



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA APLICADA A
AGROPECUARIA



ALYNNE REGINA NAZARE ALVES MACIEL

Diversidade genética em bacabeiras (*Oenocarpus bacaba* Mart. e *Oenocarpus distichus* Mart.) de diferentes procedências do Estado do Pará com base em caracteres morfoagronômicos

BELÉM

2022

ALYNNE REGINA NAZARE ALVES MACIEL

Diversidade genética em bacabeiras (*Oenocarpus bacaba* Mart. e *Oenocarpus distichus* Mart.) de diferentes procedências do Estado do Pará com base em caracteres morfoagronômicos

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e à Embrapa Amazônia Oriental, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Aplicada à Agropecuária, para obtenção de título de mestre. Área de Concentração: Caracterização e Conservação dos Recursos Genéticos. Orientadora: Dra. Maria do Socorro Padilha de Oliveira

BELÉM

2022

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação (CIP) Bibliotecas da Universidade
Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M152d Maciel, Alynne
Diversidade genética em bacabeiras (*Oenocarpus bacaba* Mart. e *Oenocarpus distichus* Mart.)
de diferentes procedências do Estado do Pará com base em caracteres morfoagronômicos / Alynne
Maciel, Maria do Socorro Oliveira. - 2022.
75 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Biotecnologia Aplicada à
Agropecuária (PPGBAA), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da
Amazônia, Belém, 2022.
Orientador: Profa. Dra. Maria do Socorro Oliveira
Coorientador: Prof. Dr. José Airton Rodrigues Nunes.
1. Distancia Euclidiana. 2. Repetibilidade. 3. *Oenocarpus* spp. 4. Variação fenotípica. I.
Oliveira, Maria do Socorro, *orient.* II. Título
-

ALYNNE REGINA NAZARE ALVES MACIEL

Diversidade genética em bacabeiras (*Oenocarpus bacaba* Mart. e *Oenocarpus distichus* Mart.) de diferentes procedências do Estado do Pará com base em caracteres morfoagronômicos

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e à Embrapa Amazônia Oriental, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Aplicada a Agropecuária, para obtenção de título de Mestre. Área de Concentração: Caracterização e Conservação dos Recursos genéticos. Orientadora: Dra. Maria do Socorro Padilha de Oliveira

21 de junho de 2022

Data da Aprovação

Banca Examinadora:



Orientadora

Profa. Dra. Maria do Socorro Padilha de Oliveira
Embrapa Amazônia Oriental- EMBRAPA



Coorientador

Prof. Dr. José Airton Rodrigues Nunes
Universidade Federal de Lavras-UFLA



Membro 1

Profa. Dra. Dêmora Gomes Araújo
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA



Membro 2

Profa. Dra. Elisa Moura Cunha
Embrapa Amazônia Oriental-EMBRAPA



Membro 3

Dr. Osmar Alves Lameira
Embrapa Amazônia Oriental- EMBRAPA

DEDICATORIA

*“Aos meus filhos Álvaro e Arthur
que são a minha maior riqueza,
orgulho da minha vida.”*

Ofereço

AGRADECIMENTOS

- A Deus, pela dádiva da vida e pela oportunidade que muitos não têm!
- Aos meus Pais Manoel e Regina Maciel, que são meus apoiadores incondicionais, obrigada por estarem sempre ao meu lado, e acreditarem no meu potencial, até em meus dias mais dolorosos.
- Ao meu companheiro e amigo Fenando Santos, levo contigo muito mais que o nosso matrimônio, mas uma amizade incrível. Obrigada por todo incentivo, apoios, inúmeros cafés, e muitos dias em que tu foste pai e mãe dos nossos meninos para que eu pudesse concluir este trabalho.
- Aos meus filhos Arthur e Álvaro, que são meus geradores de energia, minha ambição e força, que só aumentaram com a chegada de vocês na minha vida.
- À Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA pelo “acolhimento”, oferta de curso e oportunidade da minha formação profissional.
- À Embrapa Amazônia Oriental, por viabilizar a realização deste trabalho, com infraestrutura e mão de obra. Desde a graduação até esta etapa, sempre aprendendo com os melhores profissionais da área dentro desta “casa”.
- À Dra. Socorro Padilha de Oliveira, por me permitir ser sua orientada do programa de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária. Foi uma honra ter tido a oportunidade de aprender com uma pesquisadora referência da área, não só na pesquisa, mas para a vida. És um espelho profissional para todos seus estagiários e para mim sempre será como uma mãe.
- A todos os funcionários e amigos do Laboratório de Fitomelhoramento, *in memoria* ao Euclides da Rosa Ribeiro, que nos deixou tão precocemente, cujos ensinamentos sempre serão lembrados.
- À Fundação de Apoio e Amparo à Pesquisa do Pará- FAPESPA, pela concessão da bolsa de mestrado.
- Ao Dr. Moisés Mourão, pelas inúmeras explicações estatísticas, não importando a hora ou lugar, sempre com conselhos e sugestões para este trabalho.
- Ao Dr. José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes, pela elaboração dos mapas dos artigos.
- À Dra. Lucieta Martorano, por ceder as imagens da viagem de coleta de dados de Terra Santa.
- Ao Dr. José Airton, pelo curso no Software R, ofertado pela Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos.
- Às minhas amigas Taiane Sousa, e Raylane Fernandes, e as minhas irmãs Amanda Maciel e Nelma Maciel, por estarem sempre acreditando no meu potencial e saber que posso contar com vocês sempre.

- À Cilene, secretaria do programa de pós-graduação, pelo pronto atendimento e colaboração durante a realização do curso, sempre torcendo por cada aluno.
- Aos meus colegas de turma do curso de biotecnologia, em especial ao Benedito Maia, por sua amizade e dedicação durante todas as disciplinas cursadas juntos.
- A todos que direta e indiretamente contribuíram para realização deste trabalho, meu muito obrigada!

RESUMO

O objetivo do estudo foi estimar e avaliar os parâmetros genéticos entre e dentro de procedências de *O. bacaba* e *O. distichus* do Estado do Pará por meio de descritores morfoagronômicos, para subsidiar informações na conservação e manejo dessas espécies. Em *O. bacaba* foram avaliados 43 indivíduos das procedências Baião e Terra Santa para dezoito caracteres: três da planta, seis de cacho e nove de fruto. Para *O. distichus*, foram mensurados em 62 indivíduos das procedências Marabá, Belém, São João do Araguaia e Baião quanto a quinze caracteres: três da planta, quatro de cacho e oito de fruto. Os dados foram submetidos às análises uni e multivariada, sendo essa última pela análise de agrupamento via distância Euclidiana e plotagem de dendrogramas pelo método de ligação completa e por análise de componentes principais. Para as duas espécies foi estimado o número mínimo de medições necessárias para um eficiente processo de coletas de campo pelo uso do coeficiente de repetibilidade por quatro diferentes métodos. Para *O. bacaba* a maior divergência foi encontrada entre os indivíduos TS-22 de Terra Santa e BAI-8 de Baião. Os indivíduos desta espécie foram agrupados em seis grupos divergentes. Os caracteres peso de cem frutos e número de ráquulas por cacho tiveram as maiores contribuições na divergência entre procedências, com os quatro primeiros componentes absorvendo 63,40% da variação acumulada. No caso de *O. distichus*, a maior divergência ocorreu entre dois indivíduos de Belém, BEL-11 e BEL- 8, com a formação de sete grupos distintos. Os caracteres peso de cem frutos e número de ráquulas por cacho também apresentaram as maiores contribuições na divergência de *O. distichus*, em que os três primeiros componentes principais concentraram 66,16 % da variância acumulada. Os coeficientes de repetibilidade estimados para os seis caracteres em *O. bacaba* e *O. distichus* exibiram resultados diferentes pelos quatro métodos, sendo o de componentes principais o de melhor predição. Para um eficiente processo de coleta de campo das duas espécies de bacabeiras, considera-se como o número ideal onze medições nos indivíduos de *O. bacaba*, e quatro em *O. distichus* para alcançar nível de 90% de determinação, em áreas de ocorrência espontânea

Palavras-chave: Distancia Euclidiana. Repetibilidade. *Oenocarpus spp.* Variação fenotípica.

ABSTRACT

The objective of the study was to estimate and evaluate the genetic parameters between and within provenances of *O. bacaba* and *O. distichus* in the state of Pará using morphoagronomic descriptors, to provide information on the conservation and management of these species. In *O. bacaba*, 43 individuals from Baião and Terra Santa were evaluated for eighteen characters: three from the plant, six from the bunch and nine from the fruit. For *O. distichus*, fifteen characters were measured in 62 individuals from Marabá, Belém, São João do Araguaia and Baião sources: three from the plant, four from the bunch and eight from the fruit. Data were submitted to univariate and multivariate analyses, the latter being by cluster analysis via Euclidean distance and dendrogram plotting by the complete linkage method and principal component analysis. For the two species, the minimum number of measurements necessary for an efficient field collection process was estimated using the repeatability coefficient by four different methods. For *O. bacaba* the greatest divergence was found between TS-22 from Terra Santa and BAI-8 from Baião. Individuals of this species were grouped into six divergent groups. The characters weight of one hundred fruits and number of rachillas per bunch had the greatest contributions to the divergence between provenances, with the first four components absorbing 63.40% of the accumulated variation. In the case of *O. distichus*, the greatest divergence occurred between two individuals from Belém, BEL-11 and BEL-8, with the formation of seven distinct groups. The characters weight of one hundred fruits and number of rachillas per bunch also presented the greatest contributions to the divergence of *O. distichus*, in which the first three main components concentrated 66.16 % of the accumulated variance. The repeatability coefficients estimated for the six characters in *O. bacaba* and *O. distichus* showed different results by the four methods, with the principal components being the one with the best prediction. For an efficient process of field collection in the two species of bacaba palm, eleven measurements in the individuals of *O. bacaba*, and four in *O. distichus* are considered as the ideal number for the evaluated characters to reach a level of 90% of determination, in spontaneously occurring areas.

