.H. Bailey	1941	Trinidad & Tobago
A. intumescens Drude	1895	Brasil
A. karukerana L.H. Bailey	1941	Guadalupe
A. lasiospatha Mart.	1847	Brasil
A. media O.F. Cook	1901	Porto Rico
A. mexicana Karw. ex Mart.	1845	México
A. microcarpa Barb. Rodr.	1891	Brasil
A. minor Lodd. ex G. Don	1830	Trinidad
A. mokayayba Barb. Rodr.	-	Brasil
A. odorata Barb. Rodr.	1898	Brasil
A. panamensis L.H. Bailey 1941 Panamá	1941	Panamá
A. pilosa León	1940	Cuba
A. quisqueyana L.H. Bailey 1941 Haiti	1941	Haiti
A. sclerocarpa Mart.	1824	Brasil
A. sphaerocarpa Desf.	1829	América do Sul
A. spinosa (Mill.) H.E. Moore	1963	América do Sul
A. subinermis León ex L.H. Bailey 1941 Cuba	1941	Cuba
A. tenuifrons Lodd. ex Mart.	1896	Haiti
A. totai Mart.	1844	Argentina/Bolívia

A. ulei Dammer	1915	-
A. viegasii L.H. Bailey	1949	Brasil
A. vinifera Oerst.	1859	Costa Rica/Nicarágua
A. wallaceana (Drude) Becc.	1912	Brasil
A. zapotecis Karw. ex H. Wendl.	1878	México

Fonte: The Plant List, 2013, *Nomen illegitimum*

Atualmente, o número de espécies que constitui o gênero, vem sendo o foco de pesquisas científicas. Com tudo, é provável que exista uma quantidade abaixo do que o demonstrado na Tabela 1 (DRANSFIELD et al. 2008).

Em estudos realizados por HANDERSON et al. (1995), ficou estabelecido a existência de apenas duas espécies pertencentes ao gênero: *A. aculeata* e *A. hassleri*, sendo a primeira de grande porte e amplamente distribuída ao longo das Américas Central e Sul, e a segunda de pequeno porte, restrita a áreas do Cerrado do Brasil e parte do Paraguai. Seguindo essas afirmações propostas por HANDERSON, em 2010, LORENZI et al. 2010, afirmam existir sete espécies no gênero *Acrocomia* sendo as seis com ocorrência no Brasil: *A. aculeata*, *A. intumescens* e *A. totai* de porte arbóreo, diferenciadas principalmente pelas características do estipe, e *A. hassleri, A. glaucescens, A. emensis* de porte baixo, sendo diferenciadas principalmente pela altura da planta (0,3 – 0,4/ 1,5 – 6,5/ 0,4 – 0,6 m, respectivamente) (Figura 1). The Plant List (2013), considera a existência das sete espécies definidas por LORENZI et al. (2010), mais a espécie *A. media* com ocorrência apenas em Porto Rico e nas Ilhas Virgens.

2.1.2 *Acrocomia aculeata*

Representando a espécie do gênero *Acrocomia* e da família Arecaceae de maior dispersão no Brasil, com destaque para as regiões de cerrado, a *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., encontra-se categorizada em APG II 20035. É uma palmeira nativa da América tropical e subtropical, ocorrendo do Sul do México e Antilhas até Paraguai e Argentina (HANDERSON et al. 1995). São encontradas formando maciços naturais, mas também de forma isolada.



Figura 1. Principais espécies do gênero *Acrocomia* com ocorrência no Brasil.

Conforme relatado em THE PLANT LIST (2013), *Acrocomia aculeata* apresenta 44 sinônimos, abrangendo espécies de outros gêneros: *Astrocaryum sclerocarpum* H. Wendl, *Bactris globosa* Gaertn., *Bactris minor* Gaertn. (ilegítimo), *Bactris povoniana* Mart., *Cocos aculeata* Jacq., *Cocos fusiformis* Sw., *Palma mocaia* Aubl. e *Palma spinosa* Mill.

Sendo a *Acrocomia aculeata* a palmeira do gênero *Acrocomia* de maior distribuição nas Américas, apresenta em cada região diferentes nomes vulgares: cocoyol, coquito baboso, palma de coyol (México), corozo redondo, chicle monposino, tamaca (Colômbia); totaí, totaí barrigudo, mbocayá, cayará (Bolívia); cayete, ocori coquito (Argentina e Paraguai); (BOER, 1965; MORAES, 2004; GRANDTNER, 2005). No Brasil, é conhecida por vários nomes, tais como: macaúba, macaúva, coco-de-catarro, macaibeira, mucajá, mucaia, chiclete-de-baiano (LORENZI et al. 2010).

Em estudos citogenéticos realizados por ADVINCULA (2016), com populações de macaúba com ocorrência em Montes Claros (MG), revelaram que *A. aculeata* é diploide, com número cromossômico 2n=2x=30. Ainda neste trabalho, foi apontado que a fórmula cariotípica apresentada pelas populações de *A. aculeata*, indica que a evolução desta espécie nas populações estudadas vem sendo acompanhada por rearranjos cromossômicos.

A macaúba é uma palmeira perenifólia, heliófita, monóica, com aproximadamente 4-15 m de altura, glabra, salvo a face dorsal das pinas glauco-tomentosas; estipe cilíndrico

fusiforme, densamente aculeado e anelado. Possui 20-40 folhas aglomeradas no ápice do estipe, compostas pinadas, com 4 a 5 m de comprimento, crespas, pecioladas; pinas alternas desigualmente distribuídas ao longo da raque, que pode conter numerosos acúleos. Inflorescências interfoliares e ramificadas. Flores pistiladas na base das ráquilas, sempre formando tríades e flores estaminadas em grande número no ápice. Fruto drupa, com 3,0 a 5,0 cm de diâmetro, globoso, epicarpo cartáceo; com coloração variada; mesocarpo fibroso, mucilaginoso de coloração variada, de sabor adocicado; endocarpo ósseo e fortemente aderido ao mesocarpo; semente com significativa quantidade de endosperma, adnata ao endocarpo, podendo ocorrer até quatro sementes por fruto (HENDERSON et al. 1995; LORENZI et al. 2010) (Figura 2). Segundo MOURA (2007), o embrião apresenta forma de clava e encontra-se aderido ao endosperma.

De acordo com CARGNIN *et al*. (2008), existe um comportamento autógamo e alogâmico referente ao sistema reprodutivo da espécie. Ocorrendo nos locais onde as populações estão muito fragmentadas ou isoladas, maior taxa de endogamia, confirmando que a planta é monóica, autocompatível, e realiza autofecundação e ou cruzamento entre indivíduos aparentados; onde as populações estão menos isoladas, ocorre endogamia, mas prevalece a fecundação cruzada entre indivíduos diferentes, o que favorece o fluxo gênico e, consequentemente, o aumento da variabilidade genética da população.

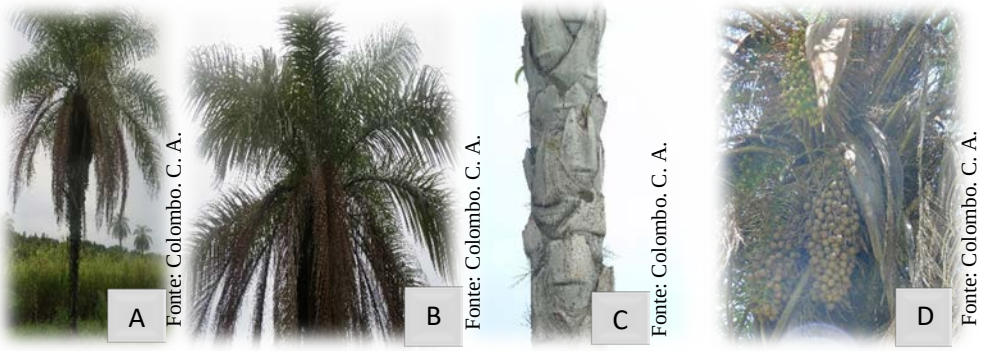


Figura 2. *Acrocomia aculeata*: **a)** Palmeira, **b)** copa em forma de coroa, **c)** estipe, **d)** cachos.

2.1.3 *Acrocomia totai*

A espécie *A. totai*, mais conhecida por bocaiúva, ocorre no Brasil no estado do Mato Grosso do Sul, no extremo oeste do Paraná e no noroeste do Rio Grande do Sul, apresentando

melhor adaptação aos locais com terrenos temporariamente alagados de várzeas úmidas, como também em áreas secas, porém, com baixa ocorrência (LORENZI *et al*. 2010). É uma palmeira muito utilizada na alimentação humana, de animais e na produção de sabonetes. Por ser uma planta oleaginosa, dela podem ser obtidos pesticidas ou fertilizantes, além da produção de biodiesel (LAPUERTA, 2014).

O nome vulgar ou popular da *A. totai* varia de acordo com a região de dispersão, sendo: bocayá (Argentina); totaí (Bolívia); corozo (Colômbia, Venezuela); tamaco (Colômbia); coyol (Costa Rica, Honduras, México); corosse (Haiti). Também registram se como nomes populares desta espécie: macaw palm, macaya, groo groo, grugru palm, corosse, mbocayá, cobrush, coquito, mocayá, catey, cayara, cayiete, ocori, palma de vino, gri-gri, mucajá, grou grou (MISSOURI, 2005; ECOCROP, 2005; FRUITS, 2005). No Brasil, é conhecida por bocaiúva, chiclete-de-baiano, coco-baboso, cocode-catarro, coco-de-espinho, macacauba, macaiba, macaibeira, macajuba, macaúba, macaúva, mucaia, mucaja e mucajaba (TEXEIRA, 1996: FRUITS, 2005).

São plantas com estipe variando entre 25 – 30 cm de diâmetro, com até 15 m de altura, cilíndrico, liso (desprovidos de remanescentes da bainha foliar) com discreto anelamento e com espinhos castanho-escuros nas plantas jovens. Folhas cobertas por acúleos em quase todas suas partes, apresentando abscisão nítida, pinas irregularmente distribuídas e inseridos em planos diferentes, às vezes formando agrupamentos de 2 a 3 pinas ao longo da raque. Inflorescência interfoliar, flores pistiladas somente na base das ráquilas, sempre formando tríades e os dois terços superiores somente com flores estaminadas Frutos globosos, de 2,5-3,5 cm de diâmetro, epicarpo castanho-amarelado e mesocarpo fibro-mucilaginoso (LORENZI *et al*., 2010) (Figura 3). Apresenta como principais meios de dispersão, os animais selvagens, assim como diferentes espécies de araras, cachorro-do-mato, anta, ema e outros (POTT & POTT 1994, SCARIOT, 1998).

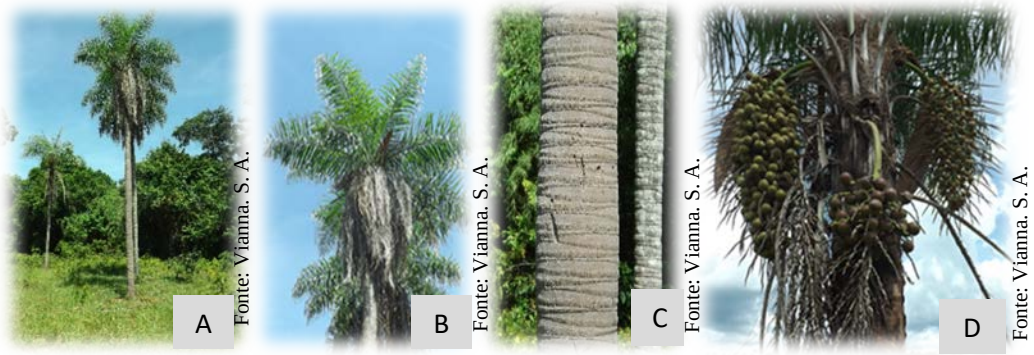


Figura 3. *Acrocomia totai*: **a)** Palmeira, **b)** copa com folhas composta, **c)** estipe, **d)** cachos.

2.2 Potencial para exploração econômica

Apesar de sua abundante frutificação e tantas outras qualidades, as palmeiras brasileiras do gênero *Acrocomia* são selvagens e encontradas em maciços nativos. Sendo em quase todo território nacional, explorada de forma extrativista por agricultores familiares, que utilizam principalmente dos subprodutos obtidos dos frutos.

Diversas palmeiras são encontradas nas regiões brasileiras representando verdadeiro patrimônio, em estado potencial, à espera de exploração agrícola-industrial bem orientada (SILVA *et al*., 2006). Visto quem, são plantas que se apresentam promissoras pelo alto rendimento energético por unidade cultivada, e por se desenvolverem em áreas competitivas com a agricultura de subsistência.

E nesse contexto, a macaúba se apresenta com uma variedade de recursos a serem explorados, tais como: o estipe, que pode ser utilizado como madeira para mourão, tábuas, ripas, calhas para água, etc; a medula do estipe e o meristema apical, que podem sem aproveitados como alimento; as folhas servem de matéria prima para artesanato e forragem animal. O mesocarpo, que geralmente é empregado como goma de mascar, para fabricação de licores, sorvetes, doces e óleo de cozinha; o endocarpo duro pode facilmente substituir a brita de concreto ou para material de artesanato; o palmiste pode ser utilizado para produção de óleo de cozinha, ingrediente para sabão (possui alta concentração de ácido láurico, componente de cosméticos), ou consumo "*in natura"* (BAUGH, 1991; POTT & POTT, 1994; SILVA, 1994; HENDERSON et al., 1995; LORENZI et al. 1996; ALMEIDA et.al., 1998; CORADIN, 1988; MIRANDA et al., 2001; FRUITS, 2005; AMBIENTE, 2005; ARBOLES, 2005; MANZANO, 2005; JURACY, 2005; GARRIDO, 2005).

2.3 Biodiesel: fonte alternativa de energia

Em 2013, o consumo de diesel no país foi da ordem de 18,8%, contra 9,4% da gasolina e 4,8% do etanol (BEN, 2014). Assim, visando estimular o aumento da biomassa energética e gerar renda aos produtores, o governo brasileiro criou em 2002 o Programa de Desenvolvimento do Biodiesel (PROBIODIESEL), sendo mais tarde renomeado para Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), e em 2005 regulamentado e estabelecido o uso de misturas crescentes de biodiesel de petróleo em todo território nacional.

O biodiesel ou éster metílico de ácido graxo é um combustível produzido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais, que podem ser utilizados total ou parcialmente, para substituir o diesel nos motores de ignição sem a necessidade de uma modificação substancial dos mesmos (AGARWAL, 2007; AZAM et al., 2005). E, segundo VAN GERPEN (2005), o biodiesel além de provir de uma fonte renovável, pode ser armazenado nos mesmos locais que o óleo mineral sem necessitar de mudança de infraestrutura de armazenamento. É um combustível mais seguro e mais fácil de manusear devido a seu alto ponto de combustão, sendo de aproximadamente 150 °C, em comparação ao diesel que é em torno de 60 °C.

A partir de novembro de 2014 no Brasil, a adição de biodiesel passou a ser de 7%, devendo chegar a 10% em 2020, o que sinaliza concretamente o desejo do governo federal de incrementar a produção do combustível verde sustentável. Esta produção agregou, de 2008 a 2012, mais de R$ 12 bilhões ao Produto Interno Bruto (PIB) do país e gerou 86.112 empregos, incluindo a agricultura familiar. Segundo levantamento da APROBIO (2012), nos mesmos quatro anos o biodiesel fez a balança comercial brasileira economizar R$ 11,5 bilhões em importação de diesel mineral. Do ponto de vista ambiental, o biodiesel emite 57% menos gases poluentes que o diesel mineral. Com isso, são evitadas 12.945 internações por ano resultantes de doenças respiratórias e que sejam poupadas 1.838 vidas pela mesma razão (FGV, 2012).

No Brasil, a principal matéria-prima para produção de biodiesel provém da soja, com participação de 77% da demanda atual (Figura 4) (ANP/ABIOVE). Estimavas feitas apontavam-se que a área plantada adicional necessária para atender ao percentual atual de mistura de biodiesel ao diesel de petróleo seria da ordem de 6 milhões de hectares, pois de acordo com estimativas, seriam necessários 4,3 bilhões de litros de biodiesel em 2015. Portanto, existe enorme descompasso entre a oferta e a necessidade de biodiesel e o grande

desafio é conciliar a expansão de áreas agricultáveis com ocupação ordenada e sustentável do espaço agrícola, com vistas a atender a demanda energética e de alimentos, simultaneamente.

Dentre as espécies florestais destinadas a produzir biodiesel, as palmeiras, nativas e exóticas, têm amplo potencial de utilização. Atualmente, a principal palmácea para produção de óleo vegetal é o dendê (*Elaeis guineensis*), que conta com uma cadeia agroindustrial forte, sobretudo na Ásia, e em pleno desenvolvimento no país. Porém, em função das exigências edafoclimáticas desta espécie, há limitações para sua disseminação no território brasileiro, prevalecendo-se restrita às áreas de produção na Amazônia equatorial e sudeste da Bahia (BASTOS, 2000; TEIXEIRA, 2005; LOFRANO, 2008).

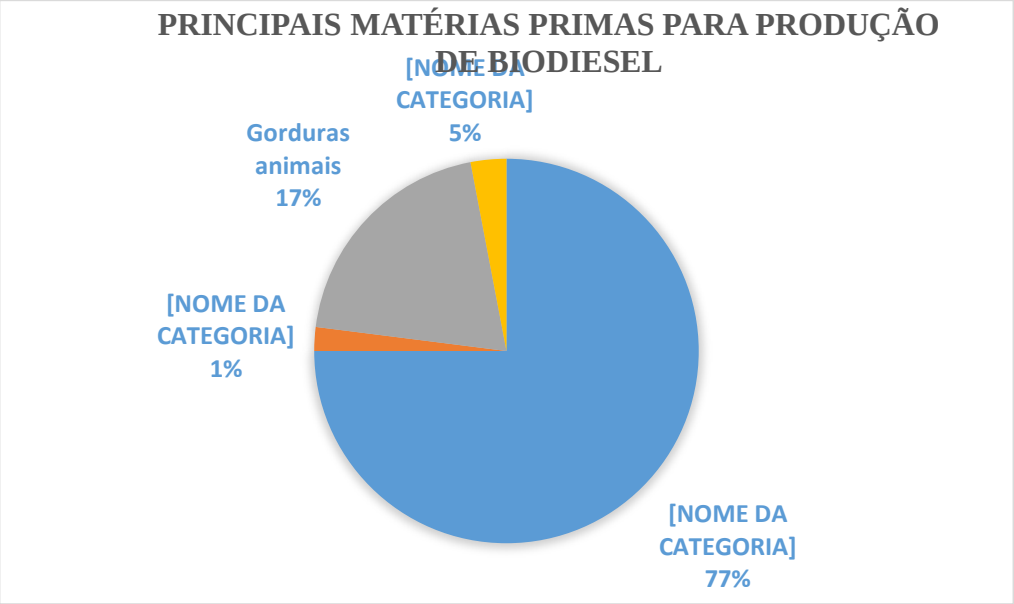


Figura 4. Matérias–primas utilizadas para produção de biodiesel.

Além disso, um dos fatores limitantes para utilização de biodiesel de dendê em regiões de clima ameno, como o sul do Brasil, são as características físico-químicas deste produto. Segundo TEIXEIRA (2005), o ponto de solidificação do biodiesel de dendê é muito alto, em torno de 15º C positivos, temperatura comumente verificado em qualquer local de clima ameno ou temperado. Ademais, é muito exigente em água e precisaria ser irrigado quando plantado em ambientes com déficit hídrico, estando na contramão da economia de água e da sustentabilidade que buscamos para as culturas brasileiras.

Por outro lado, a palmeira *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex. Mart. (Arecaceae), popularmente conhecida como macaúba ou bocaiuva, vem gerando grande interesse da comunidade cientifica. A espécie apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo na

América tropical e subtropical, desde o Sul do México e Antilhas até o sul do Brasil, chegando ao Paraguai e Argentina (Figura 2). A macaúba é considerada a palmeira de maior ocorrência no Brasil, podendo ser encontrada sobretudo na região centro-sul do país, onde cresce naturalmente formando grandes populações (LORENZI, 2006).

No Paraguai e no Brasil a polpa tem sido historicamente utilizada em caráter extrativista na obtenção de óleo para sabão e lamparina, produção de farinha e suas folhas empregadas para alimentação animal, sobretudo no Estado do Mato Grosso do Sul. O fruto da macaúba é rico em óleos, estando concentrados no mesocarpo e endosperma. A concentração de óleo no mesocarpo pode atingir valores superiores a 70%, sendo rico em ácido oléico, muito apreciado para consumo humano e para biodiesel em função da maior estabilidade a oxidação e operabilidade a baixas temperaturas (COCININI, 2012). A concentração do óleo no endosperma é, em média, de 54%, sendo rico em ácido láurico, matéria prima para fabricação de cosméticos e outros produtos de saponificação (COIMBRA & JORGE, 2011; BORA & ROCHA, 2004).

As porções do mesocarpo e endosperma também geram tortas e rações, excelentes suplementos alimentares para humanos e animais, em virtude da rica composição nutritiva, com 9% e 32% de proteína, respectivamente. Outra porção do fruto de grande valor econômico é o endocarpo, que apresenta elevado poder calorífico podendo ser aproveitado com excelentes rendimentos em gasogênios, operações metalúrgicas e siderúrgicas. Estimativas de produção de óleo a partir de populações nativas de macaúba são da ordem de 5 mil litros por ha ano^{-1}. A título de comparação, a soja pode produzir 650, girassol 1.500, mamona 2.000, pinhão-manso 2.400 e o dendê pode chegar a 6.000 na Indonésia e Malásia, países de maior produção.

2.4 Descritores botânicos

Os descritores botânicos estão relacionados a caracterização morfoagronômica, bioquímica e moleculares de espécies de plantas visando explorar a diversidade genética existente. A partir de dados gerados dessa caracterização, estes podem ser utilizados para diversos estudos genéticos, tais como: identificação, conservação e maior exploração da variabilidade genética, obtendo informações que contemplam o melhoramento genético (AMORIM et al., 2008). Com a caracterização é possível ainda detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie, e as relações entre esta variabilidade e

os fatores ambientais, além de auxiliar na caracterização dos aspectos ecológicos (MATHEUS & LOPES, 2007). CRUZ et al., 2001, ressaltam a importância dos descritores para obter informações importantes para a distinção de espécies do mesmo gênero.

A caracterização por meio de descritores, busca a obtenção de dados relativos as características mensuráveis ou subjetiva de um acesso, para posteriormente agrupá-los em dados de planta (altura, forma, hábito de crescimento e ramificação), de folha (forma, largura comprimento, cor, tipo de borda e nervura), de flor (forma, cor e tipo do cálice), de fruto (forma, cor, volume e número de sementes) e de semente (tamanho, forma e cor) (QUEROL, 1993).

Para CRUZ & CARNEIRO (2003), o estudo da diversidade genética consiste em uma atividade importante para o melhoramento de plantas e para a conservação das espécies através de descritores morfoagronomicos, citológicos, bioquímicos, fisiológicos e moleculares. O uso dos descritores tem também fundamental importância para a caracterização e avaliação de bancos de germoplasma, tornando suas propriedades agronômicas conhecidas (BOREN & MIRANDA, 2009).

Em Bancos Ativo de Germoplasma (BAG) o uso de descritores morfológicos para a caracterização se deve a fácil forma de aferição e o baixo custo (VIEIRA, 2007). Neste caso, nem sempre são usados descritores agronômicos por serem mais influenciados pelo ambiente, apesar de terem grande importância para a avaliação da dissimilaridade genética e uso no melhoramento genético. Contudo, é comum a realização de caracterização de populações de espécies com ocorrência natural, como ocorre na família das *Arecaceae*.

A caracterização de culturas perenes, como as palmeiras, vem sendo realizada com base em descritores botânicos, morfológicos e agronômicos que muitas vezes são utilizados sem critérios relativos à sua contribuição real para a variabilidade, ocasionando aumento de tempo e mão de obra na caracterização (OLIVEIRA et al., 2006).

Atualmente, diversos trabalhos de caracterização botânica de espécies do gênero *Acrocomia* podem ser encontrados na literatura referentes ao estipe, folha, inflorescência e infrutescência, sendo na sua maioria, atributos baseados em caracteres de fácil detecção e mensuração com pouca influência ambiental (AMARAL, 2007; FARIA, 2012; NOBRE *et al*., 2015). Faz se necessário uma lista de descritores, quando se deseja discriminar grupos ou populações de plantas (SOKAL,1965; SNEATH e SOKAL, 1973), mas segundo estes autores, deve ser feito a seleção de descritores fundamentais para representar a variabilidade entre ou dentre populações da espécie em estudo.

A utilização de descritores em número excessivo apresenta pouca utilidade prática ou mesmo limitado, uma vez que é necessário dispor de um sistema de manejo dos dados que permita a construção de banco de dados, o processamento de análises estatísticas que seja eficiente e prático para orientar a tomada de decisões e monitorar os esforços realizados (BOREN & MIRANDA, 2009). BEKELE et al. (1994) propuseram uma lista de 65 descritores para cacau, tendo sido otimizada para 12 descritores com o emprego de métodos multivariados de quantificação de divergência genética entre populações. Exemplo da soja, mamona e girassol que possuem descritores definidos no MAPA, com 37, 35 e 44 descritores, respectivamente (BRASIL, 2010). Mas para o pinhão manso, macaúba, dendê, dentre outras oleaginosas, ainda há necessidade da determinação dos descritores mais importantes (FREITAS, 2010).

A obtenção dos descritores mais importantes segue o princípio de DAHER et al. (1997), que, se um descritor estiver contribuindo na detecção da variabilidade de outro que já discrimina, considera-se que o segundo é redundante em relação ao primeiro, podendo, assim, ser descartado. Dessa maneira, a retirada dos descritores redundantes é vantajosa, por reduzir o trabalho de coleta dos dados e melhorar a interpretação dos mesmos (PEREIRA et al., 1992).

Em palmeiras, alguns estudos de caracterização foram desenvolvidos para diferenciar espécies ou variações botânicas dentro das espécies, utilizando técnicas de descarte para redução do número de descritores morfológicos e otimização dos trabalhos de coleta e análise de dados. Segundo BALAKRISHNAN & NAMBOODIRI (1987) e RIBEIRO et al. (1999) três ou quatro descritores morfológicos são suficientes para o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e, de acordo com OLIVEIRA (2005), quatro descritores para o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), enquanto que para pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) é necessário utilizar 10 descritores morfológicos para discriminar as raças desta espécie (MARTEL et al., 2003).

Dentre os trabalhos já realizados para seleção de descritores mínimos foram utilizadas as técnicas de análise multivariada mediante as variáveis canônicas e agrupamento de componentes principais. (BALAKRISHNAN; NAMBOODIRI, 1987; RIBEIRO, 1993; MARTEL et al., 2003; OLIVEIRA 2005).

2.5 Divergência Genética por Análises Multivariadas

O objetivo do estudo da divergência genética é elucidar relações genéticas, quantificar ou predizer o nível de variabilidade total existente e sua distribuição entre e/ou dentro de unidades taxonômicas, quer elas sejam indivíduos, acessos de banco de germoplasma, linhagens, cultivares, populações ou espécies (BOLDT, 2011)

A divergência genética entre acessos de plantas pode ser avaliada com base em marcadores moleculares e bioquímicos, enquanto a fenotípica pode ser obtida por caracteres morfológicos, botânicos e agronômicos, os quais são quantificados pelas estimativas de dissimilaridade.

A análise multivariada é uma extensão da análise univariada. Enquanto a última testa a igualdade entre as médias dos tratamentos, a multivariada testa a igualdade dos vetores de médias dos tratamentos. Então, a multivariada é o procedimento mais adequado para se avaliar um grupo de *k* tratamentos ou uma amostra a partir do conjunto de *p* variáveis respostas. A grande vantagem de se utilizar um procedimento multivariado é a visão holística que ele proporciona. Assim, a discriminação entre tratamentos no caso multivariado, ao contrário do univariado, é feita considerando-se múltiplas variáveis conjuntamente, sendo que nenhuma delas assume a posição de variável independente (DIAS, 1994).

Assim, a aplicação de métodos multivariados permite quantificar a divergência existente nas coleções, identificar grupos de similaridade que possam se constituir em duplicatas, e ainda otimizar estas coleções pela identificação dos caracteres mais informativos para divergência. Além disso, o uso desta metodologia não representa custos adicionais, uma vez que elas podem ser aplicadas em estudos de caracterização de germoplasma, demandando apenas sistemas computacionais (DIAS et al., 2007).

Alguns trabalhos com culturas oleaginosas como mamona (NETO et al., 2010), pinhão manso (KAUSHIK et al., 2007; GOHIL & PANDYA, 2008; RAO et al. 2008) e soja (KOGA et al., 2008) tem utilizado destas técnicas.

2.6.1 Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento tem por finalidade reunir por algum critério de classificação, os progenitores (ou qualquer outro tipo de unidade amostral) em vários grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. Alternativamente, as técnicas de análise de agrupamento têm por objetivo, ainda, dividir um grupo original de observações em vários grupos, segundo algum critério de similaridade ou

dissimilaridade (CRUZ et al., 2004). Esta análise visa classificar os acessos avaliados por um conjunto de caracteres ou variáveis, calculando uma matriz de dissimilaridade ou distância entre eles, e sobre esta matriz aplicar um algoritmo de agrupamento, de modo a identificar e conectar os grupos pela similaridade. Esta técnica desconhece a *priori* o número e a composição dos diferentes grupos a serem formados e diferentes métodos proporcionam diferentes resultados (CRUZ & CARNEIRO, 2003). No entanto, com esta técnica é possível alocar itens em grupos semelhantes. Naturalmente que muitos são os coeficientes de distância e os algoritmos de agrupamento passíveis de serem aplicados. A versatilidade e o poder discriminatório da análise de agrupamento têm permitido a sua aplicação nas mais diversas áreas da ciência (DIAS, 1998).

Como no processo de agrupamento é desejável ter informações relativas a cada par de progênies, o número de estimativas de medidas de dissimilaridade é relativamente grande, o que torna impraticável o reconhecimento de grupos homogêneos pelo simples exame visual daquelas estimativas. Para realizar esta tarefa, faz-se uso dos métodos de agrupamento. Dentre os métodos mais comumente utilizados no melhoramento de plantas, citam-se os hierárquicos e os de otimização (CRUZ et al., 2004).

Nos métodos hierárquicos, os progenitores são agrupados por um processo que se repete em vários níveis até que seja estabelecido o dendrograma ou o diagrama de árvore. As delimitações podem ser estabelecidas por um exame visual do dendrograma, em que se avaliam pontos de alta mudança de nível, tomando-os, em geral, como delimitadores do número de progenitores para determinado grupo (CRUZ et al., 2004). O método hierárquico de ligação média não-ponderada entre grupos, mais conhecido como UPGMA (*unweighted pair-group method using arithmetic averages*), tem sido utilizado com frequência. Trata-se de uma técnica de agrupamento que utiliza as médias aritméticas (não-ponderadas) das medidas de dissimilaridade, evitando assim caracterizar as dissimilaridades por valores extremos (mínimo e máximo) entre os genótipos considerados (CRUZ et al., 2008). Este método trabalha a distância intergrupo como sendo a média das distâncias pareadas dos membros de dois grupos (DIAS, 1998).

2.6.2 Análise por Componentes Principais

A análise de componentes principais (ACP) ou *Principal Component Analysis* (PCA) é um método utilizado para verificar a possibilidade do descarte de descritores não-

discriminantes. Foi proposta primeiramente em 1901 por K. Pearson (MORRISON, 1976), com o objetivo de apresentar em uma forma gráfica o máximo de informação contida em uma matriz de dados para se visualizar as proximidades entre os indivíduos e os vínculos entre as variáveis (CHIORATO, 2004).

Algebricamente os componentes principais consistem em descrever os dados contidos num quadro indivíduos-variáveis numéricas: **p** variáveis originais X1, X2, Xp, pertencentes a **n** indivíduos ou populações, em um novo conjunto de variáveis, Y1, Y2, ..., Yp de dimensão equivalente, chamados componentes principais. Neste método, cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais, construído de maneira a explicar o máximo da variabilidade total dessas variáveis originais e não-correlacionadas entre si.

A ACP é conhecida como técnica matemática de análise multivariada, pois possibilita investigações com um grande número de dados disponíveis. Assim, como a identificação das medidas responsáveis pelas maiores variações entre os resultados, sem perdas significativas de informações. Além disso, transforma um conjunto original de variáveis em outro conjunto: os componentes principais (CP) de dimensões equivalentes. Essa transformação, em outro conjunto de variáveis, ocorre com a menor perda de informação possível, sendo que está também busca eliminar algumas variáveis originais que possua pouca informação. Essa redução de variáveis só será possível se as **p** variáveis iniciais não forem independentes e possuírem coeficientes de correlação não-nulos.

Atualmente, um dos principais usos da ACP ocorre quando as variáveis são originárias de processos em que diversas características devem ser observadas ao mesmo tempo. Esta técnica vem sendo estudada por autores como MORRISON (1976), SEBER (1984), REINSEL (1993), JACKSON (1980, 1981) e JOHNSON & WICHERN (1992, 1998).

Para a determinação das componentes principais, é necessário calcular a matriz de variância-covariância (Σ), ou a matriz de correlação (R), sendo que a maioria das aplicações tem envolvido esta última (MORRISON, 1976), pois, frequentemente, as variáveis têm escalas diferentes (idade em anos, peso em quilos, altura em metros, entre outros), devendo ser padronizadas e, ficando as variáveis originais, após essa transformação, com a mesma variância unitária; posteriormente são encontrados os autovalores e os autovetores e, por fim, é escrito as combinações lineares, que serão as novas variáveis, denominadas de componentes principais, sendo que cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, independentes entre si e estimadas com o propósito de reter, em ordem de estimação e em termos da variação total, contida nos dados iniciais (REGAZZI, 2001). A

importância de cada componente é dada pela porcentagem de variância total que ele absorve. MORRISON (1976) sugere que é melhor obter o complexo multivariado logo nos primeiros componentes, desde que, seja absorvido 75% ou mais da variância total.

Estudos voltados para a seleção de descritores mínimos com palmeiras de interesse econômico podem ser encontrados na literatura, demonstrando a viabilidade de trabalhos com outras espécies desta família botânica. Conforme OLIVEIRA et al. (2006), utilizando-se de componentes principais, analisou 28 descritores agromorfológicos de 87 acessos de açaizeiro (*E. oleraceae*). Através da análise, verificou que os dois primeiros componentes conseguiram explicar 35,8% da variabilidade total. Para atingir a variância percentual de 77,82%, foi necessário considerar os 8 primeiros componentes principais. Os descritores selecionados foram sete referentes à planta, três de floração, três de frutos e nove agronômicos. MARTEL et al. (2003), analisaram 15 descritores morfológicos em acessos de pupunheira (*B. gasipaes*) e verificaram que os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) concentraram 72 % da variância original dos descritores.

Em trabalhos desenvolvidos, onde seu objetivo principal é identificar os principais descritores botânico-agronômico, têm sido aplicado técnicas de análises multivariadas, como componentes principais **(**CRUZ & REGAZZI, 1994**),** regressão (BALE et al., 1976) e análise discriminante (MARDIA et al., 1979), buscando a seleção ou descarte de variáveis. Porém, verifica-se em outros estudos que o uso combinado de diferentes metodologias estatísticas possibilita a seleção mais precisa dos descritores utilizados (SANTOS et al., 1995; OLIVEIRA et al., 2006), apresentando maior relevância a análise de componentes principais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal

O material vegetal utilizado para este estudo foi obtido de maciços naturais em municípios dos estados de São Paulo (Campinas e Rifaina) e Minas Gerais (Luz) para representar a espécie *Acrocomia aculeata* e no estado do Mato Grosso do Sul (Corumbá, Corguinho e Fátima do Sul) para a espécie *Acrocomia totai*. Foi definida a seleção de 30 plantas para representar cada espécie, sendo 10 plantas por município (Figura 5). A seleção dos genótipos foi realizada levando-se em consideração a presença de frutos maduros para a realização das análises correspondentes.



Figura 5. População natural de macaúba (*A. aculeata*) no município de Luz – MG /2015.

As plantas selecionadas, de cada população foi primeiramente georreferenciadas com o auxílio do GPS modelo Garmin 62s e, logo depois, marcadas com placas de alumínio de acordo com a sequência numérica estabelecida (1 a 10) (Tabela 2).

Tabela 2. Coordenadas geográficas e altitude (m) dos pontos de coleta de 10 amostras de plantas de *Acrocomia* de cada população ou município amostrado.

	Luz-MG			Rifaina-SP			Campinas-SP		
	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Altitude (m)
A. aculeata	19°46'26"	45°51'52"	591	22°52'02"	47°30'42"	565	22°52'08"	47°05'16"	643
	19°46'48"	45°51'04"	685	22°52'02"	47°30'43"	611	22°51'42"	47°05'20"	614
	19°46'50"	45°51'05"	688	22°52'02"	47°30'43"	611	22°51'42"	47°05'20"	629
	19°46'51"	45°51'06"	688	19°59'11"	47°30'32"	486	22°51'38"	47°05'30"	632
	19°46'53"	45°51'04"	696	19°59'10"	47°30'29"	519	22°51'41"	47°05'37"	631
	19°47'26"	45°51'52"	591	19°59'10"	47°30'29"	518	22°51'42"	47°05'22"	613
	19°47'06"	45°51'13"	667	19°59'30"	47°30'29"	520	22°51'42"	47°05'20"	612
	19°47'06"	45°51'14"	675	19°59'17"	47°30'26"	523	22°51'38"	47°05'31"	625
	19°47'06"	45°51'14"	671	19°59'21"	47°30'25"	526	22°51'27"	47°05'40"	609
	19°47'06"	45°51'13"	674	19°59'24"	47°30'27"	528	22°51'25"	47°05'36"	614

	Corguinho-MS			FátimadoSul-MS			Corumbá-MS		
	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Altitude (m)
A. totai	19°49'27"	55°15'25"	250	22°21'21"	54°32'52"	315	19°18'08"	57°32'28	104
	19°49'29"	55°15'22"	250	22°21'21"	54°32'53"	316	19°18'09"	57°32'28"	106
	19°49'31"	55°15'13"	250	22°21'20"	54°32'53"	318	19°17'50"	57°28'51"	90
	19°49'20"	55°15'09"	263	22°21'20"	54°32'54"	320	19°17'55"	57°31'22	98
	19°49'21"	55°15'08"	261	22°21'16"	54°32'57"	311	19°17'57"	57°31'21"	97
	19°49'21"	55°15'01"	257	22°21'17"	54°32'56"	314	19°17'52"	57°31'23	97
	19°48'52"	55°14'53"	260	22°21'17"	54°32'40"	313	19°17'58"	57°31'25"	104
	19°46'20"	55°13'48"	260	22°21'18"	54°32'57"	313	19°18'02"	57°31'14"	102
	19°46'13"	55°13'39"	260	22°21'14"	54°32'59"	314	19°18'03"	57°31'04"	102
	19°46'12"	55°13'38"	260	22°21'10"	54°32'58"	313	19°17'58"	57°29'04"	104

3.2 Avaliação

Após a identificação das plantas foi realizada a caracterização do estipe, iniciando pela mensuração da circunferência, com o auxílio de uma fita métrica; da altura, usando hipsômetro TruPulse TM 200; e as avaliações descritivas, referentes a presença ou ausência de resquício de bainha foliar e espinhos (Figura 6), foram realizadas com base em escala de notas previamente estabelecida.



Figura 6. Variabilidade no estipe para os descritores presença/ausência de resquício de bainha foliar e espinho.

A próxima etapa executada em campo foi a colheita de um cacho maduro, utilizando um podão para cortar o pedúnculo, que ao cair sobre uma lona e ter seus frutos desprendidos pela queda, foram colhidos e posteriormente ensacados com o cacho devidamente identificado. No momento seguinte, uma folha intermediária da copa foi retirada, com o corte do pedúnculo foliar. As amostras de folhas e cachos obtidas em campo foram encaminhadas para a fazenda Santa Eliza – IAC (Campinas -SP), para serem caracterizadas de acordo com os descritores estabelecidos.

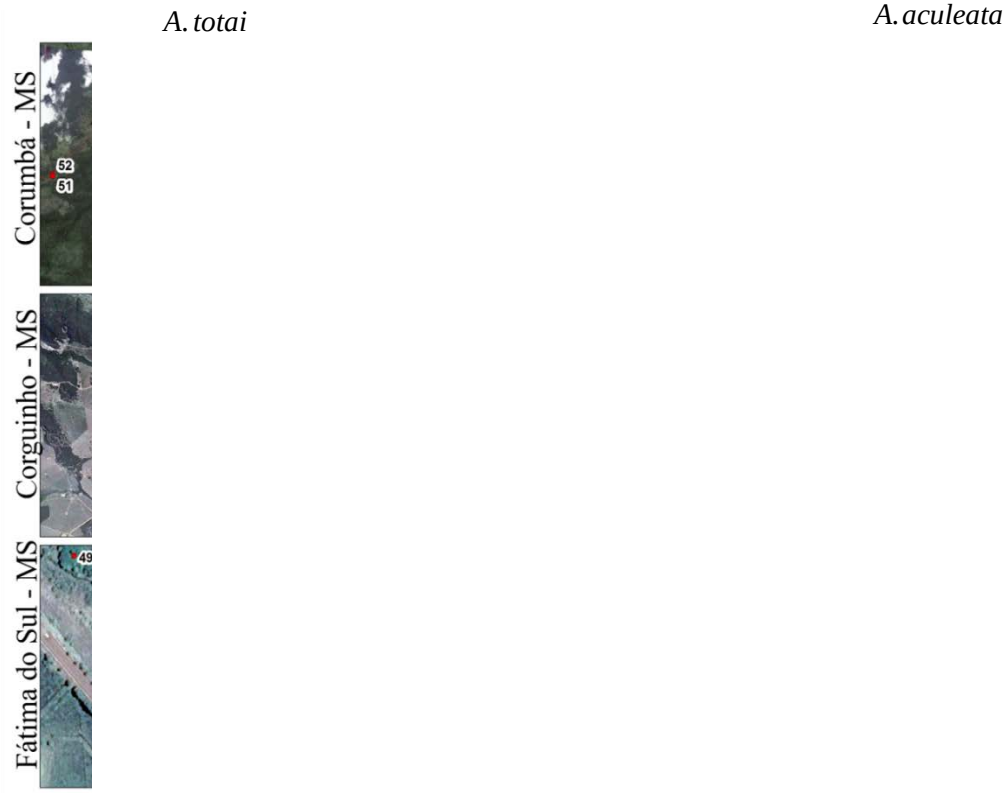


Figura 7. Mapa do Brasil indicando os municípios escolhidos previamente para representar as espécies *Acrocomia aculeata* e *Acrocomia. totai*, e os respectivos pontos onde foram realizadas as amostragens.