Keywords: Euclidean distance. Repeatability. *Oenocarpus* spp. phenotypic variation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Contextualização

Figura-1 Ponto de venda açaí e bacaba em feira aberta em Belém-Pa. 24

Artigo 1

Figura 1- Aspecto geral de um exemplar de *O. bacaba*. 26

Figura 2- Localização das duas procedências do Estado do Pará: Terra Santa e Baião, onde foram identificados indivíduos de *O. bacaba* para a coleta de dados. 27

Figura 3- Caracteres vegetativos mensurados nos indivíduos de *O. bacaba* nas procedências de Baião e Terra Santa do Estado do Pará. A- NCP: número de cachos por planta (Unid.); B- CAP: circunferência a altura do peito (cm) e C- CEN: comprimento de cinco entrenós (cm)..... 28

Figura 4- Caracteres de cacho mensurados nos 43 indivíduos de *O. bacaba* em duas procedências do Estado do Pará. A- PTC: peso total do cacho (kg); B- CRC: Comprimento da ráquis central (cm); C- CIRC- circunferência do cacho (cm); D- CR: comprimento da ráquila (cm); E- NCR: número de ráquias (und.); e F- PCF: Peso de cem frutos. 29

Figura 5- Caracteres de frutos avaliados em uma amostra retirada ao caso de cada cacho de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará. A- PF: peso do fruto (g); B-DT: diâmetro transversal (mm); C-DL: diâmetro longitudinal (mm); D- PS: peso da semente (g); E- EP: espessura da polpa (mm); F- EA: espessura da amêndoa (mm). 34

Figura 6- Dendrograma obtido pelo método ligação completa, gerado com base nas distâncias euclidianas, a partir dos 18 caracteres morfoagronômicos avaliados em 43 indivíduos de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará. TS: Terra Santa e BAI: Baião..... 36

Figura 7- Representação plana dos caracteres morfoagronômicos avaliados e distribuição dos 43 indivíduos de *O. bacaba* amostrados nas duas procedências do Estado do Pará. Eixos 1 e 2 definidos pela análise dos componentes principais..... 37

Artigo 2

Figura 1 - Aspecto geral de um exemplar de *O. distichus*..... 42

Figura 2 - Localização das áreas de ocorrência natural de *O. distichus* em quatro procedências do Estado do Pará. 44

Figura 3 - Caracteres de planta avaliados em 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará (Belém, Baião, Marabá e São João do Araguaia): (A) NCP:

número de cachos por planta (Unid.); (B) CAP: circunferência a altura do peito (cm); e (C) CEN: comprimento de cinco entrenós (cm)..... 45

Figura 4 - Caracteres de cacho mensurados em 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará (Belém, Baião, Marabá e São João do Araguaia): (A) PTC: peso total do cacho (kg); (B) CRC: Comprimento da raque central (cm); (C) NRC: número de ráquias (und.) e (D) PCF: Peso de cem frutos (g)..... 45

Figura 5 - Caracteres de fruto avaliados em *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará (Belém, Baião, Marabá e São João do Araguaia): (A) DL: diâmetro longitudinal (mm); (B) DT: diâmetro transversal (mm); (C) PF: peso do fruto (g); (D) EP: espessura da polpa (mm); (E) EA: espessura da amêndoa (mm) e (F) PS: peso da semente (g)..... 46

Figura 6 - Dendrograma obtido pelo método de ligação completa, gerado com base nas distâncias euclidianas médias, a partir de quinze caracteres morfoagronômicos avaliados entre quatro procedências de *O. distichus* no Estado do Pará..... 50

Figura 7 - Variância relativa e acumulada com base nas estimativas dos autovalores associados aos componentes principais dos quinze caracteres morfoagronômicos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará..... 51

Figura 8 - Dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais associados à divergência genética de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará, obtida com base em quinze caracteres morfoagronômicos. 51

Figura 9 - Dendrograma obtido pelo método de ligação completa, gerado com base nas distâncias euclidianas, a partir de quinze caracteres morfoagronômicos avaliados, entre 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará..... 53

Figura 10 - Variância relativa e acumulada com base nas estimativas dos autovalores associados aos componentes principais de quinze caracteres morfoagronômicos avaliados em 62 indivíduos de *O. distichus*, provenientes de quatro procedências do Estado do Pará..... 55

Figura 11 – Contribuição dos cinco primeiros componentes principais nos autovalores dos quinze caracteres morfoagronômicos avaliados nos 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará..... 56

Figura 12- Representação gráfica dos quinze caracteres morfoagronômicos avaliados e a distribuição dos 62 indivíduos de *O. distichus* amostrados, nas quatro procedências do Estado do Pará, nos eixos 1 e 2 definidos pela análise dos componentes principais..... 56

Artigo 3

Figura 1- Identificação dos municípios onde foram realizadas as expedições de coleta de *O. bacaba* e de *O. distichus* no Estado do Pará..... 62

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

- Tabela 1-** Distribuição dos indivíduos de *O. bacaba* acordo com as duas procedências do Estado do Pará..... 29
- Tabela 2-** Teste F para o efeito fixo entre duas procedências de *O. bacaba* do Pará. Fc: valor de “F” calculado; Pr>Fc: Valor de “P”, CV (%) Coeficiente de variação. ^{ns}: Não significativo; ** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente..... 30
- Tabela 3-** Estatística simples para os dezoito caracteres avaliados em 43 indivíduos de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará.....31
- Tabela 4-** Estimativas das maiores e das menores distâncias euclidianas obtidas entre os pares formados pelos 43 indivíduos *O. bacaba* avaliados em duas procedências do estado do Pará.
- Tabela 5-** Estimativas da contribuição relativa (*S_j*) e da porcentagem de cada caráter morfoagronômico para a divergência genética entre 43 indivíduos *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará..... 32
- Tabela 6-** Estimativas dos autovalores e das variâncias associadas aos componentes principais (CP) para 18 caracteres morfoagronômicos avaliados em 43 indivíduos de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará..... 35
- Tabela 7-** Conjunto dos autovetores relativos aos 18 caracteres avaliados nos 43 indivíduos de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará..... 35

Artigo 2

- Tabela 1 -** Identificação das procedências e dos indivíduos de *O. distichus* nos quatro locais de coleta do Estado do Pará..... 46
- Tabela 2 -** Testes “F” e níveis de significância para quinze caracteres morfoagronômicos avaliados, em quatro procedências de *O. distichus* no Estado do Pará. ^{ns}: Não significativo; ** e *: significativo pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente..... 47
- Tabela 3 –** Agrupamento de médias para quatro procedências de *O. distichus* do Estado do Pará com base em quinze caracteres morfoagronômicos. CV (%): coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não são significativas pelo teste Scott & Knott ($p \leq 0,05$).
.....48

Tabela 4- Estimativas da contribuição relativa (S_j) e da porcentagem dos quinze caracteres morfoagronômicos para a divergência genética entre 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará..... 54

Artigo 3

Tabela 1 – Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (\hat{r}), coeficientes de determinação (R^2) e o cálculo do número de medições necessárias (η_0), para caracteres da planta e de cacho em *O. bacaba*, utilizando os métodos ANOVA (análise de variância), CPCV (componentes principais com base na matriz de covariância), CPC (componentes principais com base na matriz de correlação) e AE (análise estrutural)..... 66

Tabela 2 – Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (\hat{r}), coeficientes de determinação (R^2) e o cálculo do número de medições necessárias (η_0), para caracteres de cacho e planta de *O. distichus*, utilizando os métodos ANOVA (análise de variância), CPCV (componentes principais com base na matriz de covariância), CPC (componentes principais com base na matriz de correlações) e AE (análise estrutural)..... 67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE-Análise estrutural

ACP- Análise dos componentes principais

ANOVA- Análise de variância

CAP- circunferência a altura do peito

CEN- Comprimento de cinco entrenós

CIRC- Circunferência do cacho

CRC- Comprimento da raque central

COMC- Comprimento do cacho

CPC-componentes principais com base na matriz de correlações

CPCV- Componentes principais com base na matriz de covariância

DL- Diâmetro longitudinal do fruto

DT- Diâmetro transversal do fruto

EP- Espessura da polpa do fruto

EA- Espessura da amêndoa do fruto

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMAZON- Instituto do homem e meio ambiente da Amazônia

MAT- Maturação do cacho

PTC- Peso total do cacho

PCF- Peso de cem frutos

PF- Peso de fruto

PP- Peso de polpa

P S- Peso de semente

RPF- Rendimento de polpa por fruto

Und.- Unidade

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	15
REFERÊNCIA.....	19
2. VARIABILIDADE GENÉTICA EM <i>OENOCARPUS BACABA</i> MART DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DO ESTADO DO PARÁ POR CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS	23
Resumo	23
Abstract	23
2.1 Introdução	24
2.2 Material e Métodos	25
2.3 Resultado e Discussão.....	30
2.4 Conclusão	37
REFERÊNCIAS	38
3. DIVERSIDADE GENETICA ENTRE PROCEDÊNCIAS DE BACABA-DE-LEQUE (<i>OENOCARPUS DISTICHUS</i> MART.) DO ESTADO DO PARÁ POR CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS	41
Resumo	41
Abstract	41
3.1 Introdução	42
3.2 Material e Métodos.....	44
3.3 Resultado e Discussão	48
3.4 Conclusão	58
REFERÊNCIA	58
4. REPETIBILIDADE PARA CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS EM DUAS ESPÉCIE DE BACABEIRA	61
Resumo	61
Abstract	62
4.1. Introdução	63
4.2 Material e Métodos	64
4.3 Resultados e Discussão	66
4.4 Conclusão	72
REFERÊNCIAS.....	72
5. CONCLUSÕES GERAIS	76

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Nos últimos anos, as palmeiras (*Arecaceae*) vêm ganhando destaque na economia do Pará por seus acelerados crescimentos de mercados, em diversos segmentos como, na produção de artefatos rústicos, palmito, fibras, óleos e frutos, além de uma série de subprodutos, desde biocombustíveis até os fitoterápicos (SILVA *et al.*, 2021). Muitas dessas espécies possuem ocorrências espontâneas, outras não. Dentre estas, tem-se as do gênero *Oenocarpus* (Oeno= vinho e carpus= fruto), cujo significado evidencia a importância de seus frutos ao mercado de polpa processada e óleo, sendo muito consumido e comercializado nesse estado (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015; OLIVEIRA; RIOS, 2014).

Para o gênero *Oenocarpus* são aceitas seis espécies no Brasil, todas consideradas como semi-domesticadas ou não domesticadas (LEITMAN *et al.*, 2013), onde se destacam duas delas e que são monocaule, de porte arbóreo, conhecidas popularmente por bacabeiras: o bacabão (*Oenocarpus bacaba* Mart.) e bacaba-de-leque (*Oenocarpus distichus* Mart.). Essas bacabeiras possuem excelente produção de frutos e ampla comercialização local da polpa semelhante à do açaí, que é processada nos mesmos pontos de venda, supermercados e feiras livres (Figura 1), competindo com esse produto, principalmente no período de entressafra em que o açaí se torna mais oneroso (SILVA; SILVA, 2006; NOGUEIRA; SANTANA, 2009). A polpa dessas espécies tem se destacado como alimento funcional, por seu alto teor de ácidos fenólicos, flavonoides e antocianinas para a dieta humana, com teores comparáveis ou superiores a de outras frutas da mesma família, como a do açaí (CARVALHO *et al.* 2016; FINCO *et al.* 2016; OLIVEIRA *et al.* 2019).

Figura-1 Pontos de venda de açaí e bacaba em feiras livres do município de Belém-Pa.



Estatísticas sobre a produção de frutos de bacaba dão conta que no Estado do Pará alcançou 1.469 toneladas (IBGE, 2017), com o valor dos frutos na safra, em lata de 14 kg, variando de R\$15,00 a R\$ 30,00, e o preço do litro da polpa processada entre R\$4,00 a R\$15,00 (IMAZON, 2018). Vale ressaltar, que toda a produção de frutos de bacaba provém do extrativismo praticado em suas populações naturais que ocorrem em diferentes locais. Quase sempre, nesses locais, as plantas por serem altas vêm sendo derrubadas na ocasião da colheita dos cachos (FERREIRA *et al.*, 2020). O maior problema desse tipo de exploração é que essa prática pode estar ocasionando prejuízos às populações (seleção negativa), além da escassez de conhecimentos dessas espécies, incluindo estudos de genética dessas populações de diferentes municípios, que possam subsidiar um plano de manejo eficaz para estabelecimento de plantios em escala comercial (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Segundo Azevedo *et al.* (2019), para a manutenção das populações naturais se fazem necessárias estratégias de manejo adequadas para a sua conservação, pois a intensa extração de maneira predatória, a exemplo da derrubada de matrizes poderá ocasionar perda significativa da diversidade genética, devido às restrições na dispersão de sementes, conseqüentemente insucesso reprodutivo, com baixa presença de plântulas da espécie na regeneração natural.

Dessa forma, torna-se evidente a obtenção de subsídios para domesticação destas espécies, sendo necessário conhecer o potencial genético disponível em áreas de ocorrência natural. Programas de conservação dos recursos genéticos iniciam-se com a caracterização fenotípica, que consiste no processo de avaliação biométrica ou morfométrica das características dos indivíduos ainda em campo, podendo realizar a distinção e identificação de genótipos promissores, oriundo de populações, extratos florestais, áreas de ocorrência natural de modo geral, sendo uma etapa fundamental para posterior introdução desses genótipos em coleções de base (AROUCHA & AROUCHA, 2013; SENRA, 2015).

A distinção e identificação dos indivíduos a partir da caracterização fenotípica permitem quantificar a diversidade genética dentro das áreas de ocorrência natural, possibilitando a escolha de potenciais indivíduos e o estabelecimento de cruzamentos entre os divergentes para fins de recombinação genica. Essa estratégia visa avaliar a adaptação da espécie às diferentes condições edafoclimáticas do seu habitat, que geram genótipos superiores quando estáveis, os quais poderão ser utilizados em programas de melhoramento genético (MATOS *et al.*, 2019).

Estudos sobre diversidade genética possibilitam também avaliar o impacto da atividade humana sobre a biodiversidade, atuando diretamente na conservação de recursos

genéticos que podem ser utilizados na agricultura ou outros fins. Essas informações são essenciais para definir os estoques genéticos e subsidiar políticas de exploração e manejo adequado desses recursos, bem como para traçar estratégias de conservação em escalas regionais, de acordo com a demanda local (CRUZ et al., 2020). Para Ferreira *et al* (2020), as populações de bacabeiras vem sendo reduzidas em grande escala, com a implantação de grandes monocultivos, e expansão urbana, o que ocasiona também perdas de serviços ecossistêmicos.

Segundo Gomes Junior *et al* (2014), essas ações também auxiliam na conservação genética *ex situ*, direcionando táticas para a instalação de banco de germoplasma com ampla variabilidade genética, gerando informações úteis no manejo do mesmo, avaliando a necessidade de introdução de novos genótipos e subsidiando o processo de seleção dentro do banco. Dessa forma, é possível estimar diferenças genéticas entre indivíduos quanto a caracteres morfológicos por meio de vários métodos, sendo a escolha do método determinado pelo grau de precisão desejada e/ou pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ *et al*, 2004).

Abordagens multivariadas baseadas em múltiplos caracteres fenotípicos contribuem para diferenciar os indivíduos, identificar grupos dissimilares e ainda destacar os caracteres mais informativos da divergência genética (CRUZ *et. al.*,2004). Dentre as técnicas multivariadas, destaca-se o emprego das distâncias, como a euclidiana, que não necessita de um desenho experimental para ser aplicada, podendo ser calculada com base nos valores fenotípicos padronizados dos indivíduos para cada caráter. A combinação da matriz de distância euclidiana com o método aglomerativo ou de agrupamento hierárquico de ligação completa, que consiste na distância máxima entre os indivíduos mais afastados para formação do dendrograma, possibilita a visualização dos grupos mais similares e dissimilares (CRUZ et.al., 2004). Outro método que auxilia na tomada de decisão é a análise de componentes principais (ACP).

Na análise de componentes principais, o conjunto de variáveis inicial é convertido em um novo conjunto, onde cada componente é formado pela combinação linear entre as variáveis originais. O propósito é que cada componente retenha o máximo da variação total contida nos dados, que é redistribuída em eixos ortogonais entre si, ou seja, não correlacionados (VALERRA, 2008). Pela ACP também é possível identificar os caracteres que melhor descrevem a variação e, conseqüentemente, destacar os que possuem baixa contribuição, sendo passíveis de descarte, diminuindo o número de caracteres para avaliação (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

A predição da variabilidade genética pelas análises multivariadas, com base nos caracteres morfoagronômicos tem sido utilizada para diversas espécies comerciais incluindo as

palmeiras, por ser considerada uma metodologia de rápida obtenção e baixo custo. Esta estratégia já foi aplicada em acessos do Banco de germoplasma de açaí (OLIVEIRA *et al.*, 2007), em duas espécies do gênero *Acrocomia* de diferentes procedências (SILVA *et al.*, 2020), em populações naturais de guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) J. Becc.) (REIS *et al.*, 2017a), e em populações de macaúba (*Acrocomia aculeata*) (REIS *et al.*, 2017b). Como também na divergência genética de butiá (KUPSKI, 2021), na diferenciação genética de procedências de licuri (*Syagrus coronata*) (NEVES, 2021), de populações de inajazeiro (*Maximiana maripa* (Aublet)Drud) (REDIG, 2013) e de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) (SANTOS, 2011). Porém, tais estudos são poucos relatados para espécies de bacaba (IVANI, 2010; MENDES *et al.*, 2019; OLIVEIRA 2019), principalmente em procedências do Estado do Pará.

Para a avaliação da divergência genética entre indivíduos oriundos de áreas de ocorrência natural, é necessário também o planejamento adequado das expedições de coleta de campo, como por exemplo, informações sobre o número de medições necessárias para uma avaliação eficiente (MANFIO *et al.*, 2011). O coeficiente de repetibilidade permite estimar a capacidade de um organismo repetir a expressão do caráter em estudo, assim, podendo ser uma excelente ferramenta para aumentar a eficiência das coletas de campo, possibilitando definir o número de plantas necessárias para avaliar cada caráter (CRUZ *et al.*, 2012).