Os descritores atribuídos às folhas e infrutescências (cachos e frutos), de modo geral, envolveram características quantitativas, aferidas em mm, cm, m e kg e qualitativas, avaliadas por escala de notas. Nas folhas, as avaliações referiram-se as raquis e pinas, e nas infrutescências as ráquis e cinco ráquilas retiradas ao acaso nas regiões basal, mediana e apical do cacho; e cinco frutos colhidos, também ao acaso, de cada cacho. Os frutos depois de pesados e as suas larguras e diâmetros dimensionados individualmente, foram cortados no sentido transversal por meio de uma serra fita (BECCARO 1.30), para mensurar as espessuras e as massas de suas partes – do epicarpo, mesocarpo, endocarpo e endosperma (Figura 8).

3.3 Descritores qualitativos e quantitativos utilizados para a caracterização das espécies

3.3.1 Descritores do estipe (4):

I. **Altura do estipe (E_H):** foi obtida com o auxílio de um hipsômetro, modelo TruPulse TM 200, que calculou a altura do nível do chão ao ponto de inserção das primeiras folhas, sendo expressa em metro (m).
II. **Circunferência do estipe (E_{CAP}):** corresponde a circunferência na altura do peito (CAP), obtida com o auxílio de uma fita métrica e expressa em cm.
III. **Presença de espinhos no estipe (E_E):** registrada por meio das notas - 1 (ausência), 2 (pouco) e 3 (muito).
IV. **Resquício de bainha foliar no estipe (E_{RB}):** registrado através das notas 1 e 2, sendo, sem e com resquício de bainha foliar.

3.3.2 Descritores da folha (8):

V. **Comprimento da folha (FO_C):** foi obtido retirando uma folha adulta de cada planta, com comprimento mensurado da primeira à última inserção de pina na ráquis, expresso em m.
VI. **Número de pinas (FO_{NP}):** variável quantificada pela contagem de todas as pinas do lado direito da folha, expresso em unidade.
VII. **Largura da pina (FO_{LP})**: medida de uma pina, da região mediana da folha, com uma régua métrica, expressa em cm.

VIII. **Espinho na ráquis - face abaxial da ráquis (FO_{ERFAB}):** avaliação por meio de escala de notas- (1) ausência, (2) pouco e (3) muito;

IX. **Espinho na ráquis - face adaxial da ráquis (FO_{ERFAD}):** avaliação por escala de notas (Idem ao item VIII).

X. **Espinho da face abaxial das pinas (FO_{EPFAB}):** descritor avaliado pela- (1) ausência ou (2) presença de espinhos;

XI. **Espinho da face adaxial das pinas (FO_{EPFAD}):** descritor avaliado segundo item XII.

XII. **Tipo de folha (FO_T):** avaliados pelas classes- (1) plana ou (2) pluma.

3.3.3 Descritores de inflorescência (11):

XIII. **Comprimento do cacho (I_{CC}):** medida da primeira à última inserção da ráquila na ráquis realizada com o auxílio de uma fita métrica, expresso em cm.

XIV. **Diâmetro do cacho (I_{DC}):** medida da região mediana do cacho através de uma fita métrica, expresso em cm.

XV. **Massa fresca do cacho (I_{MFC}):** obtida utilizando balança eletrônica portátil, expresso em kg.

XVI. **Número de frutos (I_{NF}):** mensurado em unidades pela contagem dos frutos no cacho.

XVII. **Número de ráquilas (I_{NRAQ}):** quantificado pela contagem do total de ráquilas, expresso em unidade.

XVIII. **Comprimento da ráquila (I_{CRB}) –** medido na região basal do cacho, expresso em cm.

XIX. **Comprimento da ráquila (I_{CRM}) –** medido na região mediana do cacho e expresso em cm.

XX. **Comprimento da ráquila (I_{CRA}) –** medido na região apical do cacho (em cm).

XXI. **Número de cicatrizes de cálices (I_{NCRB}) –** mensurado na região basal do cacho.

XXII. **Número de cicatrizes de cálices (I_{NCRM}) –** registrado na região mediana do cacho.

XXIII. **Número de cicatrizes de cálices (I_{NCRA}) –** da região apical do cacho.

3.3.4 Descritores de frutos (19):

XXIV. **Cor do epicarpo (F_{CE}):** foi atribuída à coloração da casca do fruto por meio da escala de notas- (1) Verde, (2) Verde-amarelo, (3) Amarelo, (4) Marrom e (5) Marrom escuro

XXV. **Cor do mesocarpo (F_{CM}):** foi atribuída a coloração da polpa do fruto através da escala de notas- (1) Esbranquiçado, (2) Amarelo-esbranquiçado e (3) Amarelo-alaranjado.

XXVI. **Massa fresca do fruto (F_{MF}):** foi mensurada utilizando uma balança de precisão, em g.

XXVII. **Comprimento do fruto (F_C):** valor obtido usando um paquímetro digital e registrado em cm.

XXVIII. **Diâmetro do fruto (F_D)**: variável medida como descrito no item XXXI.

XXIX. **Espessura - epicarpo (F_{EE})**: idem ao item XXXII.

XXX. **Espessura** - **mesocarpo (F_{EM})**: idem ao item XXXII.

XXXI. **Espessura - endocarpo (F_{EENDOC})**: idem XXXII.

XXXII. **Espessura - endosperma (F_{EENDOS})**: idem XXXII.

XXXIII. **Massa fresca – epicarpo (F_{MFE})**: mensurada de acordo com descrição do item XXX.

XXXIV. **Massa fresca – mesocarpo (F_{MFM})**: idem ao item XXXVII.

XXXV. **Massa fresca – endocarpo ($F_{MFENDOC}$)**: idem XXXVII.

XXXVI. **Massa fresca – endosperma ($F_{MFENDOS}$)**: idem XXXVII.

XXXVII. **Massa seca – epicarpo (F_{MSE}):** Idem XXXVII

XXXVIII. **Massa seca – mesocarpo (F_{MSM}):** Idem XXXVII

XXXIX. **Massa seca – endocarpo ($F_{MSENDOC}$):** XXXVII

XL. **Massa seca – endosperma ($F_{MSENDOS}$)**: Idem XXX

XLI. **Teor de óleo no mesocarpo (M_{TO}) –** determinado por meio da técnica de espectrofotometria na região de infravermelho próximo (NIRS), expresso em porcentagem (% ou g/100g).

XLII. **Teor de carotenoides no mesocarpo (M_{TC}) –** Teor mensurado por espectrofotometria de absorção molecular (UV/Vis) em éter de petróleo como solvente orgânico, sendo os valores expressos em mg/100g.

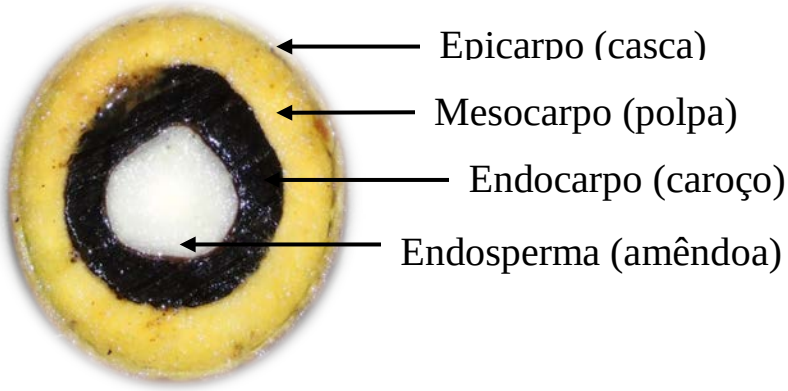


Figura 8. Partes morfológica dos frutos de palmeiras do gênero *Acrocomia.*

3.4 Quantificação dos teores de matéria seca das diferentes frações dos frutos

Os frutos provenientes das coletas realizadas, correspondentes a cada cacho das dez plantas selecionadas por espécie, foram processados de modo manual. De cada cacho foram retirados ao acaso 5 frutos, que foram pesados e separadas as suas frações (epicarpo ou casca externa, mesocarpo ou polpa, endocarpo ou tecido duro que envolve a amêndoa e endosperma ou amêndoa), sendo mensuradas as suas massas úmidas. Em seguida, os diferentes tecidos foram levados para secar em estufa ventilada a 30-40ºC, por 48 horas ou mais, até a obtenção de massa constante.

Os mesocarpos secos foram triturados em moinho IKA–A11 e armazenados em potes plásticos vedados, para posteriores análises de óleo e carotenóides totais.

3.5 Quantificação dos teores de óleo dos mesocarpos por espectrofotometria na região de infravermelho próximo (NIRS).

Os teores de óleo das polpas foram determinados empregando uma curva de calibração estabelecida por NIRS, desenvolvida em projeto PIBIC/IAC 2015/2016 (BITTENCOURT, 2016).

3.5.1 Coleta dos espectros na região do infravermelho próximo

Medidas de reflectância difusa, log (1/R), foram coletadas de cada amostra moída de mesocarpo dos frutos. Os espectros foram coletados em espectrofotômetro FOSS NIRSystems, modelo 6500, equipado com detector PbS e lâmpada de filamento de

tungstênio-halogênio, em cela de 48 x 58 mm, à temperatura de 20-22^{o}C e resolução espectral de 2 nm, sendo registrados pelo software ISIscanTM, versão 3.10 (Infrasoft Internacional, 2007), na faixa espectral de 1100 a 2498 nm. Foram coletados dois espectros por amostra, correspondendo cada espectro a 64 varreduras da faixa espectral.

3.5.2 Construção do modelo matemático

A construção do modelo multivariado foi determinada por meio do software Pirouette 4.5 (Infometrix, 1990-2011), aplicando o método matemático - regressão por Quadrados Mínimos Parciais (PLS, *Parcial Least Squares*) para predição do conteúdo de óleo nas polpas dos frutos de macaúba. Nos espectros gerados aplicou-se normalização e correção multiplicativa de sinal (MSC) para corrigir o efeito de espalhamento de luz causada pela falta de homogeneidade das amostras e primeira derivada (janela de 5 pontos) para correção de deslocamento de linha de base. Após aplicação dessas correções, os dados foram centrados na média para melhorar a visualização das relações entre as amostras. Para a validação interna e escolha do fator ótimo de variáveis latentes (k) utilizou-se o método da validação cruzada "deixe uma fora" (*leave one out*). A seleção do modelo de calibração foi definida pelos baixos erros padrões de validação interna (SEV) e de calibração (SEC) e elevados coeficientes de correlação linear (r) do modelo construído (Figura 9). A amplitude dos valores dos teores de óleo do modelo variou de 0,80 a 64,35%.

Parâmetros de construção e avaliação da curva de calibração	
n	289
k	5
SEV (%)	0,51
r_{sev}	0,9995
SEC (%)	0,50
r_{sec}	0,9996

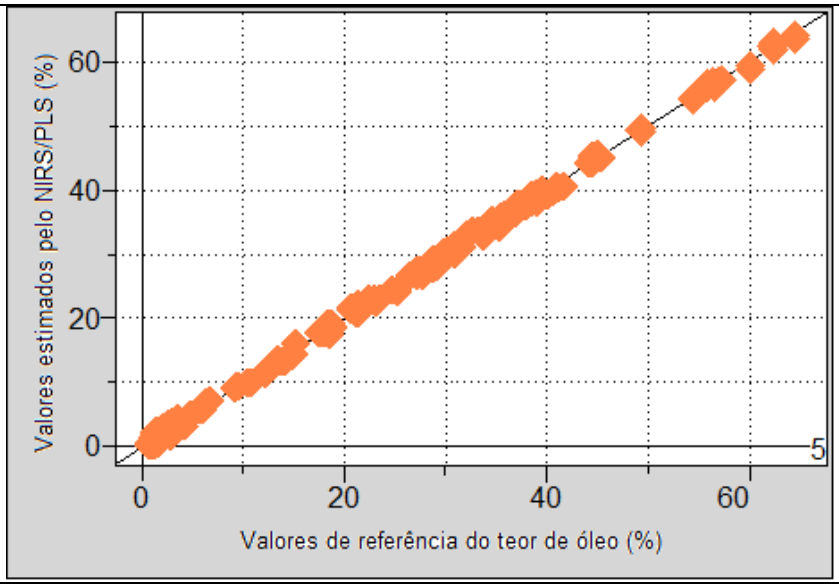


Figura 9. Curva de calibração multivariada (NIRS/PLS) para dosagem do teor de óleo: valores de referência versus valores previstos pelo modelo empregando o infravermelho próximo, com os respectivos números de amostras (n) e de variáveis latentes (k) usados no

modelo, erros de validação interna (SEV) e calibração (SEC) e coeficientes de correlação obtidos na construção do modelo.

3.6 Carotenoides totais

Para a extração dos carotenoides totais pesaram-se cerca de cinco gramas de polpa, em duplicata, e para a quantificação empregou-se a espectrofotometria UV/Vis (HITACHI U-2000), a 453 nm, conforme método descrito por CARVALHO *et al*. (1990). Nessas condições a concentração de carotenóides totais foi expressa em β-caroteno, sendo os cálculos realizados utilizando o coeficiente de absorção do β-caroteno em éter de petróleo ($A_{1cm}^{1\%} = 2592$).

3.7 Análises estatísticas

3.7.1. Seleção dos descritores qualitativos

A seleção dos descritores qualitativos foi realizada por meio do nível de entropia (H'), proposto por Renyi (1961), de acordo com o seguinte modelo:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i \quad \text{sendo: } p_i = n_i / N_t$$

Em que:

H' = índice de Shannon-Weaver.

ni = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie.

N = número total de indivíduos amostrados.

S = número total de espécies amostradas.

Ln = logaritmo de base neperiana.

Onde, a Entropia é uma medida da frequência da distribuição de (n) acessos $P=(p_1, p_2 \ldots p_S)$, sendo: $p_1 = f_i /n$ e $(p_{1+} p_{2+} \ldots p_S = 1)$ desde que $(n = f_1 + f_2 + \ldots + f_s)$, onde f_1, f_2, ... f_n, são as contagens de cada uma das classes ($_s$) no descritor considerado. Esta estimativa da entropia foi realizada com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2013).

3.7.2 Seleção dos descritores quantitativos

Os dados obtidos a partir dos descritores quantitativos foram inicialmente submetidos a estatísticas descritivas, sendo calculados os valores mínimos e máximos, média e coeficiente de variação. Essas análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico GENES (CRUZ, 2013). Os dados foram também submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidade, empregando o *software* R (*http://www.r-project.org/).*

A identificação e seleção dos descritores morfológicos foram realizadas: 1) pela aplicação da análise de componentes principais usando o *software* Pirouette 4.5 (Infometrix, 1990-2011), com observação dos diagramas de dispersão das variáveis após reconstrução da matriz gerada, com retenção da variação referente ao número ótimo de fatores (k) escolhidos; e 2) análise de correlação de Spearman entre todas as variáveis, usando o *software* GENES (CRUZ, 2013).

Devido às diferentes escalas de mensuração utilizadas, os dados foram previamente padronizados antes de se aplicar a análise de componentes principais. Para tanto, foi aplicada a opção 'escalonamento pela variância', ou seja, a média original X_{ij} obtida no descritor j do acesso i, foi dividida pelo desvio padrão (S_j) do correspondente descritor j, gerando a média reduzida Z_{ij} de variância unitária.

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij}}{S_j}$$

3.7.3 Diversidade fenotípica

As estimativas das dissimilaridades fenotípicas obtidas para as populações de *A. aculeata* e *A. totai* foram realizadas por meio das variáveis quantitativas e qualitativas de forma simultânea, utilizando-se a fórmula de Gower (GOWER, 1971), expressa por:

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{p} W_{ijk} S_{ijk}}{\sum_{k=1}^{p} W_{ijk}}$$

em que: K é o número de variáveis (K = 1, 2, ..., p = número total de características avaliadas); *i* e *j* dois indivíduos quaisquer; W_{ijk} é um peso dado a comparação $_{ijk}$, atribuindo valor 1 para comparações válidas e valor 0 para comparações invalidas (quando o valor da variável está ausente em um ou ambos indivíduos); S_{ijk} é a contribuição da variável k na similaridade entre os indivíduos *i* e *j*, que possui valores entre 0 e 1.Para uma variável nominal, se o valor da variável k é a mesma para ambos os indivíduos, *i* e *j*, então $S_{ijk} = 1$, caso contrário, é igual a 0; para uma variável contínua $S_{ijk} = 1 - | x_{ik} – x_{jk} | / R_k$ onde x_{ik} e x_{jk} são os valores da variável k para os indivíduos *i* e *j*, respectivamente, e R_k é a amplitude de variação da variável k na amostra. A divisão por R_k elimina as diferenças entre escalas das variáveis, produzindo um valor dentro do intervalo [0, 1] e pesos iguais.

3.7.4 Análise de agrupamento hierárquico

A partir da matriz de dissimilaridade, procedeu-se à análise de divergência genética pelos métodos de agrupamento UPGMA - *Unweigted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages* (SNEATH e SOKAL, 1973).

Nesse método, a matriz de distâncias é atualizada calculando-se a média das distâncias entre os indivíduos de dois grupos. Se *C1* tem *n1* indivíduos e *C2* tem *n2* indivíduos, a distância entre eles será definida por:

$$d(C_1, C_2) = \sum_{l \in C_1} \sum_{k \in C_2} \left(\frac{1}{n_1 n_2} \right) d(X_l, X_k)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização e seleção dos descritores qualitativos

Os caracteres qualitativos foram caracterizados quanto ao número e frequência de classes para cada espécie em separado e no conjunto das duas espécies. Também, em relação ao grau de entropia de Renyi (H'), também conhecido como índice de Shannon, para indicação da capacidade discriminatória dos mesmos (Tabela 3).

Os níveis de entropia dos caracteres variaram de zero (FO_T) a 1,03 (FO_{ERFAD}) nas populações de *A. aculeata*, de zero (FO_{EPFAD}) a 1,02 (F_{CE}) para as populações de *A. totai* e, quando os caracteres foram analisados de forma conjunta, as entropias da maioria dos descritores foram mais elevadas em comparação com as obtidas para as duas espécies de palmeira, variando de 0,14 (FO_{EPFAD}) a 1,52 (F_{CE}).

Segundo LEDO et al. (2011), o nível de entropia (H') pode ser utilizado para quantificar a variabilidade dos descritos qualitativos presentes nos acessos das populações estudadas, por meio da observação das frequências relativas das classes para cada descritor avaliado. Baixos valores para entropia estão associados a uma menor quantidade de classes fenotípicas para o descritor utilizado e a um maior desequilíbrio na proporção entre a frequência dos acessos nas diferentes classes fenotípicas.

Desta forma, as variáveis que apresentaram maiores entropias na avaliação conjunta das espécies foram cor do epicarpo (1,52), cor do mesoarpo (1,09) (Figuras 10 e 11) e espinho na face adaxial das pinas (1,02), por apresentarem maior número de classes e, ao mesmo tempo, valores de frequência distribuídos de maneira proporcional nas classes. De modo contrário, os caracteres com baixa variabilidade genética entre os acessos das populações estudadas foram o FO_{EPFAD} (0,14) e FO_{EPFAB} (0,54), pois obtiveram baixos valores do índice de entropia, devido ao menor número de classes e frequências elevadas, acima de 70%, em uma das classes. A variável FO_{EPFAD} também demonstrou baixo índice de entropia nas populações da *A. aculeata* (0,24) e valor igual a zero nas populações de *A. totai*, com frequências altíssimas para a classe 'Ausente' em ambas as espécies, enquanto que o descritor FO_{EPFAB} manifestou baixa variabilidade genética apenas para a população de *A. totai* (H'= 0,14).

Igualmente, baixas entropias para os descritores E_{RB} e FO_T foram observadas nas populações da *A. aculeata* ($H'E_{BR}$ = 0,14; $H'FO_T$ = 0) e *A. totai* ($H'E_{BR}$ = 0,54; $H'FO_T$ =

0,32) com elevada frequência (acima de 70%), porém distribuídas em classes opostas, o que favoreceu a um maior equilíbrio das proporções das frequências quando se analisou, de forma conjunta, ambas as populações de palmeiras (Tabela 3).

Alguns trabalhos desenvolvidos com diferentes espécies de plantas utilizaram o índice de entropia para descartar descritores qualitativos com baixa variabilidade genética. LEAL (2014) utilizou 70 descritores qualitativos para avaliar a diversidade genética de 67 acessos do banco ativo de bananeira da Embrapa Mandioca e Fruticultura, no município de Cruz das Almas (BA). Por meio da aplicação do nível de entropia de Renyi para os descritores avaliados, o autor realizou a identificação dos caracteres com baixa variabilidade, sendo descartadas 15 características, obtendo uma redução de 21,4% do número de descritores qualitativos.

CONCEIÇÃO (2015), da mesma forma, empregou o nível de entropia para selecionar 8 caracteres dos 26 descritores qualitativos avaliados em 15 acessos de tabaco tipo Sumatra. Neste caso, houve 69,2% de descarte dos descritores analisados.

Em ambos os trabalhos, os autores relatam que o descarte de um grande número de descritores não provocou perda de informações, com minimização dos custos de avaliação dos genótipos e otimização do manejo das coleções.

Baseando-se nessas informações e observando apenas a avaliação conjunta das espécies, o presente trabalho utilizou-se como critério para o descarte de descritores: baixos valores de H’ (<0,60), associados a frequência elevadas com valores acima de 70%. Portanto, devem ser descartadas as variáveis FO_{EPFAD} e $FO_{EPFAB,}$ permanecendo 7 descritores qualitativos para discriminar as espécies de palmeiras.