De modo geral, o objetivo desta pesquisa foi estimar e avaliar os parâmetros genéticos entre e dentro de diferentes procedências de *O. bacaba* e *O. distichus* do Estado do Pará. Para isso, a presente dissertação foi estruturada em três capítulos.

O primeiro capítulo/artigo aborda sobre a quantificação da diversidade genética *O. bacaba* entre e dentro das procedências de Terra santa e Baião, com base em caracteres morfoagronômicos.

No segundo capítulo/artigo, a mesma metodologia foi aplicada para avaliação da diversidade genética de *O. distichus* Mart. com dados coletados nos municípios de Belém, São João do Araguaia, Baião e Marabá, com o objetivo de estimar a variação genética entre e dentro das procedências de bacaba-de-leque.

O terceiro capítulo/artigo trata sobre a repetibilidade para caracteres de planta e de cacho em populações de *O. bacaba* e *O. distichus* no Estado do Pará, a partir de diferentes métodos. Ademais, objetivou-se determinar o número mínimo de medições necessárias para otimizar as coletas destas duas espécies de bacabeiras em áreas de ocorrência natural.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. M.; GARCIA, A. A. G. F.; CRUZ, E. D.; FILGUEIRA, A. Seleção de descritores Botânico-Agronômicos para a caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 38, N. 7, P. 807- 818. 2003.

AROUCHA, E. P. T. L., AROUCHA, M. L. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do Licuri**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 92 p.2013.

AZÊVEDO, H.S.F da S. **Estudo da diversidade genética de populações naturais de açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.)**. Embrapa Acre-Tese/dissertação, 2019.

CARVALHO A. V.; SILVEIRA T. F; SOUSA S. H. B.; MORAES, M. R.; GODOY, M. T. Phenolic composition and antioxidant capacity of bacaba-de-leque (*Oenocarpus distichus* Mart.) genotypes. **Journal of Food Composition and Analysis**, V.54, 2016.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, v. 1, 480 p. 2004.

CRUZ, D.C; REGAZZI, J.A. **Análise Multivariada Aplicada**. Universidade Federal de Viçosa, 401p., 2020.

FERREIRA, M. G. R.; SOUSA, N. R.; FRAZÃO, J. M. F.; RODRIGUES, Z. M. R. Áreas com potencial para conservação de recursos da Bacaba (*Oenocarpus distichus*) no Estado do Maranhão, Brasil. InterEspaço: **Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 6, e202039, 2020.

FINCO FD, KLOSS L. GRAEVE L. Bacaba Extrato fenólico de (*Oenocarpus bacaba*) induz apoptose na linha celular de câncer de mama MCF-7 por meio da via dependente da mitocôndria. **NFS Journal**. V5, p.5-15. 2016.

GOMES JR, R. A., DE LIMA GURGEL, F., DE AZEVEDO PEIXOTO, L., BHERING, L. L., DA CUNHA, R. N. V., LOPES, R., ... & VEIGA, A. S. Evaluation of interspecific hybrids of palm oil reveals great genetic variability and potential selection gain. **Industrial Crops and Products**, v. 52, p. 512-518. 2014.

GOMES, D. M. **Variabilidade fenotípica de caracteres vegetativos e reprodutivos em população de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth)** (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado. Instituto Agrônomo (IAC), Campinas). 2007.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Embrapa Amazônia Oriental-Livro científico (ALICE), 2014.

IBGE - **Censo Agropecuário 2017**, In: SIDRA- Sidra de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6617>. Acesso em: 30 Dez 2020.

IMAZON. **Preços de Produtos da Floresta**. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1HeH-XHhMl6PPurWg21KPDOPZfZieS3-l>. Acesso em: 3 Jan de 2022.

IVANI, S. de A. **Caracteres quantitativos de interesse para a determinação da variação genética em populações de *Oenocarpus bacaba* Mart. (Arecaceae) no Amapá.** 2010. vii, 51 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/92693>>.

KUPSKI, G. **Caracterização de frutos, biometria dos endocarpos e dissimilaridade de butiazeiros na região das Missões.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Universidade Federal da Fronteira do Sul- UFFS. 2021.

LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R.C. Arecaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15726>>. Acesso em: 28 Dez. 2020.

NEVES, G. F. Caracterização de populações naturais de Licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.(Arecaceae): **Pré-melhoramento e conservação da espécie.** 2021.

MATOS, C. H. A. et al. Selection of common cashew tree genotypes in commercial growing areas in municipalities of Piauí, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, p. 245-252, 2019.

MENDES, G. G. C.; GUSMÃO, M. T. A. de; MARTINS, T. G. V.; ROSADO, R. D. S.; ALENCAR SOBRINHO, R. S.; NUNES, A. C. P.; RIBEIRO, W. S.; ZANUNCIO, J. C. Genetic divergence of native palms of *Oenocarpus distichus* considering biometric fruti variables. **Scientific Reports**, v. 9, n. 4943, p. 1-9, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41507-4>.

OLIVEIRA, M. D. S. P. D., FERREIRA, D. F., & SANTOS, J. B. D. Divergência genética entre acessos de açazeiro fundamentada em descritores morfoagronômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42, 501-506. 2007.

OLIVEIRA, N. P. **Estudos polínicos, citogenética e quantidade de DNA nuclear em espécies do gênero *Oenocarpus* (Arecaceae).** Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). UFLA, Lavras. 2012

OLIVEIRA, M. do S. P. de; RIOS, S. de A. **Potencial econômico de algumas palmeiras nativas da Amazônia.** In: ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS, 6., 2014, Belém, PA. Atuação das ciências agrárias nos sistemas de produção e alterações ambientais: anais. Belém, PA: Ufra, 2014.

OLIVEIRA, M. do S. P.; OLIVEIRA, N. P. de. **Bacaba.** In: LOPES, R; OLIVEIRA, M. S. P.; CAVALLARI, M. M.; BARBIERI, R. L.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. Palmeiras nativas do Brasil. Embrapa, Brasília-DF, v.1, 432 p. 2015.

OLIVEIRA M do S. P de; SOUSA T; BRANDÃO C. P. **Divergência entre indivíduos de *Oenocarpus distichus* Mart. (bacaba-de-leque) numa população de Belém, PA, por meio de caracteres morfoagronômicos.** Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E). 2019.

PEREIRA, S. A.; ALVES, H. P.; SOUSA, C. da M. de; COSTA, G. L. da S. Prospecção sobre o conhecimento de espécies Amazônicas - inajá (*Maximiliana maripa* Aublt.) e bacaba

(*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista GEINTEC**–São Cristóvão/SE. Vol. 3/n. 2/ p.110-122. 2013.

REIS, E. F. D., PINTO, J. F. N., ASSUNÇÃO, H. F. D., & SILVA, D. F. P. D. Genetic diversity of macaúba fruits from 35 municipalities of the state of Goiás, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, p.277-282. 2017.

REIS, E. F. D., PINTO, J. F. N., COSTA, A. P. D., ASSUNÇÃO, H. F. D., & SILVA, D. F. P. D. Diversidade genética entre populações de guaribeiras no Estado de Goiás. **Revista Ceres**, 64, 631-636. 2017.

SANTOS, M. F. **Varição genética em populações naturais de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) por marcadores morfoagronômicos e moleculares**. 2011 (Doctoral dissertation, Tese de Doutorado). Universidade Federal do Piauí. 2011.

SILVA, A. J. B., SEVALHO, E. S., MIRANDA, I. P. Potencial das palmeiras nativas da Amazônia Brasileira para a bioeconomia: análise em rede da produção científica e tecnológica. **Ciência Florestal**, p.1020-1046. 2001.

SILVA, I. M.; SILVA, F. M. Perfil do consumidor domiciliar de açaí na região metropolitana de Belém-PA. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**, 44. Fortaleza. pp: 1- 16. 2006.

VARELLA, C. A. A. **Análise de componentes principais**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2008.

Artigo 1: Variabilidade Genética em *Oenocarpus Bacaba* Mart. de Diferentes Procedências do Estado do Pará por Caracteres Morfoagronômicos

Variabilidade Genética em *Oenocarpus Bacaba* Mart. de Diferentes Procedências do Estado do Pará por Caracteres Morfoagronômicos

Genetic Variability in *Oenocarpus Bacaba* Mart. from Different Provenances in the State of Pará by Morphoagronomic Characters

Variabilidad Genética en *Oenocarpus Bacaba* Mart. de Diferentes Sítios del Estado de Pará por Caracteres Morfoagronómicos

Recebido: 25/02/2022 | Revisado: 05/03/2022 | Aceito: 12/03/2022 | Publicado: 20/03/2022

Alyne Regina Nazaré Alves Maciel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7812-4255>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: alynnemaciel10@gmail.com

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4753-2018>

Embrapa Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: socorro-padilha.oliveira@embrapa.br

Lucieta Guerreiro Martorano

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3893-3781>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: martorano.lucietta@gmail.com

José Airton Rodrigues Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6260-7890>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: jarnunes@ufla.br

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade genética em procedências de *O. bacaba* do Estado do Pará por meio de métodos de análise multivariada aplicada em caracteres morfoagronômicos. Foram avaliados 18 caracteres, sendo três relativos à parte vegetativa, seis de cacho e nove de fruto, em 43 indivíduos do Estado do Pará. Os dados foram submetidos à análise de divergência genética entre os indivíduos pela distância Euclidiana, e os grupos formados por meio do método de ligação completa, e adicionalmente estimada a importância relativa e o descarte de caracteres por meio da análise dos componentes principais. A maior divergência ($d_{ii}' = 11,45$) foi encontrada entre os indivíduos TS-22 proveniente de Terra Santa e BAI-8 do município de Baião. O agrupamento pelo método do vizinho mais distante aplicado sobre a matriz de dissimilaridade permitiu a formação de seis grupos divergentes. O peso de cem frutos e o número de ráquulas por cacho se mostraram como os caracteres de maior contribuição para a divergência entre as procedências. Os quatro primeiros componentes principais absorveram 63,40% da variação acumulada. Os caracteres de fruto e de cacho foram os responsáveis pela variação entre indivíduos, sendo possível descartar os caracteres maturação do cacho e espessura da polpa. Os indivíduos de *O. bacaba* das duas procedências do Pará estudadas apresentam considerável variação fenotípica para os caracteres morfoagronômicos estudados, principalmente os de fruto e de cacho, sendo os de Terra Santa mais divergentes.

Palavras-chave: Agrupamento; Caracteres; Distância Euclidiana; *Oenocarpus*.

Abstract

The present work aimed to evaluate the genetic variability in provenances of *O. bacaba* do Pará through multivariate analysis applied to morphoagronomic characters. Eighteen characters were recorded, three relating to the plant, six of bunch and nine of fruit, in 43 palms in the state of Pará. Data were identified by analysis of genetic divergence between those belonging to the Euclidean distance, and the groups formed through complete binding method, and additionally performed the importance and discards of characters by principal component analysis. The greatest divergence, $d_{ii}' = 11.45$, was found between the representatives TS-22 from Terra Santa and BAI-8 from the municipality of Baião. The grouping by the furthest neighbor method trained on the dissimilarity matrix training to 6 divergent groups. The weight of one hundred fruits and the number of rachiles per bunch are the characters with the greatest contribution to the divergence between the provenances. In the analysis of the main components, the first four components absorbed 63.40% of the accumulated variation, the fruit and bunch characters are those related by the variation among selected ones, being possible to discard as variables clump maturation and thickness of the pulp. The individuals of *O. bacaba* from the two provenances of Pará studied show considerable phenotypic variation for the morphoagronomic characters studied, mainly fruit and bunch, with those from Terra Santa being more divergent.

Keywords: Grouping; Characters; Euclidean Distance; *Oenocarpus*.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo predecir la variabilidad genética en sitios de *O. bacaba* do Pará mediante análisis multivariado aplicado en caracteres morfoagronómicos. Se evaluaron 18 caracteres, tres relacionados con la planta, seis de racimo y nueve de fruto, en 43 individuos del Estado de Pará. Se analizaron los datos de divergencia genética entre individuos por la distancia euclidiana y los grupos formados a través del método de la unión completa, y adicionalmente llevó a cabo la importancia y descarte de caracteres mediante análisis de componentes principales. La mayor divergencia, $d_{ii}' = 11.45$, se encontró entre los individuos TS-22, de Terra Santa y BAI-8 de Baião. La agrupación por el método del vecino más lejano aplicado en la matriz de disimilitud permitió la formación de 6 grupos divergentes. Se demostró que el peso de cien frutos (PCF) y el número de rachiles por racimo (NRC) fueron los caracteres con mayor contribución a la divergencia entre los sitios. Los primeros cuatro componentes principales absorbieron el 63,40% de la variación acumulada, los caracteres de frutos y racimos fueron responsables de la variación entre individuos, siendo posible descartar los caracteres de maduración del racimo (MAT) y espesor de pulpa (EP). Los individuos de *O. bacaba* de los dos sitios de Pará presentan una variación fenotípica considerable para los caracteres morfoagronómicos estudiados, principalmente fruto y racimo, siendo más divergentes los de Terra Santa.

Palabras clave: Agrupamiento; Caracteres; Distancia euclidiana; *Oenocarpus*.

1. Introdução

Conhecida popularmente por bacabão ou bacaba verdadeira, *Oenocarpus bacaba* Mart. (Figura 1), destaca-se como uma palmeira encontrada naturalmente em matas densas e secundárias de terra firme dos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará e Rondônia (Leitman *et al.*, 2013), com ocorrência em capoeiras de solos bem drenados, de baixa altitude, como também em áreas de várzea (Cymerys, 2005). Essa espécie apresenta porte arbóreo e estipe monocaule, sendo usada integralmente, desde suas folhas, estipe e sementes para diversos fins (Cymerys, 2005; Cavalcante, 2010).

Figura 1- Aspecto geral de um exemplar de *O. bacaba*.



Fonte: Socorro Padilha.

Apesar do amplo uso, seu potencial econômico está nos frutos, que podem ser consumidos após o processamento da polpa, a “bacaba”, muito apreciada pelas comunidades tradicionais (Oliveira & Rios, 2014), como também na extração de óleo, similar ao azeite de oliva, de alto valor nutricional. Há relatos de que seus frutos sejam potencialmente quimiopreventivos, por exercerem inibição da proliferação celular por meio da indução do apoptose (Finco *et al.*, 2016) e até classificados como superalimento (Costa *et al.*, 2017), por ser fonte promissora de antioxidantes naturais com relevância biológica na adipogênese (Lauvai *et al.*, 2017). Mesmo com esses grandes benefícios, a produção de frutos de bacaba ainda é local, sendo abastecida exclusivamente pelo extrativismo.

O Estado do Pará é o maior produtor e consumidor da polpa de bacaba e de seus derivados, com forte ocorrência de populações naturais da referida espécie nesse Estado, de onde provém toda produção de frutos, que ocorre ainda de maneira extrativa (Imazon, 2018). Segundo a última estimativa publicada pelo IBGE (2017) a produção nacional de frutos de bacaba alcançou 3.729 toneladas, sendo o Pará responsável por 1.469 toneladas, o que representa 39,4% da produção, com valores crescentes ano após ano. Dados recentes dão conta de que na safra, a lata com 14 kg de frutos foi comercializada por até R\$30,00 e o litro da polpa processada por R\$15,00 (Imazon, 2018), gerando renda para a economia local, que pode ser expandida pela agregação de valor aos subprodutos da polpa (Homma, 2014). Contudo, a comercialização vem sendo prejudicada, uma vez que a oferta ainda é insuficiente para atender a demanda crescente do consumo (Homma, 2014), o que intensifica a pressão sobre as áreas de ocorrência natural, colocando os indivíduos de suas populações sob risco de erosão genética.

Estudos que possam auxiliar o manejo racional das populações naturais de diferentes locais e na domesticação da espécie para viabilizar o plantio comercial são escassos. A quantificação da variabilidade e divergência genética por meio de caracteres morfoagronômicos são informações úteis no manejo, bem como deve subsidiar o processo de seleção (Gomes Junior *et al.*, 2014). Tais estudos têm sido realizados em diversas palmeiras que apresentam interesse comercial, a exemplo do açazeiro (Oliveira *et al.*, 2007), do babaçu (Santos, 2011), da macaúba (Reis *et al.*, 2017) e do buriti (Bispo *et al.*, 2020). Porém, são escassos para a espécie em questão (Ivani, 2010).