Tabela 3. Variáveis qualitativas avaliadas com as respectivas classes fenotípicas e suas frequências (%) e níveis de entropia (H') determinados individualmente e de modo conjunto nas populações das espécies de *A. aculeata* e *A. totai*. Campinas, 2016.

Descritores[1]	Classes	*Acrocomia aculeata*		*Acrocomia totai*		*Conjunta*	
		Frequência (%)	Nível de entropia (H')	Frequência (%)	Nível de entropia (H')	Frequência (%)	Nível de entropia (H')
E_E	Ausente	0	0,57	50,0	0,69	25,0	0,91
	Pouco	73,3		50,0		61,7	
	Muito	26,7		0		13,3	
E_{RB}	Ausente	3,3	0,14	76,7	0,54	40,0	0,67
	Presente	96,7		23,3		60,0	
FO_{ERFAB}	Ausente	3,3	0,81	33,3	0,63	18,3	0,99
	Pouco	43,3		66,7		55,0	
	Muito	53,3		0		26,7	
FO_{ERFAD}	Ausente	23,3	1,03	80,0	0,50	51,7	1,02
	Pouco	26,7		20,0		23,3	
	Muito	50,0		0		25,0	
FO_{EPFAB}	Ausente	56,7	0,68	96,7	0,14	76,7	0,54
	Presente	43,3		3,3		23,3	
FO_{EPFAD}	Ausente	93,3	0,24	100,0	0	96,7	0,14
	Presente	6,7		0		3,3	
FO_T	Plana	100	0	10,0	0,32	55,0	0,68
	Pluma	0		90,0		45,0	
F_{CE}	Verde	0	0,95	30,0	1,02	15,0	1,52
	Verde-amarelo	13,3		50,0		31,7	
	Amarelo	0		20,0		10,0	
	Marrom	56,7		0		28,3	
	Marrom-escuro	30,0		0		15,0	
F_{CM}	Esbranquiçado	46,7	0,81	23,3	1,01	35,0	1,09
	Amarelo-esbranquiçado	50,0		23,3		36,7	
	Amarelo-alaranjado	3,3		53,3		28,3	

[1]Descrições das siglas dos descritores encontram-se no item 3.3-Descritores qualitativos e quantitativos utilizados para a caracterização das espécies (E-estipe, FO-folha e F-fruto).

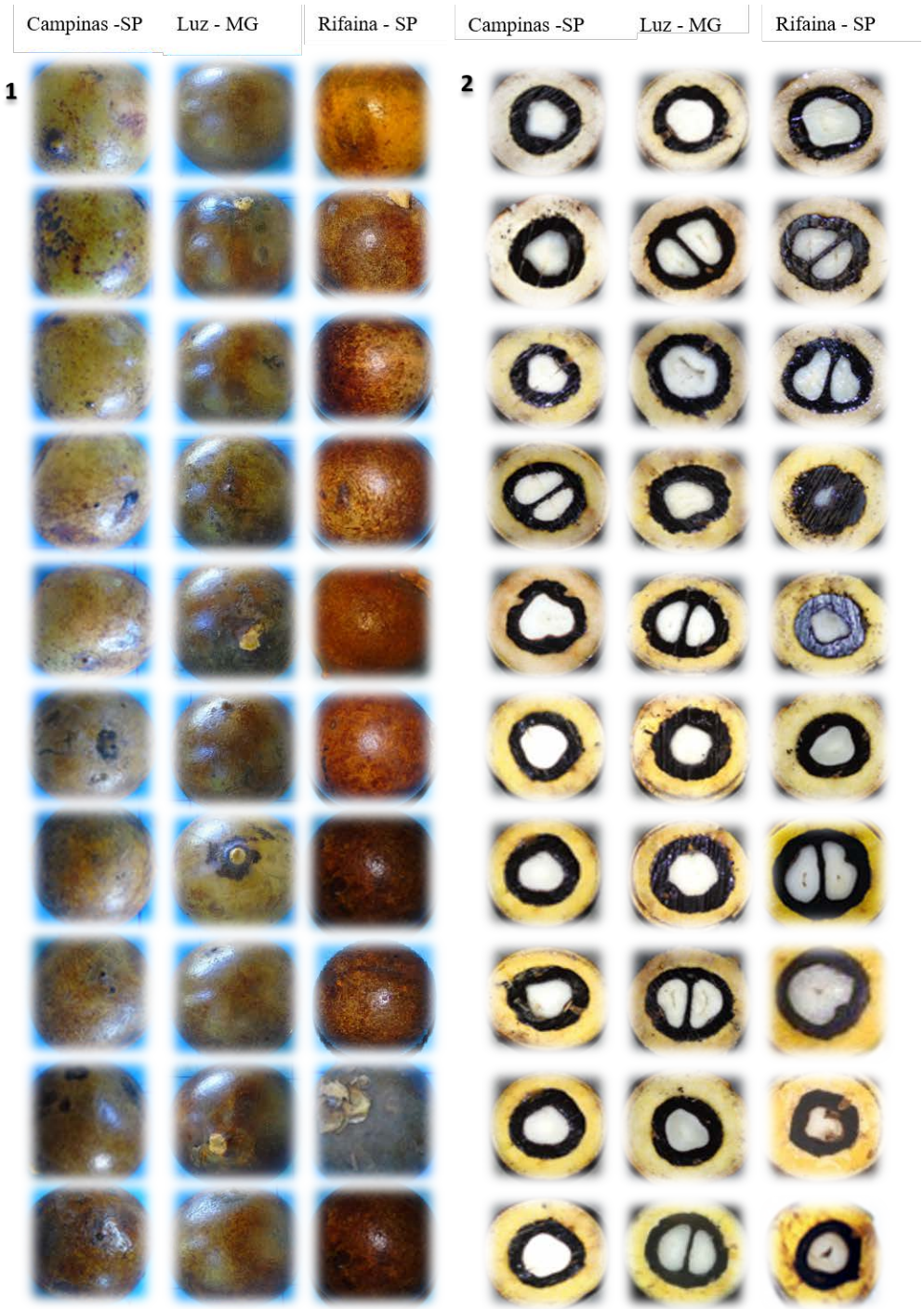


Figura 10. Variabilidade da cor do epicarpo e do mesocarpo de frutos maduros de *Acrocomia aculeata* nas localidades amostradas.

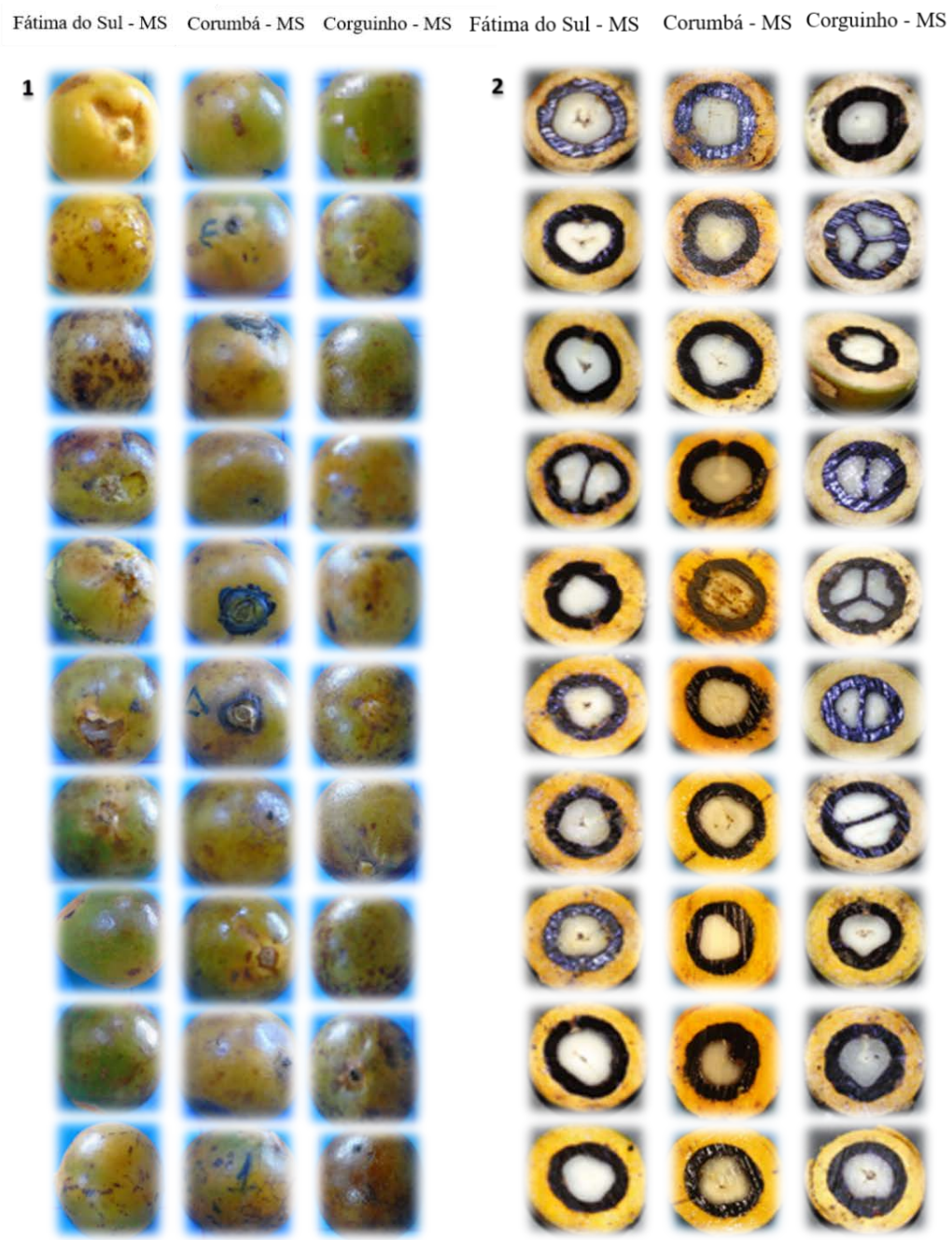


Figura 11. Variabilidade na cor do epicarpo e do mesocarpo de frutos de *Acrocomia totai* nas localidades amostradas.

4.2. Caracterização dos descritores quantitativos

Nas Tabelas 4, 5 e 6 estão apresentadas as estatísticas descritivas dos descritores quantitativos das espécies *A. aculeata*, *A. totai* e de ambas as espécies, respectivamente, podendo ser observadas as amplitudes dos valores das variáveis estudadas.

4.2.1 Variabilidade fenotípica de *Acrocomia aculeata*

A estatística descritiva dos descritores quantitativos utilizados na caracterização da espécie *Acrocomia aculeata* nas três localidades de coleta revela que o coeficiente de variação (CVs) das plantas da espécie *A. aculeata* oscilou de 5,1 (comprimento do fruto - FC) a 60,0% (número de cicatriz de cálice na região feminina da ráquila na porção apical do cacho - INCRA). NOBRE et al. (2015) em trabalho de caracterização morfométrica de populações de *A. aculeata*, verificaram menor intervalo de variação do CV, que foi de 7,79% a 31,45%, para as variáveis comprimento do cacho e altura das plantas, respectivamente.

As plantas selecionadas em Campinas foram as que apresentaram a maior variação entre os 18 descritores quantitativos utilizados. A maioria dos CVs se classificou no intervalo de 20 a 40%, como a altura (28,1% – 3,5 a 8,8 m), comprimento do cacho (23,5% – 43,0 a 91,0 cm), número de ráquilas (20,8% – 119 a 217), número de cicatriz de cálice na região feminina da ráquila na porção basal do cacho (32,9% – 2,4 a 6,4 un.), massa fresca do epicarpo (30,7% – 4,6 a 10,4 g), massa fresca do mesocarpo (25,7% – 8,9 a 23,4 g), massa seca do epicarpo (30,3% - 2,7 a 6,2 g), massa seca do mesocarpo (37,5% - 3,0 a 9,7 g) e teor de óleo no mesocarpo (34,3% – 6,6 a 44,2%). Em Rifaina, nesse intervalo (20 a 40%) de variação, encontram-se os descritores: comprimento da porção feminina da ráquila na região mediana (23,8% - 6,9 a 17,0), comprimento da porção feminina da ráquila na região mediana (31,8% - 4,1 a 11,5 cm), número de cicatriz de cálice na região feminina da ráquila na porção mediana do cacho (33,3% - 1 a 4 um.), e, teor de carotenoides no mesocarpo (33,9% - 8,5 a 24,8%). No município de Luz, os descritores pertencentes à classe de 20 a 40% de variação, foram largura da pina (21,3% - 1,5 a 3,8 cm), massa fresca do fruto (21,3 - 36,6 – 81 g), massa fresca do mesocarpo (27% - 17,4 a 41,1 g), massa fresca do endocarpo (32,5% - 1,5 a 3,9 g) e massa seca do endocarpo (32,4% - 1,2 a 3,4 g).

Em trabalhos desenvolvidos com populações naturais de *A. aculeata* foram registradas plantas com 1,3 a 6,6 metros de altura em um conjunto de 10 plantas (FARIA, 2012). Resultado coerente com os dados encontrados neste estudo. Contudo, alturas maiores foram verificadas por BERTON (2013), que encontrou plantas de 3,0 a 13,0 metros de altura e LORENZI et al. (2010), que variaram de 10 a 15 metros. Porém, este descritor, deve ser melhor analisado, pois são plantas com idades diferentes e o caráter é altamente influenciado pelo ambiente.

Tabela 4. Estatística descritiva para os descritores quantitativos utilizados na caracterização da espécie *Acrocomia aculeata* em três localidades da região sudeste. Campinas, SP, 2016.

Descritores[1]	Luz-MG				Rifaina-SP				Campinas-SP			
	Min.	Max.	Média	CV%	Min.	Max.	Média	CV%	Min.	Max.	Média	CV%
E_H (m)	6,1	9,8	7,7	14,7	5,0	8,8	7,3	16,8	3,5	8,8	6,2	28,1
E_{CAP} (cm)	71,0	101,0	89,0	12,3	94,0	124,0	106,6	7,3	91,0	138,0	109,4	13,6
FO_C (m)	2,8	3,2	3,0	5,9	2,8	3,3	3,1	5,0	2,8	3,5	3,1	7,0
FO_{NP} (un.)[2]	149	224	188,6	10,9	161	207	182,9	7,6	161	217	184,7	8,7
FO_{LP} (cm)	1,5	3,8	2,9	21,3	1,6	3,0	2,2	19,5	2,3	3,5	2,9	11,9
I_{CC} (cm)	77,0	113,0	96,2	10,6	69,0	95,0	83,3	9,8	43,0	91,0	66,2	23,5
I_{DC} (cm)	79,0	105,0	90,7	8,3	63,0	86,0	72,7	11,0	58,0	89,0	73,0	11,4
I_{MFC} (Kg)	8,4	23,1	15,9	26,4	1,3	19,3	10,3	48,4	1,8	16,4	8,8	58,2
I_{NF} (un.)	106	431	277,1	33,9	49	550	267,8	53,5	43	491	240,2	67,1
I_{NRAQ} (un.)	161	237	197,6	11,3	204	254	227,2	7,7	119	217	173,5	20,8
I_{CRB} (cm)[3]	7,3	15,7	11,4	22,8	8,5	14,6	12,9	14,8	7,8	15,1	10,9	19,3
I_{CRM} (cm)	13,3	22,6	18,8	16,1	6,9	17,0	12,3	23,8	7,7	12,8	10,1	14,0
I_{CRA} (cm)	12,9	19,3	16,9	13,2	4,1	11,5	7,5	31,8	4,8	8,4	6,2	19,4
I_{NCRB} (un.)[4]	1,0	2,4	1,6	28,8	1,2	5,4	4,0	32,2	2,4	6,4	4,1	32,9
I_{NCRM} (un.)	2,2	4,2	3,4	19,9	1,0	4,4	2,8	33,3	1,6	4,6	3,3	29,8
I_{NCRA} (un.)	2,2	4,4	3,5	18,0	0,4	3,2	1,5	60,0	0,6	3,2	1,7	56,2
F_{MF} (g)	36,6	81,0	57,7	21,3	31,0	47,0	37,3	12,5	23,4	46,7	36,9	18,1
F_C (cm)	46,2	56,6	50,1	7,5	36,6	43,7	40,0	5,2	37,1	43,9	41,0	5,1
F_D (cm)	41,1	53,0	46,8	6,8	37,9	43,1	40,3	4,3	33,8	45,0	40,5	7,9
F_{EE} (cm)	0,7	1,0	0,9	9,7	0,8	1,0	0,9	7,6	0,6	1,0	0,8	15,9
F_{EM} (cm)	5,6	8,4	7,0	12,3	5,3	7,8	6,6	12,0	5,0	8,1	6,4	12,3
F_{EENDOS} (cm)	4,6	6,3	5,5	8,6	4,3	5,8	5,1	9,2	4,3	6,0	4,9	9,9
F_{EENDOC} (cm)	16,4	23,7	19,4	12,2	11,6	18,0	15,9	12,4	13,4	18,9	16,0	10,1
F_{MFE} (g)	7,4	15,3	10,8	25,1	4,7	8,0	6,7	16,8	4,6	10,4	6,8	30,7
F_{MFM} (g)	17,4	41,1	27,8	25,7	13,3	22,0	17,4	17,1	8,9	23,4	17,0	25,7
$F_{MFENDOS}$ (g)	11,3	16,6	13,5	12,7	6,4	12,0	8,9	19,5	6,0	11,1	8,7	17,1
$F_{MFENDOC}$ (g)	1,5	3,9	2,6	32,5	0,7	1,9	1,6	26,4	1,0	2,4	1,5	28,4
F_{MSE} (g)	4,7	9,2	6,4	24,8	3,3	5,3	4,4	13,9	2,7	6,2	4,0	30,3
F_{MSM} (g)	7,8	23,2	13,8	32,8	6,9	10,7	8,2	14,3	3,0	9,7	6,9	37,5
$F_{MSENDOS}$ (g)	9,6	14,2	11,4	13,0	5,0	9,6	7,2	19,3	5,1	8,9	7,1	15,5
$F_{MSENDOC}$ (g)	1,2	3,3	2,1	32,4	0,5	1,6	1,2	26,0	0,8	2,0	1,3	28,4
M_{TO} (%)	41,7	61,1	51,2	10,8	26,1	46,4	33,2	17,4	6,6	44,2	30,4	34,3
M_{TC} (mg/100g)	17,5	47,1	33,3	24,4	8,5	24,8	14,8	33,9	7,5	23,6	17,7	28,9

[1]Descrições das siglas dos descritores encontram-se no item 3.3-Descritores qualitativos e quantitativos utilizados para a caracterização das espécies (E-estipe, FO-folha, I- inflorescência, F-fruto, M-sesocarpo); [2]unidade; valores referentes a avaliação de cinco ráquilas [3; 4].

O descritor 'circunferência na altura do peito' (E_{CAP}) apresenta, também, ampla variação fenotípica em *A. aculeata*, conforme revelado por BERTON (2013) e LORENZI et

al. (2010), que identificaram variações de 75 a 172 cm e 100 a 150 cm, respectivamente, estando coerentes aos resultados obtidos neste estudo.

No que diz respeito a caracterização das folhas, o descritor ‘comprimento’ teve variação de 5,0 a 70% com destaque para Campinas que revelou o maior comprimento das folhas (3,5 metros), superior ao encontrado por FARIA (2012), que foi de 1,65 a 3,23.. A quantidade de pinas nas folhas, teve em média, baixa variação entre os três municípios (182,9 a 188,6), porém com valores superiores aos encontrados por FARIA (2012) e NUCCI (2007), iguais a 168 e 130, respectivamente. As folhas com o maior número de pinas foram verificadas em Luz, que também revelou pinas com maior largura (3,8 cm).

Em relação aos caracteres reprodutivos, as dimensões dos cachos foram de 77 a 113 cm para o comprimento e 79 a 105 cm para o diâmetro. Não existe relatos na literatura sobre este descritor, mas esta medida se faz importante para melhor entendimento do potencial produtivo destas palmeiras.

A caracterização dos cachos de plantas selecionadas no município de Luz, revela que os mesmos foram mais pesados (23,1 kg) em comparação aos demais municípios. Contudo, o número de frutos (431 un.) e número de ráquilas (237 un.) nos cachos foram inferiores. O contrário ocorreu em Rifaina, onde as plantas, apesar de terem cachos de menor massa (19,3 kg), apresentam maiores quantidades de frutos (550 un.) e ráquilas (254 un.) dentre os cachos avaliados.

Com a caracterização das ráquilas verificou-se que os cachos de Rifaina são os que apresentam o maior número, em consequência com o fato de terem o maior número de frutos. Em relação ao comprimento da região feminina das ráquilas, pode-se observar que a maior variação entre os locais ocorreu nas medidas realizadas na região mediana e apical do cacho. Foi possível observar quanto ao número de cicatriz de cálice, que, nos municípios de Rifaina e Campinas, essa quantidade é decrescente e, crescente nos cachos avaliados em Luz. Essa característica é explicada pela maior formação de frutos entre a região mediana e apical do cacho em palmeiras da região Minas Gerais. Essa diferença resulta em cachos com diferentes formatos (retangulares, triangulares e até arredondados) (BERTON, 2013).

Frutos de maior massa e de maiores dimensões (diâmetro e largura) foram observados no município de Luz – MG e, consequentemente, maior massa nas suas respectivas frações (epicarpo, mesocarpo, endocarpo e endosperma), tanto na base seca quanto úmida. Também apresentou maior espessura de mesocarpo (polpa), endocarpo (caroço) endosperma (amêndoa), exceto para o epicarpo (cascas), que teve espessura inferior (0,7 cm) ao encontrado em Rifaina (0,8 cm) (Tabela 4).