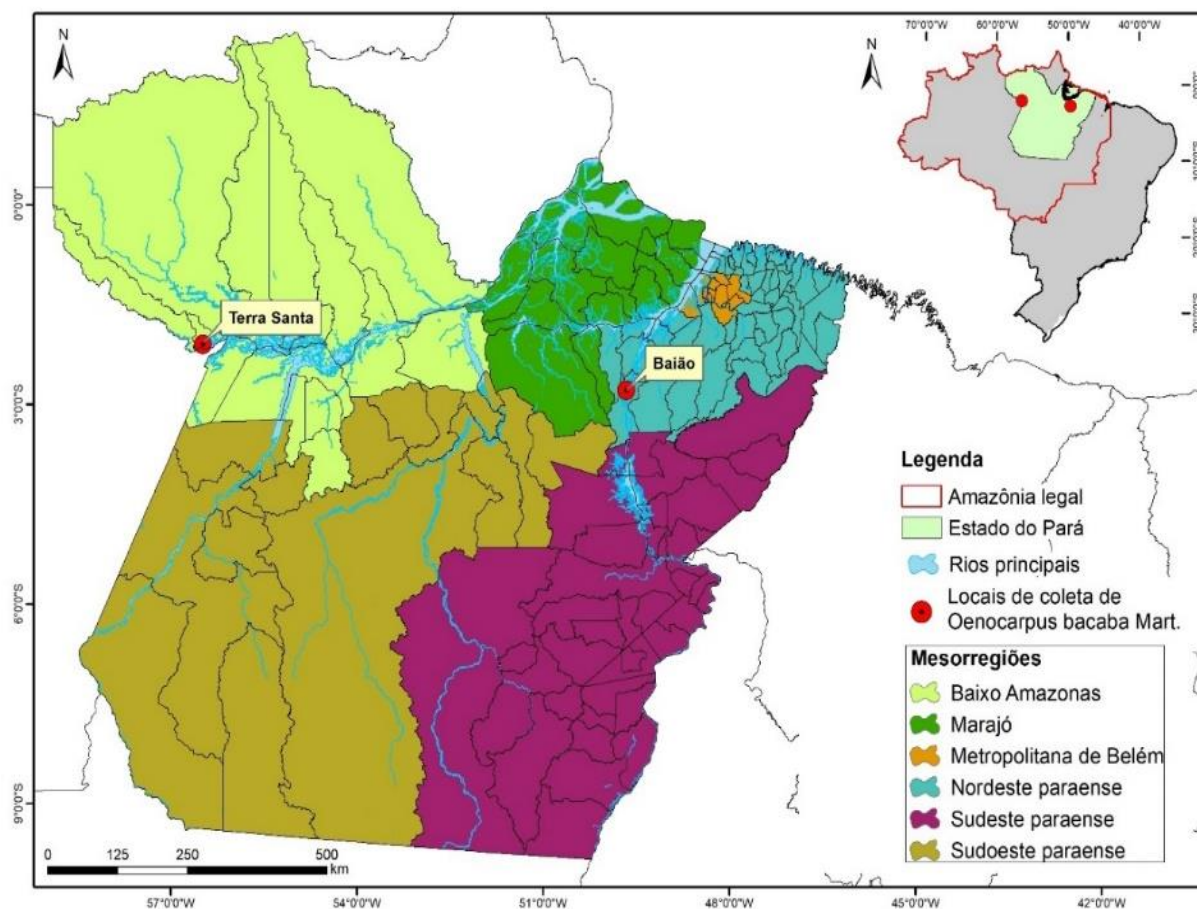
Na avaliação da variabilidade genética por meio de caracteres morfoagronômicos, em geral, são aplicadas técnicas multivariadas por considerar simultaneamente os caracteres avaliados e as correlações existentes entre eles (Cruz *et al.*, 2004). Por meio dessas técnicas, é possível identificar indivíduos desejáveis ao mercado, otimizar o manejo das populações de diferentes locais, identificar caracteres mais informativos para caracterização, além de auxiliar na elaboração da lista de descritores para a espécie (Cruz *et al.*, 2004). Segundo Farias (2009), uma das ferramentas multivariadas que auxiliam na distinção genética é o método hierárquico de ligação completa ou vizinho mais distante, o qual permite separar um grupo de observações em subgrupos, de acordo com o critério de similaridade ou dissimilaridade. Outro método amplamente utilizado na distinção é a análise de componentes principais, que realiza a formação de um novo conjunto de dados equivalente pela contribuição da variação total dos dados originais e, também auxilia na redução de caracteres redundantes e de baixa contribuição (Cruz *et al.*, 2004).

Estudos aplicando análises multivariadas em espécies do gênero *Oenocarpus* foram realizados por Mendes *et al.* (2019) em caracteres de frutos de *O. distichus* procedentes de Oeiras-PA, onde foi encontrada diferença genética entre 30 matrizes. Oliveira *et al.* (2019) também encontraram diferenças entre indivíduos *O. distichus* em uma população de Belém-PA. Já Ivani (2010) realizou estudos de divergência genética entre três populações naturais de *O. bacaba* do Amapá para caracteres do cacho. Com base nessas informações, o objetivo desse trabalho foi quantificar a variabilidade genética de *O. bacaba* em diferentes procedências do Estado do Pará com base em caracteres morfoagronômicos.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado em duas procedências (municípios) do Estado do Pará (Figura 2): Baião e Terra Santa. Em cada procedência foi realizada a caracterização do local e da população, sendo tomados dados dos indivíduos que se encontravam em fase reprodutiva e que possuíam, pelo menos, um cacho com frutos maduros.

Figura 2- Localização das duas procedências do Estado do Pará: Terra Santa e Baião, onde foram identificados indivíduos de *O. bacaba* para a coleta de dados.



Fonte: Reinaldo Moraes (2022)

Em campo, foram tomados os dados morfológicos de cada planta e de seus respectivos cachos. De cada cacho foram retirados ao acaso dez frutos acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e refrigerados em isopor, os quais foram transportados até a sede da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA para avaliação.

a) Descrição da área de coleta

A área de coleta do município de Baião (2°47'35"S, 49°39'46"W), se localiza na mesorregião do nordeste paraense, foi caracterizada como de vegetação de mata de associação vegetal mista definível, dossel sombreado (>50+), solo arenoso bem drenado, com presença de serrapilheira grossa. De topográfica plana e clima classificado como Am_i segundo Köppen. Estima-se que a área possui mais de 1000 indivíduos envolvendo todas as classes de tamanho, desde plântulas até adulto, com até 25% de frequência de plantas adultas em aglomerados heterogêneos, e plântulas abundantes apenas próximo a planta-mãe. Para o estudo foram marcados 18 indivíduos que apresentavam cachos com frutos maduros.

A área do município de Terra Santa (2°6'16"S, 56°29'15"W), localizada na mesorregião do baixo amazonas, apresenta vegetação em estágio de avançado de sucessão sendo um capoeirão de vegetação mista definível, de sombreamento parcial, solo argilo-arenoso excessivamente drenado, com presença de serrapilheira grossa. Apresenta topografia plana e clima Am_i, com mais de 1000 indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento (desde plântulas até adulto), em aglomerados heterogêneos, com mais 25% de frequência de plantas adultas e plântulas abundantes apenas próximo a planta mãe. Nessa área foram coletados dados de 25 indivíduos em plena fase reprodutiva. No geral, foram identificados 18 indivíduos em Baião e 25 em Terra Santa, totalizando 43 indivíduos.

b) Dados coletados

Em todos os indivíduos foram coletados dados de dezessete caracteres morfoagronômicos quantitativos e um qualitativo, num total de 18 caracteres, sendo três vegetativos, seis de cacho e nove de frutos. A metodologia usada na coleta de dados foi adaptada de Oliveira *et al.*, (2007) que utiliza caracteres morfológicos e agronômicos da planta.

Os caracteres vegetativos referentes a planta (Figura 3), foram obtidos no próprio local, com auxílio de fita métrica, sendo eles: circunferência do estipe à altura do peito (CAP, cm) e o comprimento de cinco entrenós (CEN, cm), sendo contado o número de cachos com frutos maduros por planta (NCP).

Figura 3- Caracteres vegetativos mensurados nos indivíduos de *O. bacaba* nas procedências de Baião e Terra Santa do Estado do Pará. A- NCP: número de cachos por planta (Unid.); B- CAP: circunferência a altura do peito (cm) e C- CEN: comprimento de cinco entrenós (cm).



Fonte: Lucieta Martorano (2022)

Os caracteres de cacho (Figura 4) também foram obtidos no próprio local de coleta, com auxílio de fita métrica de 1,5m e balança do tipo pendulo, sendo seis quantitativos: peso total do cacho (PTC, kg); circunferência do cacho (CIRC, cm); comprimento do cacho (COMC, cm); número de ráquias por cacho (NRC); comprimento da ráquis (CRC, cm); peso de cem frutos (PCF); e um qualitativo: tipo de maturação de cacho (MAT), este obtido em escala de notas, onde 0 representou cacho com frutos maduros de forma regular e 1 cacho com maturação irregular, quando possuía até 75% dos frutos imaturos.

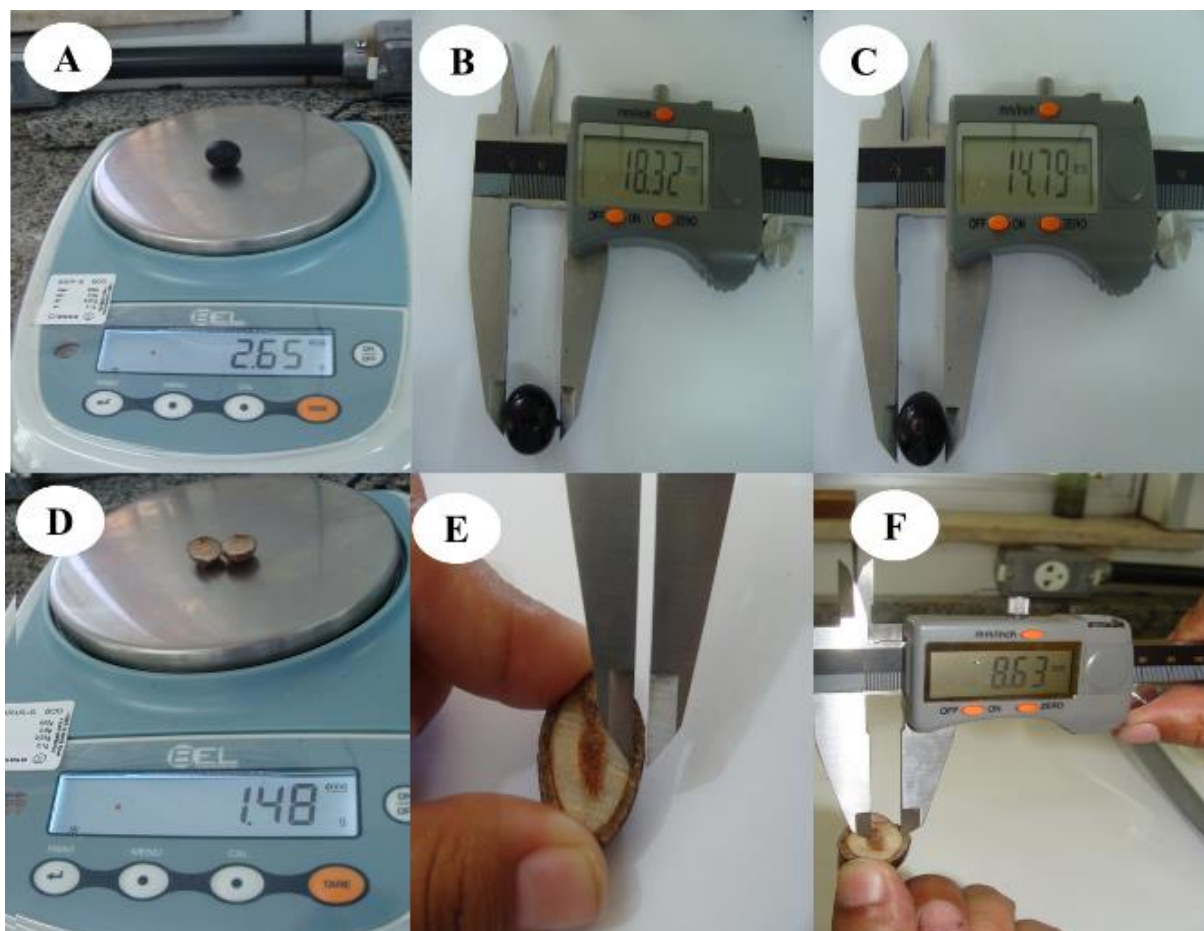
Figura 4- Caracteres de cacho mensurados nos 43 indivíduos de *O. bacaba* em duas procedências do Estado do Pará. A- PTC: peso total do cacho (kg); B- CRC: Comprimento da ráquis central (cm); C- CIRC- circunferência do cacho (cm); D- CR: comprimento da ráquila (cm); E- NCR: número de ráquias (und.); e F- PCF: Peso de cem frutos.



Fonte: Lucieta Martorano (2022)

Os caracteres de frutos foram mensurados no laboratório de Fitomelhoramento da Embrapa (Figura 5), com auxílio de paquímetro de precisão e balança analítica, em cada amostra de 10 frutos retirada de cada cacho, sendo eles: diâmetro transversal (DT, mm), diâmetro longitudinal (DL, mm), peso do fruto (PF, g), peso da semente (PS, g), peso da parte comestível (casca + polpa) (PP, g), espessura amêndoa (EA, mm), espessura da parte comestível (EP, mm) e rendimento da parte comestível por fruto (RPF %). O peso e a porcentagem da parte comestível foram obtidos da seguinte forma: o peso, pela subtração entre os caracteres PF e PS, enquanto a porcentagem foi calculada por meio da relação dos caracteres PP/PF multiplicado por 100.

Figura 5- Caracteres de frutos avaliados em uma amostra retirada ao caso de cada cacho de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará. A- PF: peso do fruto (g); B-DT: diâmetro transversal (mm); C-DL: diâmetro longitudinal (mm); D- PS: peso da semente (g); E- EP: espessura da polpa (mm); F- EA: espessura da amêndoa (mm).



Fonte: Taiane Sousa (2022)

Todos os dados foram organizados e digitados em planilhas do Excel para análise estatística, onde foram utilizados os dados individuais para os caracteres vegetativo e de cacho, e as médias para os de frutos. Para o caráter maturação de cachos, as informações foram codificadas em 0 para regular e 1 para irregular.

d) Análise dos dados

Os dados foram submetidos as análises uni e multivariadas para quantificar a diferença fenotípica entre os 43 indivíduos com base nos 18 caracteres morfoagronômicos.

A análise univariada (ANAVA, $p < 0,05$) foi feita para verificar a existência de variação entre as procedências utilizando o software Rstudio, (R Core Team, 2020). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, considerando as procedências como os tratamentos e os indivíduos como repetições (Tabela 1).

Tabela 1- Distribuição dos indivíduos de *O. bacaba* acordo com as duas procedências do Estado do Pará.

Indivíduos	Nº de Indivíduos	Procedência
TS-1 a TS-25	25	Terra Santa
BAI-1 a BAI-18	18	Baião

Fonte: Autores (2022)

As análises multivariadas para quantificar a divergência genética entre os indivíduos por meio da obtenção da distância euclidiana no programa GENES (Cruz et al., 2004), sendo calculada com base na padronização de cada caráter, por meio da expressão:

$$d_{ii'} = \sqrt{\sum_j (x_{ij} - x_{ij'})^2}$$

Em que:

$d_{ii'}$ – distância euclidiana entre os pares de indivíduos.

x_{ij} – valor obtido do i -ésimo indivíduo em relação ao j -ésimo caráter

Foi calculada a distância euclidiana média para a predição da distância genética entre as procedências. A partir matriz das distâncias geradas foi gerado o agrupamento dos indivíduos e das procedências pelo método aglomerativo e a obtenção do dendrograma pelo método de ligação completa (vizinho mais distante) no programa Genes (Cruz et al., 2004). Na separação dos grupos foi utilizada a metodologia de Mojena (1977), cujo procedimento é baseado no tamanho relativo dos níveis de fusões (distâncias) no dendrograma. Este método consiste em selecionar o número de grupos no estágio j que, primeiramente, satisfizer à seguinte inequação: $\alpha_j > \theta_k$. Adotou-se $k = 1,25$ como regra de parada na definição do número de grupos.

Foi avaliado também o coeficiente de correlação linear entre a matriz de dissimilaridade e os elementos da matriz cofenética para verificar a consistência do padrão de agrupamento, sendo que valores próximos à unidade indicam melhor representação (Cruz & Carneiro, 2003). Adicionalmente foram realizadas as análises de componentes principais (ACP) no programa Rstudio para detalhar o inter-relacionamento dos indivíduos e dos caracteres avaliados, a partir do pacote FactorMiner (Husson et al., 2020), para a obtenção da matriz de correlação e do conjunto de coeficientes de ponderação dos componentes, conforme sugerido por Reis *et al* (2017).

3. Resultados e Discussão

O teste F para o efeito fixo de cada procedência revelou alta diferença significativa para a maioria dos caracteres sugerindo a existência de variação entre procedências (Tabela 2). Mas, quatro caracteres não apresentaram diferenças entre elas, sendo: número de cachos por planta (NCP), número de ráquias por cacho (NRC), espessura da polpa (EP) e espessura da amêndoa (EA). Os coeficientes de variação alcançaram valores de 5,59% (DLF) a 113,60% (MAT), dentro do esperado para caracteres obtidos em condições de campo.

Os indivíduos de Baião apresentaram médias consideráveis (Tabela 3) para 10 dos 18 caracteres avaliados (CEN, PTC, MAT, COMC, CIRC, CRC, DLF, DTF, PP, PS e EPF), com destaque para seis deles (BAI-2, BAI-3, BAI-4 e BAI-16). Entretanto, os indivíduos de Terra Santa demonstraram médias elevadas para caracteres de interesse do mercado de polpa, como o número de cachos por planta (NCP) com 2 cachos, sendo encontrados até 4 cachos em uma mesma planta (TS-25), número de ráquias por cacho (NRC) com até 260 ráquias em um mesmo cacho e rendimento de polpa por fruto (RPF) de até 60% (TS-10), bem acima do detectado por Mendes et al. (2019). Também foram constatados nessa procedência frutos menores, com peso menor que a média (TS-1, TS-3, TS-4, TS-7, TS-10, TS-15 e TS-22). Esta última característica é muito importante ao mercado de polpa, pois assim como o açaí, os processadores de polpa de bacaba dão preferência a frutos pequenos, obtendo maior número de frutos por kg, que podem ser classificados como do tipo “chumbinho” (FURLARNETO; SOARES; FULARNETO, 2020).

Tabela 2- Teste F para o efeito fixo entre duas procedências de *O. bacaba* do Pará. Fc: valor de “F” calculado; Pr>Fc: Valor de “P”, CV (%) Coeficiente de variação. ^{ns}: Não significativo; ** e * : significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Caracteres		Fc	Pr>Fc	CV (%)
Vegetativos	Circunferência a altura do peito- CAP (cm)	70,37	0,00**	10,79
	Comprimento de cinco entrenós-CEN (cm)	9,70	0,00**	24,15
	Número de cacho por planta- NCP (und.)	0,11	0,74 ^{ns}	42,94
Cachos	Maturação (MAT)	5,28	0,03*	113,60
	Peso total do cacho- PTC (kg)	4,88	0,03*	47,02
	Número de ráquias por cacho-NRC (und.)	2,80	0,10 ^{ns}	19,95
	Comprimento da ráquis central- CRC (cm)	26,32	0,00**	20,89
	Peso de cem frutos- PFC (g)	12,53	0,00**	23,90
	Circunferência do cacho- CIRC (cm)	12,83	0,00**	16,57
	Comprimento do cacho-COMC (cm)	11,00	0,00**	11,80
Frutos	Diâmetro transversal do fruto- DT (mm)	43,09	0,00**	7,04
	Diâmetro longitudinal do fruto- DL (mm)	37,55	0,00**	5,59
	Peso do fruto- PF(g)	12,80	0,00**	24,03
	Peso da polpa- PP (mm)	5,13	0,03*	22,78
	Rendimento de polpa por fruto (RPF%)	5,37	0,03*	13,10
	Peso da semente- P S (g)	11,70	0,00**	25,03
	Espessura da polpa- EP (mm)	2,73	0,11 ^{ns}	19,59
Espessura da amêndoa -EA (mm)	3,65	0,06 ^{ns}	8,84	

Fonte: Autores (2022)

Com base nas médias pode-se considerar que, os indivíduos de bacabão avaliados em Terra Santa apresentaram CAP de 49,82 cm, CEN de 102,22 cm e com dois cachos por planta (NCP). Cada cacho pesando, em média de 9,9 kg (PTC), e com 125cm e 108 cm de comprimento (COMC) e circunferência (CIRC) respectivamente, além de 188 ráquias (NRC) por cacho. Os frutos tiveram 16,0 e 13,9 mm de comprimento longitudinal (DLF) e transversal (DTF) e pesaram (PF) 2,2g, em média, sendo 1,9g representada pela parte comestível (PP), que teve espessura (EPF) de 1,4mm obtendo um rendimento (RPF%) de 49,3 % de polpa/fruto, com o restante sendo representado pela fibra e amêndoa do fruto, esta última com 5,1mm de espessura (EAF).