Para o teor de óleo nos frutos, verifica-se que os maiores valores foram encontrados em Luz – MG, com variação de 41,7% a 61,7%. Estes resultados estão em concordância com os resultados apresentados por NOVAES (1952) de 43,8% a 59,8%. Porém, ficaram abaixo dos resultados apresentados por RETORE & MARTINS (1983), 55,8% a 69,9%.

O teor de carotenóide determinado teve valor mínimo de 7,5% em frutos estudados em Rifaina e máximo de 47,1% em Luz. Sendo nas mesmas localidades verificados coeficientes de variação de 24,4% e 33,9%, respectivamente.

4.2.2 Variabilidade fenotípica de *Acrocomia totai*

A estatística descritiva das populações de *A. totai* indica que a dispersão dos dados foi de 2,8% (diâmetro do fruto - FD) a 45,2% (massa fresca do cacho - IMFC) (Tabela 5). Em estudo com a espécie *A. totai*, VIANNA (2011) verificou que a variância dos dados obtidos foi de 10,38% a 44,72%, respectivamente, para as variáveis diâmetro do fruto e diâmetro do estipe na altura do peito.

Neste trabalho, a altura e a circunferência mensuradas variaram de 2,5 a 9,5 m e 66 a 108 cm, respectivamente. Mas, esses descritores devem ser mais bem investigado, uma vez que são altamente influenciados pelo ambiente e pouco preciso para diferenciar os genótipos

As folhas das populações de Fátima do Sul revelaram serem maior em relação ao comprimento (3,2 m) e número de pinas (141) em comparação aos demais locais (Corguinho e Corumbá). COCININI (2012), avaliando populações no Mato Grosso do Sul, identificou plantas com 4 a 5 m de comprimento das folhas e com aproximadamente 130 pinas. Mensurou-se também a largura das pinas onde a maior largura foi verificada no município de Corguinho (3,0 cm) que também apresentou o maior C.V (28,2%). Entre estes descritores, somente o comprimento e número de pinas diferenciou os locais estudado.

Tabela 5. Estatística descritiva para os descritores quantitativos utilizados na caracterização da espécie *Acrocomia totai* em três localidades da região centro-oeste. Campinas, SP, 2016.

Descritores[1]	Corguinho - MS				Fátima do Sul - MS				Corumbá - MS			
	Min.	**Max.**	**Média**	**CV%**	**Min.**	**Max.**	**Média**	**CV%**	**Min.**	**Max.**	**Média**	**CV%**
E_H (m)	2,5	9,5	5,6	41,0	4,0	8,0	7,1	18,7	3,0	8,5	6,1	26,0
E_{CAP} (cm)	66,0	105,0	89,0	12,6	72,0	99,0	87,1	8,7	83,0	108,0	95,1	9,0
FO_C (m)	2,0	2,6	2,3	9,4	2,5	3,2	2,8	7,6	1,8	2,9	2,4	13,7
FO_{NP} (un.)[2]	99	121	111,1	6,4	98	141	119,4	12,4	89	136	119,2	13,5
FO_{LP} (cm)	1,5	3,0	2,1	28,2	1,0	2,7	1,9	25,0	1,5	2,7	2,1	25,0
I_{CC} (cm)	41,0	118,0	69,9	30,8	70,0	86,0	77,6	6,9	35,0	76,0	64,6	18,7
I_{DC} (cm)	68,0	99,0	82,3	12,3	81,0	99,0	91,0	6,6	45,0	85,0	67,7	21,1
I_{MFC} (Kg)	2,0	4,8	3,3	32,1	4,5	12,5	7,8	30,4	1,0	6,9	4,0	45,2
I_{NF} (un.)	59	178	110,9	31,4	190	402	316,9	25,4	67	355	213,0	40,0
I_{NRAQ} (un.)	57,0	112,0	94,7	17,3	107,0	150,0	126,7	11,2	90,0	157,0	120,9	17,5
I_{CRB} (cm)[3]	9,5	17,3	12,5	19,1	12,2	15,6	13,4	8,2	5,1	14,2	10,7	23,1
I_{CRM} (cm)	9,5	18,9	13,2	24,6	11,3	15,9	13,4	10,7	5,8	14,7	11,0	24,5
I_{CRA} (cm)	5,6	9,3	7,1	18,4	6,8	9,4	8,0	12,4	4,7	11,2	8,1	23,6
I_{NCRB} (un.)[4]	3,4	9,6	5,4	34,3	7,8	11,6	10,2	13,1	4,2	12,0	7,5	30,7
I_{NCRM} (un.)	2,0	8,2	5,2	32,2	7,4	11,4	9,4	16,0	4,6	12,4	7,8	26,2
I_{NCRA} (un.)	2,0	4,4	2,9	28,0	3,2	6,8	5,5	21,1	3,4	7,6	5,7	24,5
F_{MF} (g)	19,1	34,6	28,3	19,0	18,3	26,1	21,3	10,3	11,3	19,5	15,7	16,9
F_C (cm)	34,2	40,8	37,0	6,3	31,4	38,6	33,8	6,8	23,6	28,8	25,7	6,8
F_D (cm)	31,3	40,1	36,1	7,8	32,0	34,6	33,0	2,8	23,4	30,0	26,1	7,6
F_{EE} (cm)	0,5	0,8	0,7	15,4	0,3	0,5	0,4	16,0	0,4	0,5	0,4	6,5
F_{EM} (cm)	4,3	6,7	5,2	14,9	3,5	5,6	4,9	12,7	3,2	5,5	4,3	16,1
F_{EENDOS} (cm)	3,6	5,2	4,3	11,9	3,2	4,2	3,7	8,4	2,8	4,2	3,6	10,8
F_{EENDOC} (cm)	13,2	17,8	15,2	9,2	12,5	15,9	14,4	7,8	10,6	15,6	13,2	10,9
F_{MFE} (g)	2,4	6,4	4,2	24,5	2,0	3,4	2,8	15,0	1,5	3,9	2,2	30,6
F_{MFM} (g)	7,9	17,3	12,3	25,8	6,6	12,1	9,3	18,2	2,8	8,8	5,9	28,9
$F_{MFENDOS}$ (g)	5,7	10,6	7,7	19,9	4,1	6,5	5,3	15,9	3,3	4,9	3,9	13,4
$F_{MFENDOC}$ (g)	0,9	2,2	1,6	25,9	0,9	1,7	1,3	23,4	0,6	1,3	1,0	21,2
F_{MSE} (g)	1,5	3,8	2,7	21,6	1,4	1,9	1,6	9,9	0,9	2,5	1,5	27,8
F_{MSM} (g)	3,9	7,5	5,9	20,6	2,0	5,2	4,2	26,4	1,9	6,0	3,4	35,1
$F_{MSENDOS}$ (g)	5,0	9,3	6,6	21,4	3,6	5,7	4,6	15,8	3,0	4,4	3,5	12,7
$F_{MSENDOC}$ (g)	0,8	1,9	1,3	27,8	0,8	1,4	1,1	21,1	0,6	1,2	0,9	21,9
M_{TO} (%)	19,0	34,8	27,2	20,7	16,1	30,2	23,8	15,2	17,7	34,4	26,4	20,1
M_{TC} (mg/100g)	9,9	20,1	14,9	24,8	9,0	27,7	15,4	38,8	10,0	17,1	13,7	19,7

[1]Descrições das siglas dos descritores encontram-se no item 3.3-Descritores qualitativos e quantitativos utilizados para a caracterização das espécies (E-estipe, FO-folha, I-inflorescência, F-fruto, M-mesocarpo); [2]unidade; valores referentes a avaliação de cinco ráquilas [3; 4].

Os descritores definidos para a caracterização da inflorescência apresentaram variação entre as localidades. A palmeira com cacho de maior comprimento (118 cm) e diâmetro (99 cm) foi encontrada em Corguinho. A massa total dos frutos no cacho obteve maior valor na região de Fátima do Sul (12, 5 kg) que também apresentou o menor coeficiente de variação

(30,4%). Maior número de frutos (402) também foi verificado em Fátima do Sul. Esse resultado é um indicativo de que cachos com maior comprimento nem sempre apresentam maior massa total e número de frutos) já que este local não se destacou nas dimensões do cacho. VIANNA, (2012), caracterizando populações na região de Corumbá – MS, onde são encontradas populações naturais de *A. totai*, encontrou palmeiras apresentando cachos com comprimento de 94 cm, largura de 108 cm e massa de 12,2 kg, valores próximos aos encontrados em nosso estudo.

O número de ráquilas entre as localidades variou de 57 a 157. Valores próximos (79 a 312) foram encontrados por VIANNA (2012). O comprimento da porção feminina das ráquilas para as regiões basal, mediana e apical do cacho teve variação semelhante entre os locais com valores decrescentes. Para o descritor número de cicatrizes de cálice na ráquila nas regiões basal, mediana e apical do cacho, maior quantidade foi encontrado em plantas do município de Fátima do Sul. Essa informação corrobora o fato de ser encontrada nesta localidade a maior produção de frutos no cacho

No que diz respeito aos dados quantitativos dos frutos, aqueles de maior massa (seca e fresca) e também com maior espessura de epicarpo, mesocarpo, endocarpo e endosperma foram encontrados no município de Corguinho. O teor de óleo variou de 16,1% (Fátima do Sul) a 34,8% (Corguinho) e o teor de carotenóides encontrado em Fátima do Sul foi de 9% a 27,7%.

4.3 Variabilidade fenotípica entre as espécies *Acrocomia aculeata* e *Acrocomia totai*

A amplitude do coeficiente de variação (CV) dos descritores quantitativos em *Acrocomia aculeata* foi de 6,1% para o 'comprimento da folha' (FO_C) a 54,3% para o 'número de cicatriz de cálice nas ráquilas da região apical do cacho' (I_{NCRA}). Em *Acrocomia totai,* a amplitude foi de 10,6% para o 'descritor circunferência do estipe' (E_{CAP}) a 53,1% para a 'massa fresca do cacho' (I_{MFC}). Desse modo, observou ampla dispersão dos dados quantitativos para a espécie, em que aproximadamente 33% dos menores valores do CV, na faixa de 0 – 20%, foram registrados nas populações de *A. aculeata* e 39% nas populações de *A. totai.* Contudo, encontrou-se nas populações de *A. aculeata* a maior dispersão dos valores de CV, estando 25% dos descritores no intervalo de 41 – 60% de CV (Tabela 6).

Por meio da análise descritiva dos dados, conseguimos observar que as espécies apresentam evidente diferença morfológica revelado pelos descritores quantitativos. Como podemos notar, as árvores da espécie *A. aculeata* apresentaram estipe com maior altura e

espessura, assim como copa mais frondosa e vigorosa. Aspectos esses importantes para a seleção de acessos de plantas promissoras para o melhoramento genético destas espécies.

Os cachos avaliados nas populações das diferentes regiões demonstraram, também, diferença quanto aos descritores relativos a massa e tamanho. Em comparação a *A. totai*, os cachos de *A. aculeata* apresentaram frutos, em média, mais pesados e maiores. Essas variações observadas entre as espécies são confirmadas pelas características da porção feminina das ráquilas, as quais revelaram maior comprimento nas plantas das populações da região sudeste. Mas, apesar de terem cachos menores e com menor massa, as palmeiras das localidades do Mato Grosso do Sul possuem maior número de cicatriz de cálice na porção feminina das ráquilas, demonstrando maior preenchimento de frutos nos cachos, porém, com dimensões menores (comprimento – máximo: 40,8 cm x diâmetro – máximo: 40,1 cm).

Por último, os descritores fitoquímicos ‘teor de óleo’ e ‘carotenóides no mesocarpo’, demonstraram significativa variabilidade entre as espécies, revelando maiores valores de ambos os caracteres nas populações dos estados de Minas Gerais e São Paulo (*Acrocomia aculeata*).

Tabela 6. Estatística descritiva para os descritores quantitativos utilizados para caracterização das espécies *Acrocomia aculeata* e *Acrocomia totai*. Campinas, SP, 2016.

Descritores[1]	*Acrocomia aculeata*				*Acrocomia totai*			
	Mín.	**Máx.**	**Média**	**CV %**	**Mín.**	**Máx.**	**Média**	**CV %**
E_H (m)	3,5	9,8	7,1	21,1	2,5	9,5	6,3	29,3
E_{CAP} (cm)	71,0	138,0	101,7	14,3	66,0	108,0	90,4	10,6
FO_C (m)	2,8	3,5	3,0	6,1	1,8	3,2	2,5	13,3
FO_{NP} (un.)[2]	149	224	185,4	9,0	89	141	116,6	11,5
FO_{LP} (cm)	1,5	3,8	2,7	21,4	1,0	3,0	2,0	25,6
I_{CC} (cm)	43,0	113,0	81,9	20,6	35,0	118,0	70,7	21,3
I_{DC} (cm)	58,0	105,0	78,8	14,6	45,0	99,0	80,3	17,7
I_{MFC} (Kg)	1,3	23,1	11,7	47,7	1,0	12,5	5,0	53,1
I_{NF} (un.)	43	550	261,7	50,4	59	402	213,6	51,2
I_{NRAQ} (un.)	119	254	199,4	17,0	57	157	114,1	19,3
I_{CRB} (cm)[3]	7,3	15,7	11,7	19,8	5,1	17,3	12,2	19,1
I_{CRM} (cm)	6,9	22,6	13,7	32,8	5,8	18,9	12,5	21,7
I_{CRA} (cm)	4,1	19,3	10,2	51,4	4,7	11,2	7,7	19,1
I_{NCRB} (un.)[4]	1,0	6,4	3,3	49,1	3,4	12,0	7,7	34,8
I_{NCRM} (un.)	1,0	4,6	3,2	28,1	2,0	12,4	7,4	32,9
I_{NCRA} (un.)	0,4	4,4	2,3	54,3	2,0	7,6	4,7	36,7
F_{MF} (g)	23,4	81,0	44,0	29,2	11,3	34,6	21,8	29,1
F_C (cm)	36,6	56,6	43,7	12,2	23,6	40,8	32,2	16,3
F_D (cm)	33,8	53,0	42,5	9,6	23,4	40,1	31,7	14,9
F_{EE} (cm)	0,6	1,0	0,9	11,6	0,3	0,8	0,5	28,2
F_{EM} (cm)	5,0	8,4	6,7	12,3	3,2	6,7	4,8	16,3
F_{EENDOS} (cm)	11,6	23,7	17,1	14,9	10,6	17,8	14,3	10,7
F_{EENDOC} (cm)	4,3	6,3	5,2	9,9	2,8	5,2	3,9	13,0
F_{MFE} (g)	4,6	15,3	8,1	34,5	1,5	6,4	3,0	37,4
F_{MFM} (g)	8,9	41,1	20,7	34,4	2,8	17,3	9,2	37,9
$F_{MFENDOS}$ (g)	0,7	3,9	1,9	39,6	0,6	2,2	1,3	31,3
$F_{MFENDOC}$ (g)	6,0	16,6	10,4	26,8	3,3	10,6	5,6	33,9
F_{MSE} (g)	2,7	9,2	4,9	31,7	0,9	3,8	2,0	35,3
F_{MSM} (g)	3,0	23,2	9,6	43,9	1,9	7,5	4,5	34,6
$F_{MSENDOS}$ (g)	0,5	3,3	1,5	41,4	0,6	1,9	1,1	29,9
$F_{MSENDOC}$ (g)	5,0	14,2	8,5	28,1	3,0	9,3	4,9	32,6
M_{TO} (%)	6,6	61,1	38,3	31,1	16,1	34,8	25,8	19,3
M_{TC} (mg/100g)	7,5	47,1	21,9	46,7	9,0	27,7	14,7	29,0

[1]Descrições das siglas dos descritores encontram-se no item 3.3-Descritores qualitativos e quantitativos utilizados para a caracterização das espécies (E-estipe, FO-folha, I-inflorescência, F-fruto, M-mesocarpo); [2]unidade; valores referentes a avaliação de cinco ráquilas [3; 4].

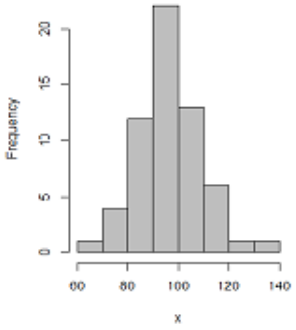
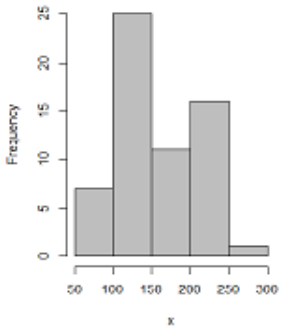
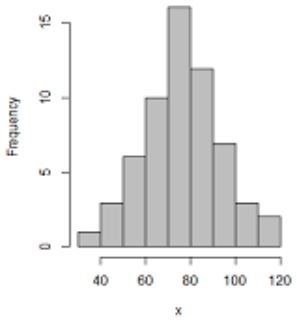
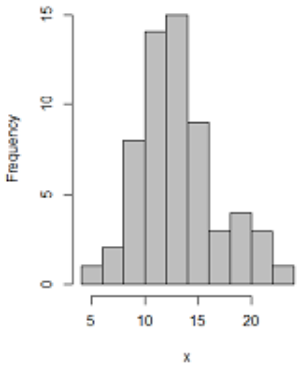
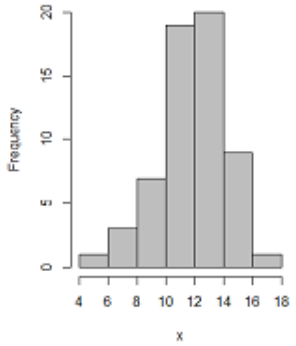
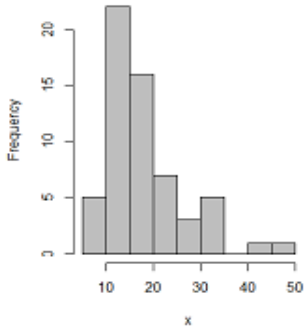
4.4 Seleção dos descritores quantitativos

Com base no teste de normalidade (Tabela 7), observou-se que a maioria dos descritores quantitativos, 22 ao todo, foram significativos pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, sendo assim, essas variáveis não seguem distribuição normal. Portanto, calculou-se a correlação de Spearman (Anexo 1) para medir a relação entre os descritores e auxiliar na decisão do descarte dessas variáveis.

As correlações fenotípicas verificadas entre os caracteres são atribuídas a fatores genéticos e ambientais (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992) e estimadas com o propósito de mensurar a alteração em um caráter quando se altera outro. Nesse sentido, a maioria das estimativas dos coeficientes de Spearman (Anexo 1) foi de correlações positivas, fracas a moderadas. Porém, as correlações referentes aos frutos foram elevadas, tendo como destaque as variáveis F_D x F_{MF} (0,99), F_D x F_C (0,95), F_C x F_{MC} (0,96), F_{MFE} x F_{MF} (0,98), F_{MFE} x F_{MF} (0,94), F_{MFM} x F_C (0,95) e $F_{MSENDOS}$ x $F_{MFENDOS}$ (0,99). Os descritores I_{NCRB}, I_{NCRM} e I_{NCRA} representaram a maioria das correlações negativas, moderadas a fortes, com os caracteres dos frutos. A correlação zero significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra, como ocorreu ente as variáveis I_{CRB} com F_C, F_{EM}, F_{MSE} e F_{MSM} e I_{NF} x F_D.

Os descritores relativos a massa fresca das partes dos frutos (epicarpo – F_{MFE}, mesocarpo – F_{MFM}, endocarpo - $F_{MFENDOC}$ e endosperma - $F_{MFENDOS}$), como esperado, apresentaram elevadas correlações de Spearman com os seus descritores expressos em base seca (F_{MSE}, F_{MSM}, $F_{MSENDOC}$ e $F_{MSENDOS}$), respectivamente, iguais a 0,97, 0,93, 0,99 e 0,96 (Anexo 1). Dessa forma, por expressarem informações redundantes foram descartados, permanecendo 29 descritores quantitativos, os quais foram submetidos a análise de componentes principais (ACP) (Figura 12a e 12b).

Tabela 7. Teste de normalidade para os descritores quantitativos avaliados de modo conjunto para as populações de *Acrocomia aculeata* e *A. totai* e demonstração de alguns histogramas de descritores representando a diferença de distribuição dos dados. Campinas, SP. 2016.

Variáveis	Teste de Normalidade	Histogramas de descritores quantitativos	
		Com distribuição normal	Sem distribuição normal
E_H	0.95	ECAP	INRAQ
E_{CAP}	0.98^{ns}		
FO_C	0.95		
FO_{NP}	0.92		
FO_{LP}	0.96^{ns}		
I_{CC}	0.99^{ns}		
I_{DC}	0.97^{ns}		
I_{MFC}	0.92		
I_{NF}	0.96^{ns}		
I_{NRAQ}	0.94		
I_{CRB}	0.98^{ns}		
I_{CRM}	0.95	ICC	ICRA
I_{CRA}	0.80		
I_{NCRB}	0.94		
I_{NCRM}	0.92		
I_{NCRA}	0.95		
F_{MF}	0.92		
F_C	0.97^{ns}		
F_D	0.97^{ns}		
F_{EE}	0.89		
F_{EM}	0.98^{ns}		
F_{EENDOS}	0.97^{ns}		
F_{EENDOC}	0.96^{ns}	ICRB	TO
F_{MFE}	0.90		
F_{MFM}	0.93		
$F_{MFENDOS}$	0.95		
$F_{MFENDOC}$	0.88		
F_{MSE}	0.91		
F_{MSM}	0.87		
$F_{MSENDOS}$	0.94		
$F_{MSENDOC}$	0.86		
M_{TO}	0.93		
M_{TC}	0.86		

ns = não significativo; * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

Por meio da análise das estimativas das variâncias (Tabela 8) das componentes principais e suas respectivas variâncias relativas e acumuladas obtidas para os 29 caracteres morfológicos quantitativos, observamos que os três primeiros componentes principais foram consideradas as mais importantes para a separação das espécies de *Acrocomia*, uma vez que juntas corresponderam a 98,16% da variação total acumulada.

Tabela 8. Variância dos componentes principais, juntamente com sua variância relativa (%) e acumulada (%), referente a 29 descritores botânicos avaliados em populações de *Acrocomia aculeata* e *Acrocomia totai*.

Componentes	Variância	Variância (%)	Acumulada (%)
1	28458.33	95.85	95.85
2	470.29	1.58	97.43
3	**216.54**	**0.73**	**98.16**
4	107.27	0.36	98.53
5	78.55	0.26	98.79
6	60.56	0.20	98.99
7	52.68	0.18	99.17
8	40.85	0.14	99.31
9	35.59	0.12	99.43
10	32.69	0.11	99.54
11	27.50	0.09	99.63
12	24.05	0.08	99.71
13	17.15	0.06	99.77
14	15.33	0.05	99.82
15	11.04	0.04	99.86
16	7.26	0.02	99.88
17	6.26	0.02	99.90
18	5.43	0.02	99.92
19	4.83	0.02	99.94
20	3.50	0.01	99.95
21	2.94	0.01	99.96
22	2.87	0.01	99.97
23	2.14	0.01	99.98
24	1.97	0.01	99.98
25	1.75	0.01	99.99
26	1.17	0.00	99.99
27	0.91	0.00	100.00
28	0.47	0.00	100.00
29	0.41	0.00	100.00

A variância acumulada, observada nos três primeiros componentes, tem coerência com as informações relatadas por MORRISON (1976). O autor menciona que os primeiros componentes devem absorver um mínimo de 75% de toda variação existente entre os acessos de plantas. Segundo REGAZZI (2000), para aplicações em diversas áreas do conhecimento, o número de componentes utilizados tem sido aquele que acumula 70% ou mais de proporção da variância total.

Os descritores de maior peso, presentes nas primeiras componentes, podem ser visualizados nos gráficos de dispersão dos descritores (Figura 12b), os quais proporcionaram a separação nítida das espécies de *Acrocomia* (*A. aculeata* e *A. totai*) (Figura 12a). Os descritores E_{CAP} e FO_C influenciaram na formação da primeira componente; os descritores I_{NRAQ}, F_{EE}, F_{EM}, F_D, F_{EENDOS}, F_{EENDOC}, F_C, FO_{LP} e FO_{NP} formaram a segunda componente principal e os descritores E_H, I_{CC}, I_{NF} e I_{CRM} formaram a 3º componente (Figura 12b). Os demais caracteres se apresentaram aglomerados e afastados dos eixos das componentes no gráfico de dispersão dos descritores, entre a 2ª e 3ª componentes ou entre a 1ª e 3ª componentes.

Por meio da matriz dos dados reconstruída, considerando apenas a variação total retida com as três componentes selecionadas, pode-se obter diagramas de dispersão entre as variáveis em análise (INFOMETRIX, 2011). Desse modo, 10 dos 11 dos descritores presentes nas duas primeiras componentes foram importantes para separar a espécie *A. aculeata* da *A. totai*, como pode ser observado na Figura 13. Os demais descritores não influenciaram na separação das espécies, como pode ser examinado nos seus correspondentes gráficos de dispersão demonstrados no Anexo 2. Portanto, tais descritores foram descartados, sendo selecionados as 10 variáveis que influenciaram na formação das duas primeiras componentes principais (FO_C, FO_{NP}, FO_{LP}, I_{NRAQ}, F_C, F_D, F_{EE}, F_{EM}, F_{EENDOS} e F_{EENDOC}). Apesar da variável E_{CAP} tenha contribuído para a formação da CP1, ela foi descartada por não demonstrar uma evidente separação das espécies, apenas influenciou na discriminação parcial de parte dos acessos das populações de *A. aculeta* (Anexo 2).

CURY (1993), ao estudar 20 caracteres em 30 acessos de mandioca, sugere que após o descarte de cada variável uma nova análise com os descritores remanescentes deve ser realizada. Assim, o descarte dos 19 descritores foi realizado de modo gradual.

Na primeira ACP realizada, foi possível verificar as variáveis de maior peso nos três principais eixos formados, destacadas em círculos (Figura 12b). A princípio, na visualização dos dados, os grupos das variáveis fora das áreas demarcadas não representaram importância na separação das espécies. Para confirmar, foram realizadas quatro novas ACPs, sendo

desconsiderados primeiro o grupo das variáveis: I_{MFC}, I_{CRA}, F_{MF}, F_{MSE}, F_{MSM}, $F_{MSENDOC}$, $F_{MSENDOS}$, M_{TO} e M_{TC}, permanecendo 20 descritores; em seguida, foram descartadas mais 3 variáveis: I_{NCRA}, I_{NCRB} e I_{NCRM} (ACP com 17 descritores); na terceira etapa foram retiradas as variáveis I_{DC}, I_{NF}, I_{CRB} e I_{CRM} (ACP com 13 descritores) e por último, com descarte de mais 3 variáveis (E_H, E_{CAP} e I_{CC}), foi realizado ACP apenas com os 10 descritores selecionados (Figura 14 e 15). Em todas estas etapas, as eliminações dos grupos de variáveis não afetaram a discriminação entre as duas espécies de *Acrocomia.*

No Anexo 1, ao observar os coeficientes de correlação de Spearman entre todos os descritores verifica-se que a maior parte dos que foram descartados são redundantes ((I_{CC}, I_{MFC}, I_{NCRA}, I_{NCRB}, I_{NCRM}, F_{MF}, F_{MSE}, F_{MSM}, $F_{MSENDOS}$, $F_{MSENDOC}$, M_{TC} e M_{TO}), pois apresentam correlações moderadas a muito fortes com os descritores selecionados.

A técnica de ACP agrupa os indivíduos de uma população segundo a variação de suas características. Em geral, indica o componente principal de maior importância como sendo aquele de maior variância e que explica o máximo de variabilidade dos dados (HONGYU et al., 2016). Portanto, outras variáveis foram descartadas devido às suas baixas variabilidades, por não apresentarem boas contribuições na formação das primeiras componentes.

Com a eliminação de 23 descritores quantitativos, houve uma redução de aproximadamente 70% dos caracteres avaliados, o que pode proporcionar redução de tempo e custos no manejo das espécies, bem como do estudo referente às caracterizações morfológicas.

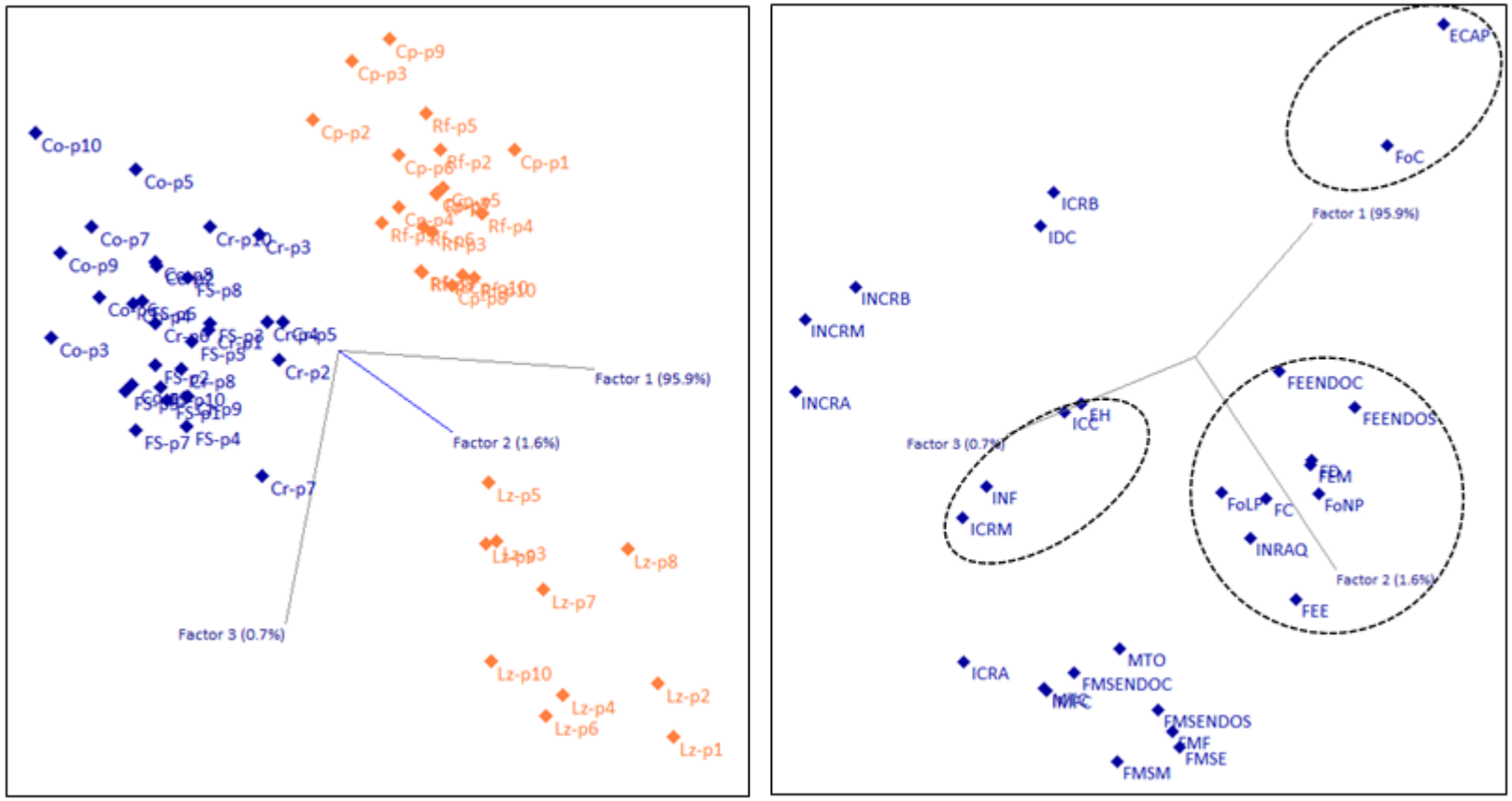


Figura 12. a) Gráfico tridimensional de dispersão dos acessos das populações de macaúba obtido com 29 descritores - *A. aculeata* (em laranja) e *A. totai* (em azul); b) Gráfico tridimensional de dispersão dos descritores utilizados na avaliação das populações de *Acrocomia*

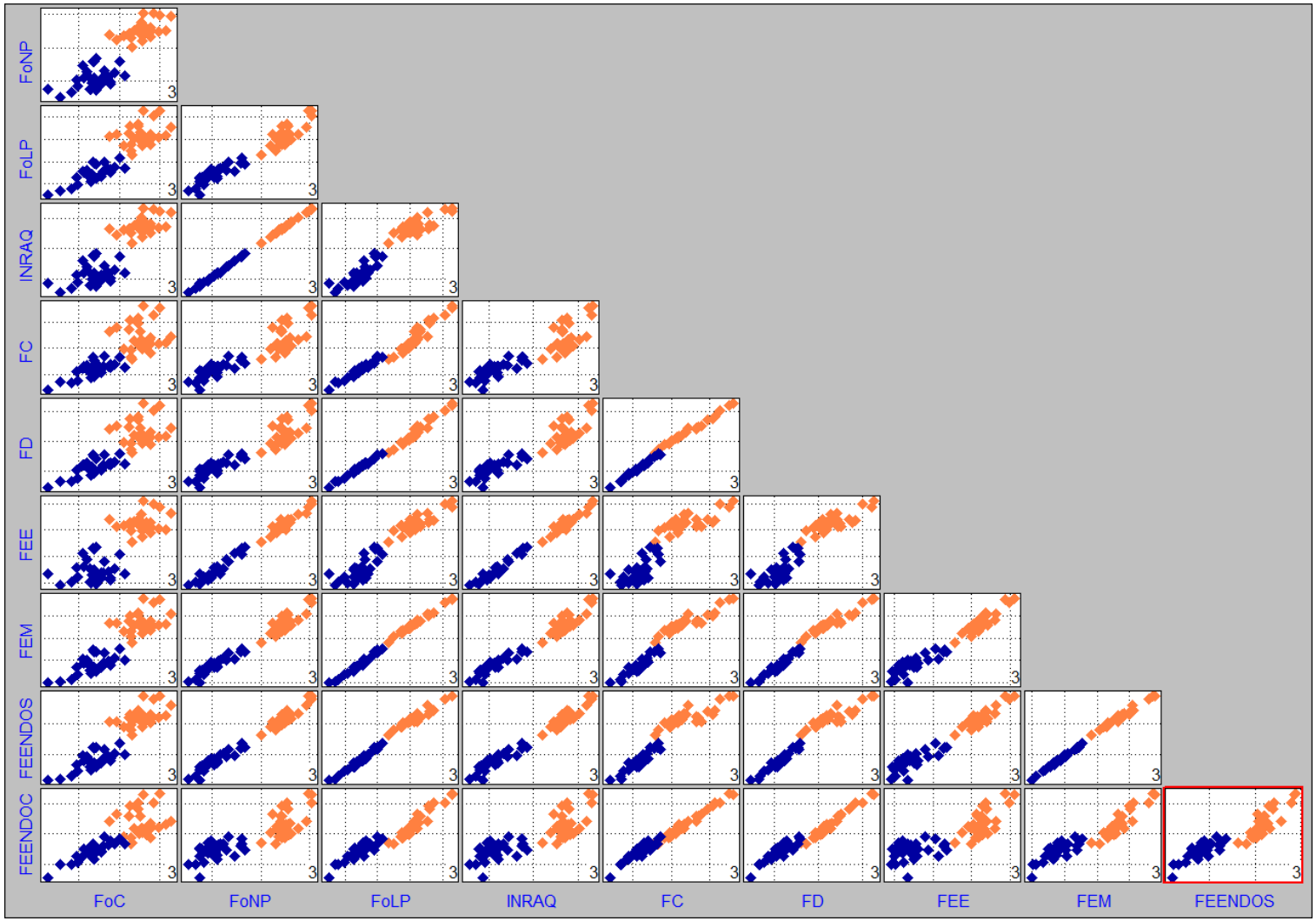


Figura 13. Diagramas de dispersão dos descritores de maior peso na CP1 e CP2 ocasionando a separação das espécies *A. aculeata* (em laranja) e *A. totai* (em azul).

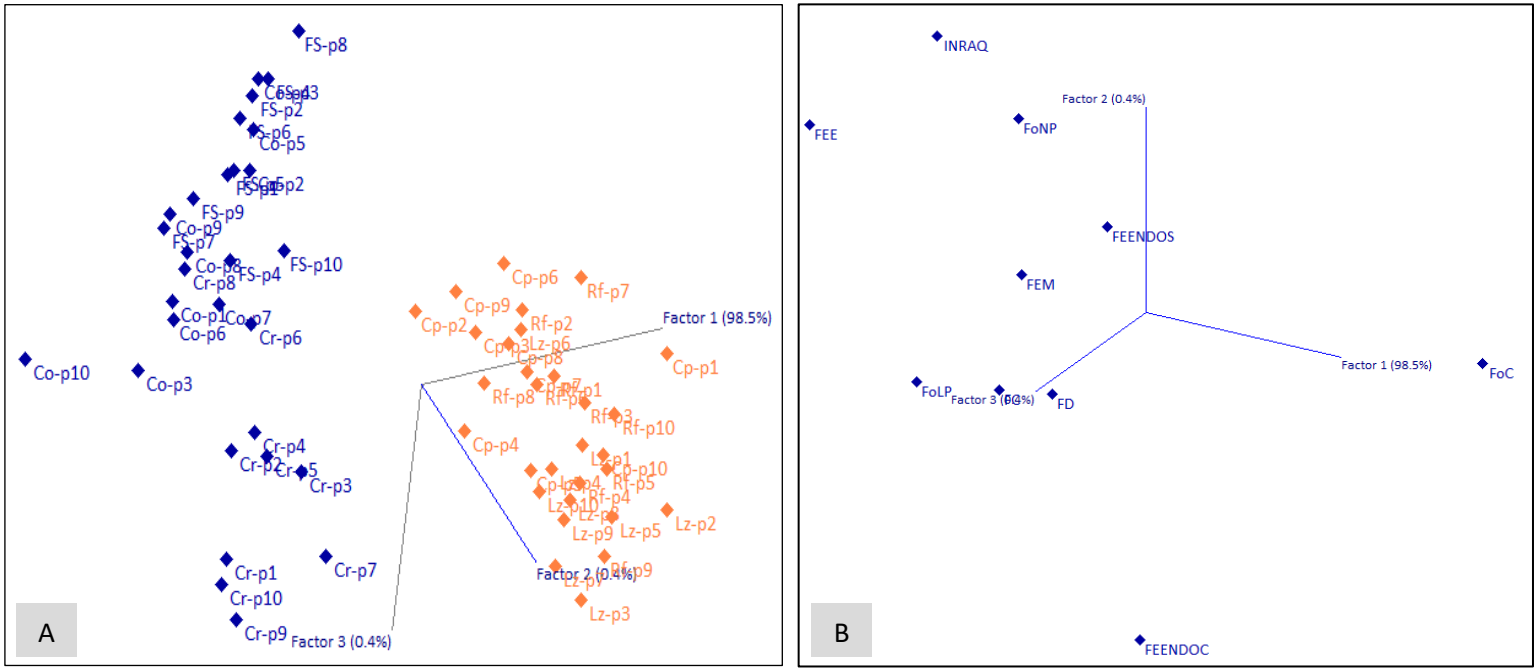


Figura 14. a) Gráfico tridimensional de dispersão dos acessos das populações de macaúba, com 10 descritores quantitativos selecionados - *A. aculeata* (em laranja) e *A. totai* (em azul); b) Gráfico tridimensional de dispersão dos 10 descritores utilizados na avaliação

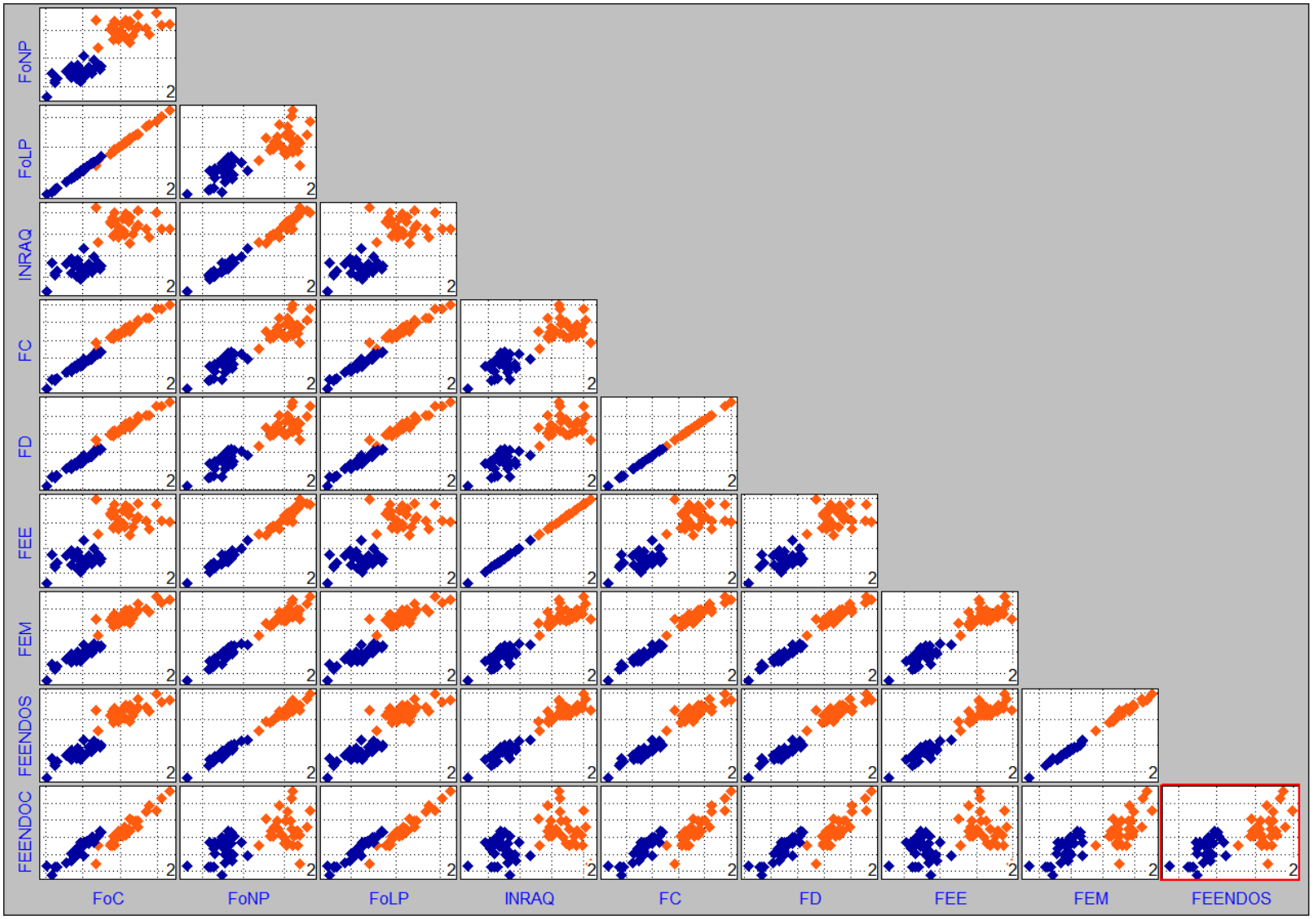


Figura 15. Diagramas de dispersão dos descritores quantitativos selecionados demonstrando a permanência da separação das espécies *A. aculeata* (em laranja) e *A. totai* (em azul).

4.5 Análise de agrupamento

O resultado da análise de agrupamentos pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA) a partir da medida de dissimilaridade de Gower encontra-se apresentado nas Figuras 16 e 17. No primeiro caso foram considerados 42 descritores na análise de dados (33 quantitativos e 9 qualitativos) e a Figura 16 revelou a formação de dois grupos distintos, um representado pelas plantas da espécie considerada *A. aculeata* (G1) e outro pelas plantas da espécie *A. totai* (G2). No segundo caso (Figura 17), foram considerados os 17 descritores mais informativos, sendo 10 quantitativos e 7 qualitativos. Da mesma forma, observa-se a formação dos mesmos dois grupos, ou seja, a separação de ambas as espécies. Porém, desta vez, de forma mais evidente, ou seja, com estrutura genética mais pronunciada.

O uso da UPGMA para observação da estruturação das populações das espécies em estudo foi considerado eficiente, pois o valor do coeficiente cofenético obtido para os dendrogramas apresentados nas figuras 16 e 17 foi de 0,83 e 0,92, respectivamente. Conforme sugerem BUSSAB et al. (1990), análises de agrupamento são considerados aceitáveis se produzirem um coeficiente de correlação cofenético a partir de 0,80. Entretanto, outros autores como ROHLF & FISHER (1968) consideram como bons resultados valores superiores a 0,91.

Estudos recentes realizados com culturas distintas utilizando diferentes métodos de agrupamento mostram que o método UPGMA foi o que obteve melhores resultados, como encontrados por Aramendiz-Tatis et al. (2011), estudando divergência genética entre genótipos de berinjela observaram que o método de agrupamento hierárquico UPGMA mostrou ser mais fidedigno do que os métodos Ward e Vizinho Mais Próximo (VMP), uma vez que comparando os valores de correlação cofenética entre os diferentes métodos, o UPGMA teve valor de 0,9, enquanto Ward e VMP tiveram valores de 0,7 e 0,8, respectivamente. Essa maior fidedignidade do UPGMA em relação ao método de Ward e VMP pode ser explicado pelo fato de que este método é baseado em médias aritméticas, enquanto o VMP considera o menor valor entre dois genótipos e o Ward considera a menor soma de quadrados em cada etapa do processo de formação dos grupos

Em estudos de caracterização morfoagronômica e divergência genética em 17 acessos do banco de germoplasma de bananeira foi obtido coeficiente de correlação cofenético de 0,77 para análise conjunta dos dados quantitativos e qualitativos fundamentada no algoritimo de Gower, os genótipos foram agrupados pelo método UPGMA formando quatro grupos

(SOUZA et al., 2010). Valores superiores foram encontrados nesse trabalho, onde o valor obtido para o coeficiente de correlação cofenético para análise conjunta foi de 0,82 (todos os descritores) e 0,92 (descritores selecionados).

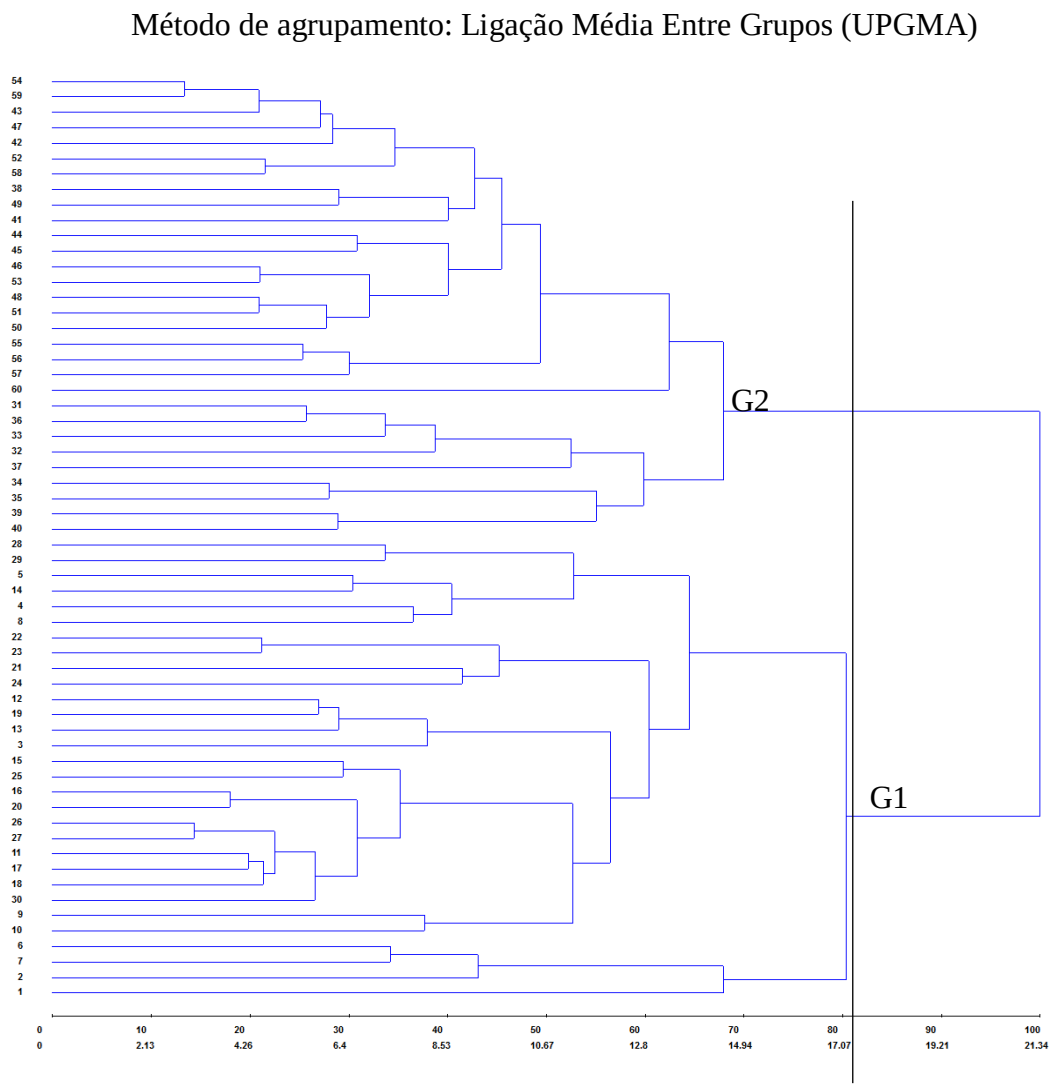


Figura 16. Dendrograma de dissimilaridade baseado no algoritmo de Gower e pelo método de agrupamento UPGMA a partir de 33 descritores quantitativos e 9 descritores qualitativos de 60 acessos da espécie *Acrocomia*. G1- *A. aculeata*, G2 – *A. totai*.

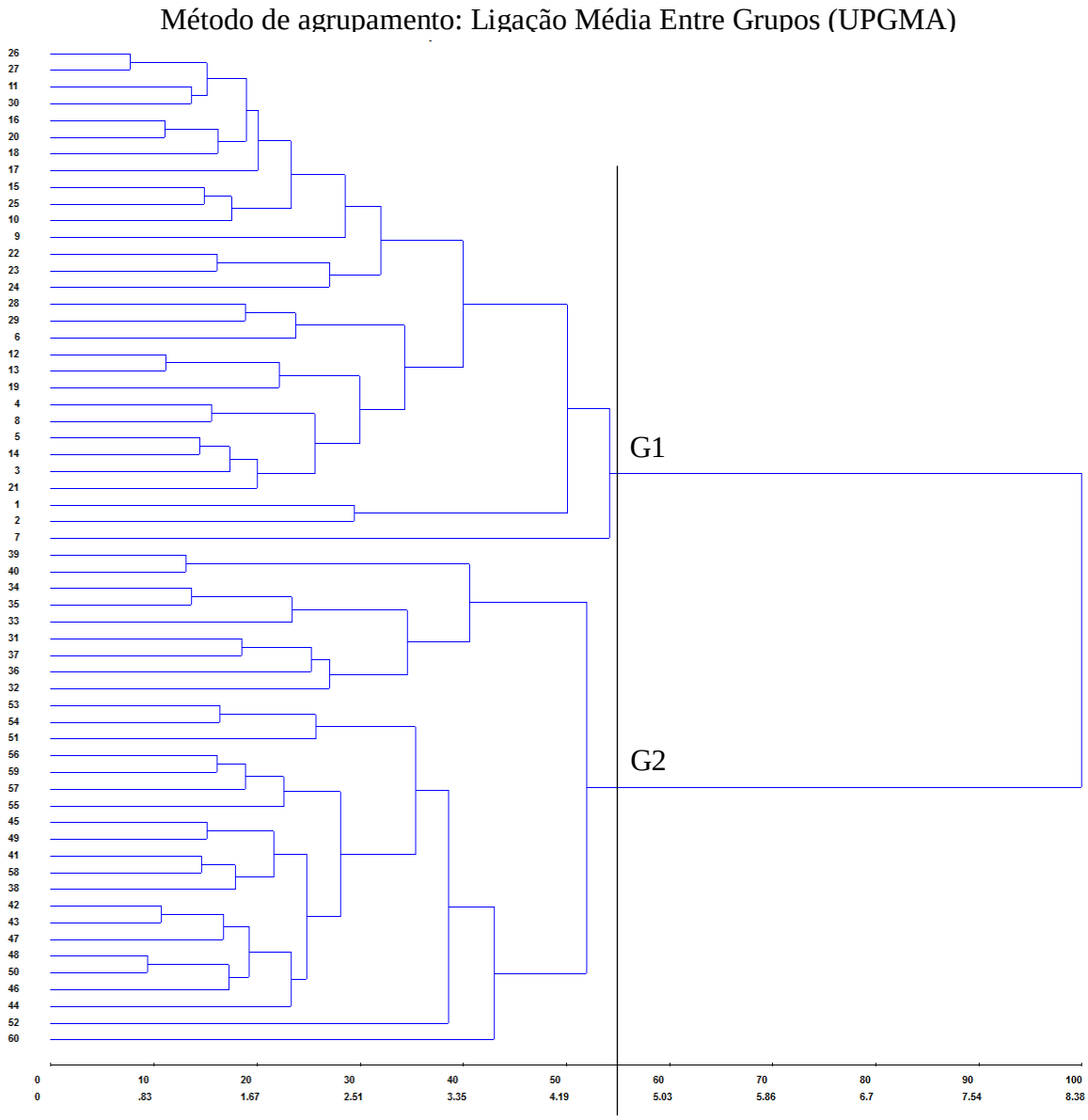


Figura 17. Dendrograma de dissimilaridade baseado no algoritmo de Gower e pelo método de agrupamento UPGMA, a partir de 17 descritores selecionados (10 quantitativos e 7 qualitativos) de 60 acessos da espécie *Acrocomia*. G1- *A. aculeata*, G2 – *A. totai.*

5 CONCLUSÕES

1. Os descritores agromorfológicos adotados para o estudo foram capazes de diferenciar as espécies *A. aculeata* e *A. totai.*

2. Dos 42 descritores utilizados, dezessete deles foram retidos pela análise de componentes principais como sendo os descritores mínimos capazes de diferenciar as espécies.

3. Houve descarte de 60% do total de descritores utilizados na caracterização das populações, evidenciando a necessidade de não se trabalhar com número excessivo de descritores.

4. A adoção de menor número de descritores necessário para explicar a variação total poderá resultar em economia de tempo e de recursos em futuros trabalhos que utilizarão essa mesma base de dados, sem perda significativa de informação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. G; PRIOLLI, R.H.G.; FILHO, J. A. A.; NUCCI, S. M.; ZUCCHI, M. I.; COELHO, R. M.; COLOMBO, C. A. The genetic structure and mating system of Acrocomia aculeata (Arecaceae). **Genetics and Molecular Biology (Impresso)**, v.35, p.1-3, 2012.

ADVINCULA, T. L. **Caracterização citogenética de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex Mart**. 2016. 81f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.

ALMEIDA, S. S. **Palmeiras da Amazônia Oriental: importância paisagística, florística e econômica.** In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA: DESAFIOS DA BOTÂNICA BRASILEIRA NO NOVO MILÊNIO, 54., 2003, Belém. UNAMA, 2003. 1 CD- Rom

ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; MARINONI, L. **Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos**. Ribeirão Preto: Holos. 1998. 78p.

AMARAL, F.P. Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da macaúba [Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart]- Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp. 2007. 66p. (Dissertação, Mestrado em Agronomia).

AMBIENTE BRASIL **Biodiesel no tanque**. Disponível em: <http//www.ambientebrasil.com, br/ambiente energia>. Acesso em: 06 jun 2016.

APROBIO. Anais eletrônicos. Disponível em: <http://www.aprobio.com.br/destaque_relatorio.html> 2012. Acesso em 20 junho 2012.

ARAMENDIZ-TATIS, H; SUDRÉ, C. P; GONÇALVES, L. S. A; RODRIGUES, R. Potencial agronômico e divergência genética entre genótipos de berinjela nas condições do Caribe Colombiano. Horticultura Brasileira. 29:174-180, 2011.

ARBOLES **Area del canal de Panamá *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart**. Disponível em: <http://www.ctfs.si.edu/webatlas/spanish/acropa.htm Acesso em: 18 jul. 2016.

BALAKRISHNAN, P. C.; NAMBOODIRI, K. M. N. Genetic divergence in coconut. **Indian Coconut Journal**, v.18, p.13-19, 1987.

BARBOSA RODRIGUES, J. **Sertum palmarum brasiliensium**. 1. ed. Bruxelles: Monnon, 1903. 116p.

BECCARI, O. **Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na agricultura autóctone do Sul do Estado de São Paulo**. 1916. 103f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BEKELE, F. L.; KENNEDY, A. J.; McDAVID, C.; LAUCKNER, F. B.; BEKELE, I. Numerical taxonomic studies on cacao (*Theobroma cacao* L.) in Trinidad. **Euphytica**, v.75, p.231-240, 1994.

BEN. Balanço Energético Nacional 2014. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/> Acesso em 15 junho de 2015.

BERTON, L.H.C. Avaliação de populações naturais, estimativas de parâmetros genéticos e seleção de genótipos elite de macaúba (Acrocomia aculeata). 2013. 154f. Tese (Tese em Melhoramento genético de plantas) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP. Disponível em: Acesso: 22 jan 2016.

BITTENCOURT, I.F.; VENÂNCIO, M.M.H.; BERTON, L.H.C.; AZEVEDO FILHO, J.A. de; COLOMBO, C.A.; CARVALHO, C.R.L. Estabelecimento de curvas de calibração em espectroscopia no infravermelho próximo para teores de lipídeos e de ácido oleico em frutos de macaúba. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2016, Campinas. **Anais 2016...** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2016. Nº 16113.

BOER, J.G.W. **The indigenous palms of Suriname**. 5. ed. Mededelingen, Rijksuniversiteit te Utrecht Botanisch Museum en Herbarium, 1965. 172p

BORA, P.S.; ROCHA, R.V.M. Macaiba palm: fatty anda amino acids composition of fruits. **Ciência Tecnologia & Alimentos,** Altaga, v.4, p.158-162, 2004.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Plant Breeding**. 5.ed. Viçosa, 2009. 529p.

BRIGGS, D. & WALTERS, S.M. **Plant Variation and Evolution. University Press.**, 3ª ed., Cambridge, 1997. 185p.

BUSSAB, W. de O.; MIAZAKI, E.S.; ANDRADE, D.F. **Introdução à análise de agrupamentos**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. 105p.

CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.; FOGAÇA, C.M. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Revista Ceres**, v.55, p.243-250, 2008.

CARGNIN, A., ET al., Potencial da macaubeira como fonte de matéria prima para produção de biodiesel, in IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais. 2008, Anais do IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais Brasília.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R.M. **Análises Químicas de Alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 1990, 121p. (Manual Técnico).

CLEMENT, C.R. **Descriptores minimos para el pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K. y sus implicaciones filogenéticas**. 1986. 128f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade de Costa Rica, São José.

CONCEIÇÃO, E.O.; MULLER, A.A. **Botânica e morfologia do dendezeiro**. In: VIEGAS, I. de J.M.; MULLER, A.A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p.31-44.

CONCEIÇÃO, A.L.da S. **Seleção de descritores e análise de agrupamento em acessos de tabaco.** 2015. 140f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

COCININI, G. **Caracterização de frutos e óleos de polpa de macaúba dos biomas do cerrado e pantanal do estado do Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2012. 128f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande.

COIMBRA, M. C.; JORGE, N. **Proximate composition of guariroba (Syagrus oleracea), jerivá (Syagrus romanzoffiana) and macaúba (Acrocomia aculeata) palm 16 fruits**. Department of Food Engineering and Technology, São Paulo State University, São José do Rio Preto, Brazil, 2011.

COIMBRA, M.C.; JORGE, N. Characterization of the pulp and kernel oils from *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana*, and *Acrocomia aculeata*. **Journal of Food Science**, v.76, p.1151-1161, 2011.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, p.271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

CRUZ C.D. **Programa Genes - Diversidade Genética**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. v.1. 278p

CRUZ, J.L.; MOSQUIM, P.R.; PELACANI, C.R.; ARAÚJO, W.L.; DAMATTA, F.M. et al. Effects of nitrate nutrition on nitrogen metabolism in cassava. Biologia Plantarum (Praha), v.48, n,1, p.67-72, 2004.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. v. 2.

DE LA SOTA, E.R.; PAZOS, L.A.C. Two cytotypes and a new hybrid in Salvinia Seguier. **Acta Amazonica**, v.31, p.557-564, 2001

DIAS, L.A.S. **Divergência genética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao*)**. 1994. 94f. Tese (Douturado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

DRANSFIELD. J.; UHL. N.W.; ASMUSSEN C.B.; BAKER. W.J.; HARLEY. M.M.; LEWIS. C.E. 1987. ***Genera Palmarum* – the Evolution and classification of palms**. 1. ed. Londres: Kew Publishing, 2008. 732p.

ENGELS, J. M. M. **The use of botanical descriptors** – CATIE experiences. Pp. 69-76 in Proc. Workshop on the Conservation, Characterization and Utilization of Cocoa Genetic Resources in the 21st Century, Port of Spain, Trindad 13-17 September 1992. The Cocoa Research Unit, Port-of-Spain, Trindad.

ECOCROP Acrocomia aculeata Diponível em: Acesso em: 12 nov 2005.

FARIA, G. **Caracterização morfoanatômica da planta, fruto, semente e plântula de Macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq Lodd. ex. Martius)]**. 2012. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/fitotecnia) - Universidade de Lavras, Lavras.

FGV. **O biodiesel e sua contribuição ao desenvolvimento brasileiro**. Anais eletrônicos. Disponível em: <http://www.ubrabio.com.br/sites/1700/1729/00000201.pdf. 2010. Acesso em 10 março 2016.

FRANKEL, O.H.; SOULÉ, M.S. **Conservation and Evolution.** Cambridge: Cambridge University Press, 1981. 327p.

FRUITS from America: an ethnobotanical inventory Acrocomia aculeata. Disponível em: Acesso em: 8 set. 2005.

GARRIDO, J. Biodiesel permitirá corte em importação de óleo. Disponível em: Acesso em: 24 mar 2005.

GOBERT, V., MOJA, S., COLSON, M. & TABERLET, P. Hybridization in the section Mentha (Lamiaceae) inferred from AFLP markers. **American Journal of Botany,** v.89, p.2017-2023, 2002.
GRANDTNER. M.M.; **Elsevier's Dictionary of Trees**. 1. ed. The Netherlands: Elsevier B.V. 2005. 1493 p.

HENDERSON, A.; G. GALEANO; R. BERNAL. **Guia de Campo para as palmas das Américas New Jersey**. Princepton University, 1995. P.166-167.

HONGYU, K; SANDANIELO, V.L.M.; DE OLIVEIRA JUNIOR, G.J. Análise de Componentes Principais: Resumo Teórico, Aplicação e Interpretação. **E&S Engineering and Science**, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016.

INFOMETRIX. Pirouette Multivariate Data Analysis Software. Version 4.5. Bothell: Infometrix Inc., 2011. < https://infometrix.com>.

JONES, D.L. **Palms throughout the world**. 1. ed. Washington: The Smithsonian Institution Press. 1995. 410p.

LAPUERTA M., RUIZ R.A., LECHON Y. Sustainability Study of Biodiesel from Acrocomia totai. **Global NEST Journal**, v. 16, p.1046-1056, 2014

LEDO, C. A. da S.; ALVES, A. A. C.; SILVEIRA, T. C. da.; OLIVEIRA, M. M. de.; SANTOS, A. S.; TAVARES FILHO, L. F. de Q. **Caracterização morfológica da coleção de espécies silvestres de *Manihot* (Euphorbiaceae – Magnoliophyta) da Embrapa Mandioca e Fruticultura.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/EMPRAPA, 53).

LEAL, V.D.deJ. **Seleção de descritores morfoagronômico e análise de dissimilaridade genética em acessos de bananeira (*Musa spp*).** 2014. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

LLERAS, E.; CORADIN, L. La palma macauba (Acrocomia aculeata) como fuente potencial de aceite combustible. San José: FAO/CATIE,1988. p.102-122.

LORENZI, G. M. A. C. **Acrocomia aculeata (Lodd.) ex Mart. – ARECACEAE: Bases para o extrativismo sustentável**. 2006. 172f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; BEHR, N. **Palmeiras do Brasil: exóticas e nativas**. 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1996. p.1-20.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras).** 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2010. 384p.

MAMEDE, M.C.H. Observações sobre a ocorrência de prováveis híbridos entre Camarea affinis St-Hil. e Camarea hirsuta St-Hil. (Malpighiaceae**)**. **Hoehnea**, v.17, p.35-46, 1990b.

MANZANO, R. Óleo de macaúba avança no mercado. Disponível em: . Acesso em: 18 mar 2005.

MARTEL, J. H. I., FERRAUDO, A. S.; MOROÔ, J. R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de Pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) em Manaus (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v.25, p.115-118, 2003.

MARTIUS, K. F. P. **História Naturalis Palmarum**. 2. ed. Leipzig: T. O. Weigel, 1824. 285p

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C., Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de Erythrina variegata L. Revista brasileira de sementes, v.29, n.3, p.8-15, 2007.

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. Frutos de Palmeiras da Amazônia. Manaus. MCT INPA, p. 7-10, 2001.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. ***Acrocomia aculeata.*** Disponível em: <http.//www.mobot.mobot.org/cgi-bin/search> Acesso em: 16 out. 2016. Mardia K.V., J.T. Kent and J.M. Bibby. 1979. Multivariate analysis. Academic Press, London.

MORAES, R.M.; 2004. **Flora de Palmeras da Bolívia**. Plural Editores. 484p.

MOURA, E. F. Embriogênese somatica em macaúba: indução, regeneração e caracterização anatômica. Tese (Doutorado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2007. 66 p.

NOBRE, D. A. C.; DAVID, M. S. S.; MAIA, V. M.; RESENDE, J. C. F.; NOBRE, E. C. Caracterização morfométrica de uma população natural de macaúba no norte de Minas Gerais. **Energia Agrícola**, v.30, p.290-293, 2015.

NOVAES, R. F. **Contribuição para o estudo do coco macaúba.** 1952. 85f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

NUCCI, S. M. Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba. Dissertação (Mestrado em agricultura tropical e subtropical). Instituto Agronômico, Campinas – SP, 82p., 2007.

OLIVEIRA, M. S. P. **Caracterização molecular e morfoagronômica de germoplasma de açaizeiro**. 2005. 171f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 320p.
QUEROL, D. **Recursos genéticos, nosso tesouro esquecido**: abordagem técnica e sócio econômica. Trad. Joselita Wasniewski - Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 206p.

REGAZZI, A.J. **Análise multivariada, notas de aula INF 766.** Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, v.2, 2000.

RENYI, A. **On measures of entropy and information**. Fourth Berkeley Symposium, Berkley, 1960. p. 547-561, 1961.

RIBEIRO, F. E. R.; SOARES, A. R.; RAMALHO, M. A. Divergência genética entre populações de coqueiro-gigante-do-Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1615-1622, 1999.

RETTORE, R. P.; MARTINS, H.; Produção de combustíveis Líquidos a Partir de Óleos Vegetais. Relatório final, CETEC-MG, vol.1, Belo Horizonte, 1983.

ROHLF, F.J.; FISHER D.L. Test for hierarchical structure in random data sets. Systematic Zoology, Washington, v.17, p.407-412. 1968.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). SAS language and procedures: usage. Versão 8.1. **Cary, NC**, 2000. 1 CD-ROM.

SCARIOT, A. Seed dispersal and predation of the palm *Acrocomia aculeata*. **Principes**, v.52, p.5-8, 1998.

SILVA, J. C. Macaúba: fonte de matéria-prima para os setores alimentício, energético e industrial. 1994, 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy:** The principles and practice of numerical classification. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573p.

SOKAL, R. R. Statistical methods in systematics. **Journal of Biology,** San Francisco, n.40, p. 337-391, 1965.

SOUZA, T.C. de; MAGALHÃES, P.C.; PEREIRA, F.J.; CASTRO, E.M. de; SILVA JÚNIOR, J.M. da; PARENTONI, S.N. Leaf plasticity in successive selection cycles of 'Saracura' maize in response to periodic soil flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.16-24, 2010.

STEBBINS, G.L. The role of hybridization in evolution. ***Proc. Am. Phil. Soc***. v.103, p.231-251, 1959.

STUESSY, T.F. **Plant Taxonomy: The systematic evolution of comparative data**. 2. ed. New York: University Press, 1990. 450p.

TEIXEIRA, L. C. Produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, v.26, p.79-86, 2005.

The Plant List. 2013. Version 1.1. Published on the Internet: http://www.theplantlist.org/. Acesso em 02/06/2015.

VIEIRA, C. (2007) Cultura do feijão. 2ª ed. Vicosa, UFV. 146p.

WENDT, T.; CANELA, B.M.; FARIA, A.P.G.; RIOS, R.I. Reproductive biology and natural hybridization between two endemic species of Pitcairnia (Bromeliaceae). **American Journal of Botany**, v.88, p.1760-1767, 2001.

7 ANEXOS

Anexo 1. Estimativas dos coeficientes de correlação de Spearman entre as 33 variáveis quantitativas avaliadas nas espécies de *Acrocomia*, Campinas – SP, 2016.

Variáveis[1]	E_H	E_{CAP}	FO_C	FO_{NP}	FO_{LP}	I_{CC}	I_{DC}	I_{MFC}	I_{NF}	I_{NRAQ}	I_{CRB}	I_{CRM}	I_{CRA}	I_{NCRB}	I_{NCRM}	I_{NCRA}	F_{MF}
E_H	**1.000**																
E_{CAP}	-0.09	**1.000**															
FO_C	0.27	0.32	**1.000**														
FO_{NP}	0.38	0.36	0.74	**1.000**													
FO_{LP}	-0.02	0.23	0.37	0.51	**1.000**												
I_{CC}	0.45	-0.04	0.34	0.47	0.25	**1.000**											
I_{DC}	0.32	-0.40	0.02	-0.06	0.08	0.64	**1.000**										
I_{MFC}	0.32	0.06	0.55	0.59	0.43	0.63	0.38	**1.000**									
I_{NF}	0.20	0.00	0.24	0.21	0.12	0.43	0.36	0.77	**1.000**								
I_{NRAQ}	0.37	0.39	0.69	0.80	0.47	0.58	-0.01	0.65	0.37	**1.000**							
I_{CRB}	0.17	-0.04	0.08	0.06	-0.09	0.47	0.39	0.18	0.25	0.07	**1.000**						
I_{CRM}	0.39	-0.29	0.01	0.15	0.13	0.76	0.65	0.46	0.29	0.18	0.57	**1.000**					
I_{CRA}	0.19	-0.29	0.00	0.11	0.05	0.54	0.43	0.36	0.20	0.09	0.29	0.78	**1.000**				
I_{NCRB}	-0.12	-0.23	-0.34	-0.57	-0.51	-0.20	0.05	-0.34	0.14	-0.46	0.40	-0.04	-0.07	**1.000**			
I_{NCRM}	-0.08	-0.41	-0.48	-0.63	-0.45	-0.12	0.20	-0.27	0.15	-0.55	0.24	0.17	0.16	0.83	**1.000**		
I_{NCRA}	-0.04	-0.41	-0.39	-0.49	-0.32	0.02	0.26	-0.13	0.17	-0.41	0.10	0.31	0.53	0.56	0.80	**1.000**	
F_{MF}	0.31	0.18	0.57	0.72	0.57	0.50	0.18	0.56	0.01	0.60	-0.05	0.30	0.20	-0.76	-0.71	-0.57	**1.000**

Continua...

Continuação.

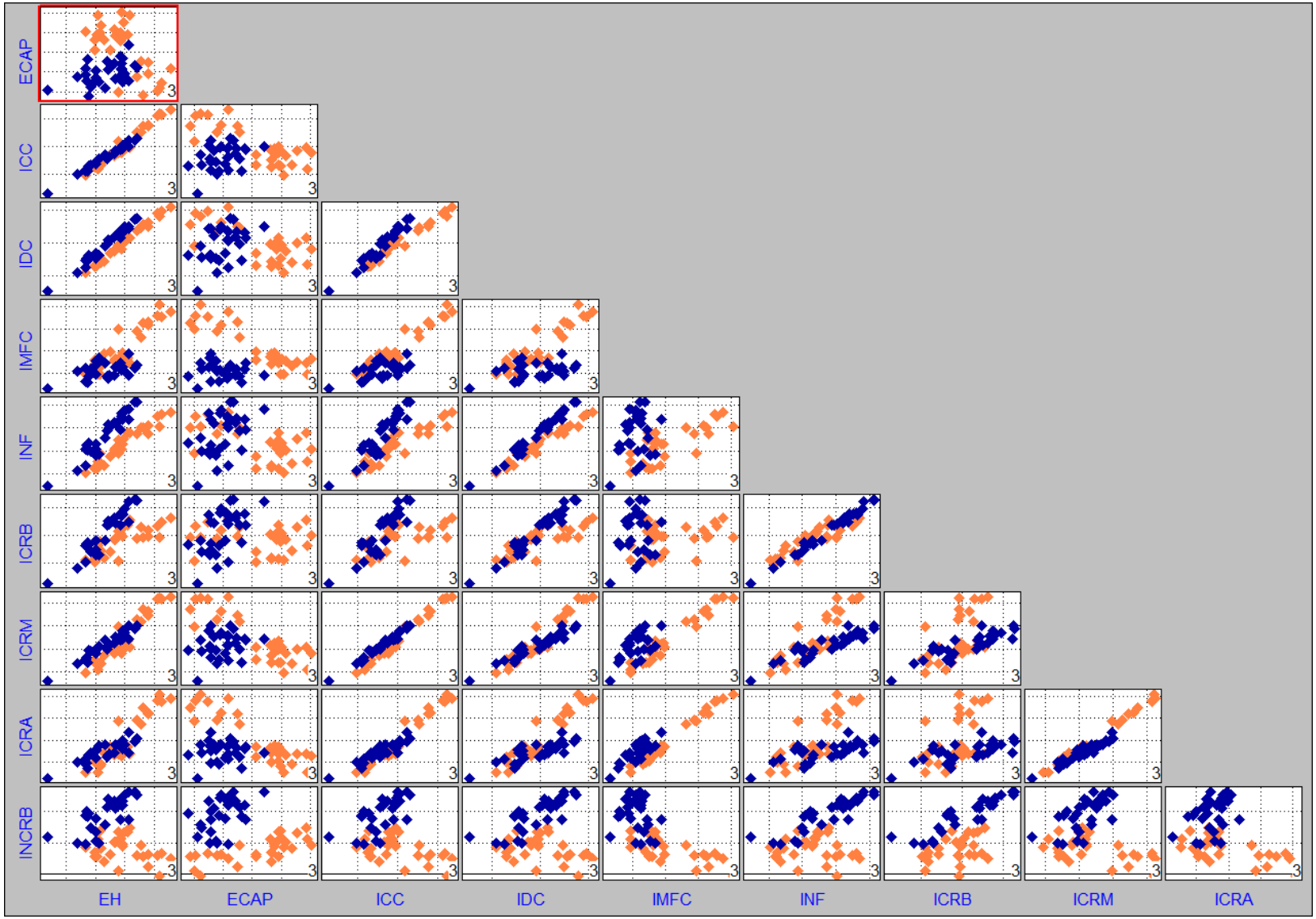
Variáveis	E_H	E_{CAP}	FO_C	FO_{NP}	FO_{LP}	I_{CC}	I_{DC}	I_{MFC}	I_{NF}	I_{NRAQ}	I_{CRB}	I_{CRM}	I_{CRA}	I_{NCRB}	I_{NCRM}	I_{NCRA}	F_{MF}
F_C	0.30	0.20	0.58	0.75	0.58	0.53	0.26	0.61	0.07	0.57	0.00	0.34	0.22	-0.74	-0.68	-0.56	0.96
F_D	0.30	0.16	0.58	0.72	0.60	0.48	0.20	0.55	0.00	0.60	-0.07	0.27	0.18	-0.76	-0.72	-0.57	0.99
F_{EE}	0.14	0.34	0.48	0.65	0.45	0.36	-0.03	0.44	-0.02	0.59	-0.07	0.14	0.14	-0.70	-0.72	-0.57	0.80
F_{EM}	0.28	0.29	0.58	0.73	0.52	0.46	0.11	0.50	0.01	0.63	0.00	0.20	0.12	-0.65	-0.65	-0.57	0.89
F_{EENDOS}	0.36	0.26	0.51	0.73	0.47	0.40	-0.02	0.41	-0.04	0.64	-0.08	0.21	0.16	-0.76	-0.68	-0.53	0.83
F_{EENDOC}	0.12	0.09	0.36	0.47	0.50	0.38	0.20	0.48	0.01	0.42	-0.06	0.29	0.21	-0.65	-0.63	-0.43	0.77
F_{MFE}	0.25	0.23	0.59	0.72	0.54	0.46	0.12	0.52	-0.01	0.61	-0.05	0.29	0.26	-0.74	-0.69	-0.52	0.94
F_{MFM}	0.31	0.17	0.55	0.72	0.58	0.52	0.21	0.55	0.01	0.59	-0.04	0.29	0.17	-0.75	-0.68	-0.56	0.98
$F_{MFENDOS}$	0.25	0.10	0.50	0.63	0.56	0.48	0.22	0.52	-0.03	0.52	-0.01	0.35	0.25	-0.76	-0.71	-0.53	0.94
$F_{MFENDOC}$	0.15	0.01	0.25	0.38	0.42	0.41	0.30	0.50	0.09	0.30	0.02	0.36	0.23	-0.56	-0.55	-0.42	0.73
F_{MSE}	0.23	0.25	0.57	0.70	0.53	0.48	0.09	0.53	-0.01	0.64	0.00	0.31	0.28	-0.73	-0.71	-0.52	0.92
F_{MSM}	0.34	0.11	0.49	0.64	0.53	0.52	0.20	0.55	0.02	0.57	0.00	0.36	0.27	-0.70	-0.62	-0.47	0.91
$F_{MSENDOS}$	0.25	0.07	0.46	0.61	0.57	0.46	0.23	0.50	-0.04	0.48	-0.03	0.35	0.25	-0.76	-0.70	-0.53	0.92
$F_{MSENDOC}$	0.18	-0.08	0.19	0.30	0.40	0.41	0.36	0.48	0.10	0.22	0.05	0.41	0.28	-0.47	-0.44	-0.32	0.68
M_{TO}	0.25	0.07	0.32	0.52	0.49	0.34	0.09	0.50	0.12	0.51	-0.15	0.21	0.26	-0.62	-0.55	-0.25	0.60
M_{TC}	0.08	-0.15	0.23	0.38	0.53	0.19	0.08	0.39	0.11	0.28	-0.12	0.26	0.31	-0.43	-0.28	-0.06	0.46

Continua...

Continuação.

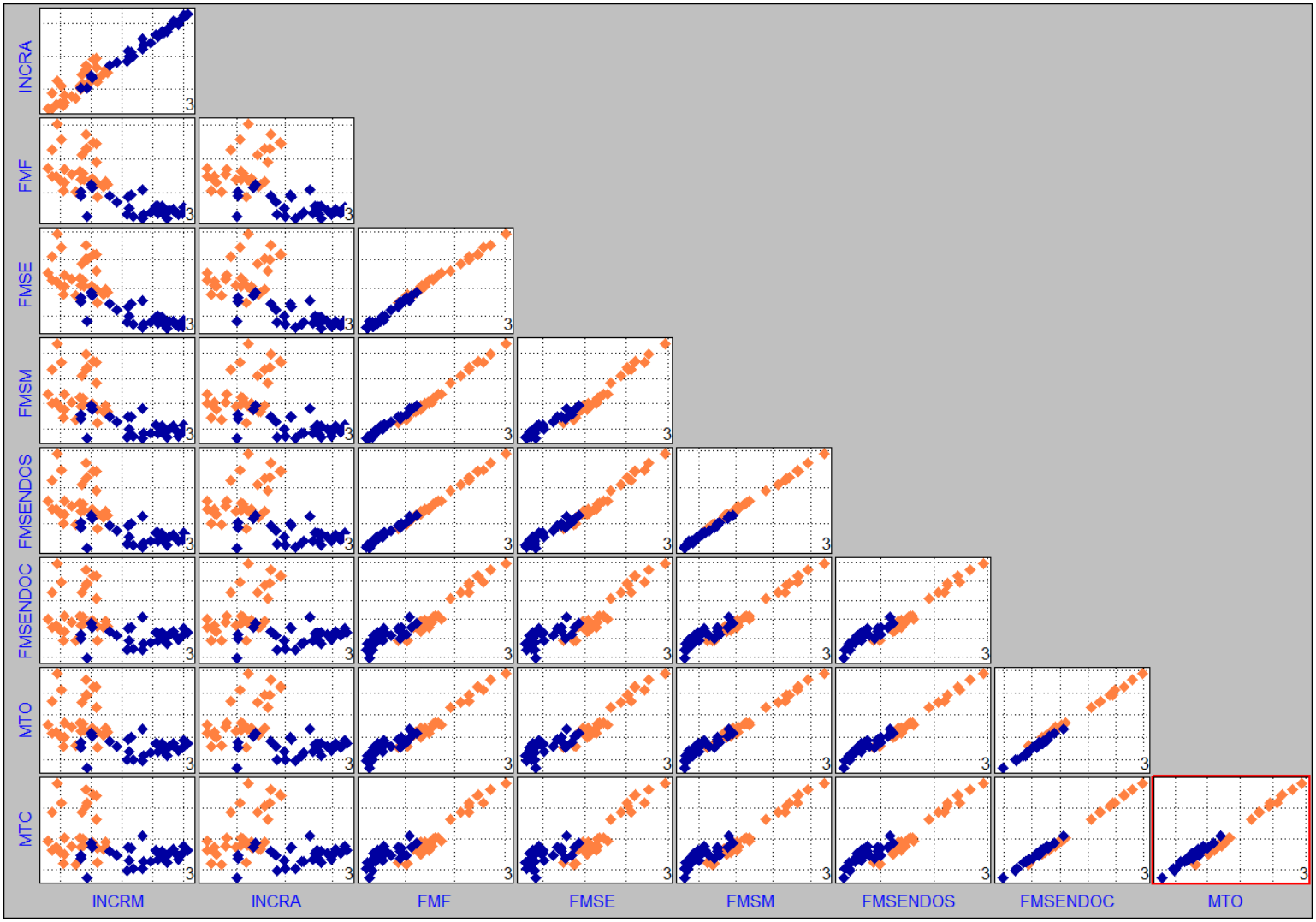
Variáveis[1]	F_C	F_D	F_{EE}	F_{EM}	F_{EENDOS}	F_{EENDOC}	F_{MFE}	F_{MFM}	$F_{MFENDOS}$	$F_{MFENDOC}$	F_{MSE}	F_{MSM}	$F_{MSENDOS}$	$F_{MSENDOC}$	M_{TO}	M_{TC}
F_C	**1.000**															
F_D	0.95	**1.000**														
F_{EE}	0.76	0.80	**1.000**													
F_{EM}	0.86	0.89	0.71	**1.000**												
F_{EENDOS}	0.78	0.82	0.82	0.73	**1.000**											
F_{EENDOC}	0.74	0.78	0.60	0.54	0.52	**1.000**										
F_{MFE}	0.90	0.94	0.88	0.87	0.84	0.70	**1.000**									
F_{MFM}	0.95	0.97	0.75	0.93	0.80	0.71	0.91	**1.000**								
$F_{MFENDOS}$	0.91	0.93	0.79	0.73	0.82	0.84	0.89	0.89	**1.000**							
$F_{MFENDOC}$	0.71	0.72	0.53	0.53	0.42	0.91	0.63	0.68	0.80	**1.000**						
F_{MSE}	0.88	0.92	0.90	0.86	0.83	0.69	**0.97**	0.89	0.88	0.61	**1.000**					
F_{MSM}	0.85	0.89	0.72	0.86	0.76	0.62	0.84	**0.93**	0.82	0.60	0.88	**1.000**				
$F_{MSENDOS}$	0.90	0.92	0.78	0.71	0.81	0.83	0.88	0.87	**0.99**	0.80	0.87	0.82	**1.000**			
$F_{MSENDOC}$	0.66	0.67	0.46	0.49	0.33	0.86	0.58	0.63	0.73	**0.96**	0.57	0.61	0.73	**1.000**		
M_{TO}	0.57	0.61	0.62	0.53	0.54	0.58	0.58	0.60	0.57	0.48	0.62	0.68	0.58	0.49	**1.000**	
M_{TC}	0.44	0.51	0.46	0.37	0.43	0.45	0.50	0.46	0.47	0.34	0.49	0.48	0.49	0.38	0.73	**1.000**

[1]Descrições das siglas dos descritores encontram-se no item 3.3-Descritores quantitativos utilizados para a caracterização das espécies (E-estipe, FO-folha, F-fruto).


ECAP
ICC
IDC
IMFC
INF
ICRB
ICRM
ICRA
INCRB
EH
ECAP
ICC
IDC
IMFC
INF
ICRB
ICRM
ICRA

Continua...

Continuação.



Anexo 2. Dispersão dos descritores de menor peso nas componentes principais que não contribuíram para a separação das espécies *A. aculeata* (em laranja) e *A. totai* (em azul).