Para Baião foram encontrados indivíduos com CAP de 65,6 cm, e CEN com 128 cm, com média de dois cachos. Cada cacho com 13,5 kg em média, e de comprimento e circunferência de 141cm e 130 cm respectivamente. Os frutos retirados dos cachos apresentaram 18,5mm e 15,4 mm de diâmetro longitudinal e transversal, com peso médio de 2,7g. A polpa do fruto possui espessura em média de 1,5mm e pesa 1,2g com alcançando um rendimento de 46,0% de polpa por fruto.

As distâncias genéticas entre os pares de indivíduos com base na distância euclidiana, variaram de 11,45 a 1,93 com média de 5,77 (Tabela 4). Já a distância euclidiana média entre as duas procedências foi de 1,41, superior a encontrada por Santos (2011) quando avaliou três procedências de *O. phalerata* por caracteres morfológicos da planta e de frutos. O par com menor divergência foi encontrado entre os indivíduos BAI-14 e BAI-18 com 1,93, sendo ambos de Baião, já a maior divergência foi detectada entre os indivíduos TS-22 e BAI-8 com 11,45, de Terra Santa e Baião respectivamente, demonstrando maior variabilidade genética entre que dentro de procedências. Vale ressaltar que o indivíduo TS22, de Terra Santa, teve participação na maioria dos pares cuja distância foi superior à média, especialmente com indivíduos de Baião. O mesmo ocorreu para o indivíduo BAI-8, de Baião, que formou par com mais de 89% dos indivíduos de Terra Santa, com distancias acima da média. Valores semelhantes foram encontrados dentro de uma população de *O. distichus* em Belém-PA, onde a média das distancias foi de 6,0 (Oliveira *et al.*, 2019).

Tabela 3- Estatística simples para os dezoito caracteres avaliados em 43 indivíduos de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará.

Caracteres	Baião						Terra Santa				
	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)	
Vegetativos	CAP	65,61	80,00	55,00	6,00	9,15	49,82	62,00	39,00	5,91	11,86
	CEN	128,56	179,00	70,00	29,23	22,74	102,22	150,00	54,00	23,50	24,19
	NCP	1,72	3,00	1,00	0,65	37,76	1,80	4,00	1,00	1,00	44,44
Cachos	MAT	0,22	1,00	0,00	0,42	187,08	0,56	1,00	0,00	0,50	88,64
	PTC	13,57	25,10	3,80	6,34	46,72	9,90	23,00	5,00	2,50	43,42
	NRC	169,11	218,00	138,00	23,96	14,17	187,68	260,00	136,00	13,00	21,96
	CRC	45,89	70,00	32,00	9,98	21,75	33,14	48,00	22,00	2,50	17,65
	PCF	288,00	456,00	202,00	57,54	19,98	222,63	364,00	129,00	4,50	26,46
	CIRC	130,61	165,00	104,00	16,93	12,96	108,96	157,00	70,00	8,00	18,82
	COMC	141,78	178,00	113,00	16,09	11,35	125,76	149,00	89,00	12,50	11,63
Frutos	DL	18,47	19,90	16,20	1,16	6,28	16,04	19,20	14,30	0,80	7,36
	DT	15,47	16,60	14,50	0,55	3,55	13,93	15,70	12,40	0,25	6,71
	PF	2,89	4,60	2,00	0,58	20,25	2,22	3,60	1,30	0,05	26,47
	PP	1,28	1,90	0,90	0,24	18,95	1,10	1,70	0,50	0,05	24,95
	RPF	44,88	53,80	25,70	6,11	13,62	49,33	60,10	39,90	2,55	12,25
	PS	1,50	2,00	1,10	0,24	15,87	1,16	2,10	0,60	0,05	31,53
	EP	1,64	3,10	1,40	0,38	23,11	1,48	2,20	1,10	0,00	14,72
	EA	5,37	6,10	4,70	0,31	5,71	5,10	6,40	3,80	0,05	10,39

Fonte: Autores (2022)

É de grande importância para a conservação de recursos genéticos a escolha de indivíduos com bom desempenho para características de interesse, sendo a divergência genética relevante, por promover alto efeito heterótico. Portanto, combinações entre os indivíduos TS-22, BAI-8, TS-3 e BAI-8 podem aumentar a possibilidade de ganhos com a possibilidade da obtenção de híbridos com desempenho superior à média dos pais.

Ressalta-se que o indivíduo TS-22 que compõe junto com o BAI-8 o par mais divergente (11,45), possui características bem distintas. O BAI-8 possui o maior PCF (456g) entre os indivíduos, cacho com 10,4kg (PTC) e rendimento de polpa por cacho (RPF%) de apenas 25%, enquanto o TS-22 apresenta um dos menores CAP, e apenas 146g para PCF, em contrapartida tem mais de 56% de rendimento de polpa por fruto, valor bem acima da média dos indivíduos, que podem gerar híbridos de alta diferença genética, e com desempenho promissor ao mercado de polpa desta espécie.

Tabela 4- Estimativas das maiores e das menores distâncias euclidianas obtidas entre os pares formados pelos 43 indivíduos *O. bacaba* avaliados em duas procedências do Estado do Pará.

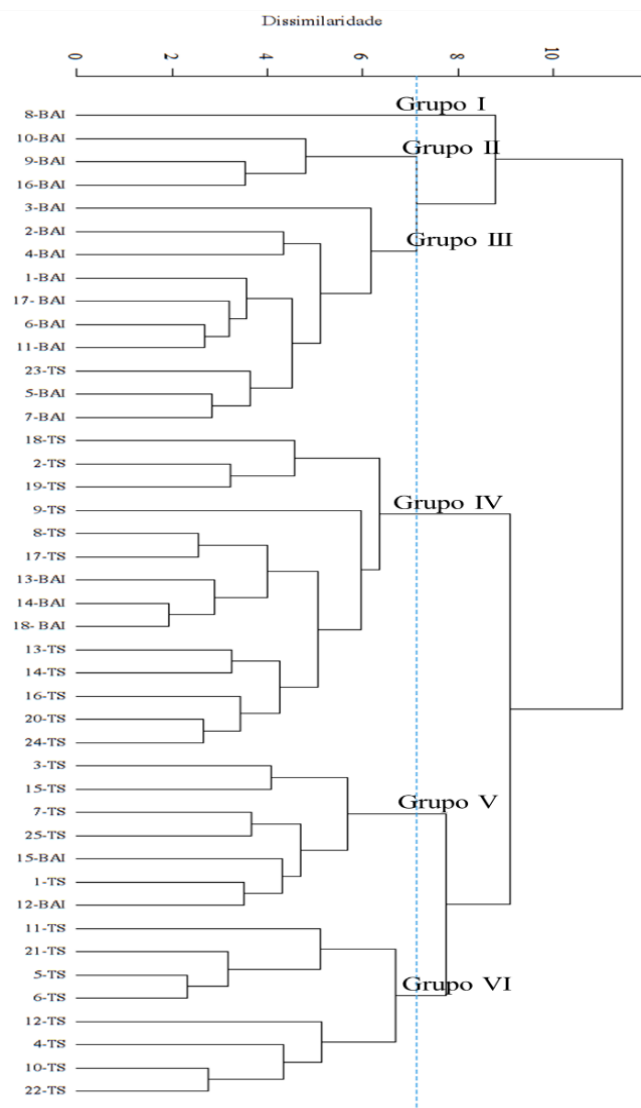
Pares	Maior distância	Pares	Menor distância
TS-1 x BAI-8	10,01	TS-1 x BAI-12	3,52
TS-2 x TS-3	8,18	TS-2 x TS-18	3,22
TS-3 x BAI-8	10,4	TS-3 x TS-15	4,08
TS-4 x BAI-8	10,27	TS-4 x TS-17	3,31
TS-5 x BAI-8	9,32	TS-5 x TS-6	2,31
TS-6 x BAI-8	8,84	TS-6 x TS-5	2,31
TS-7 x BAI-8	10,68	TS-7 x TS-5	2,89
TS-8 x BAI-8	8,76	TS-8 x TS-17	2,56
TS-9 x TS-22	8,79	TS-9 x TS-20	3,55
TS-10 x BAI-8	10,72	TS-10 x TS-22	2,77
TS-11 x BAI-8	8,07	TS-11 x TS-5	4,01
TS-12 x BAI-8	10,17	TS-12 x TS-10	3,36

TS-13 x BAI-8	8,18	TS-13 x TS-14	3,24
TS-14 x BAI-8	9,04	TS-14 x BAI-13	2,93
TS-15 x BAI-8	10,58	TS-15 x TS-14	3,51
TS-16 x BAI-8	8,4	TS-16 x TS-20	3,33
TS-17 x BAI-8	8,66	TS-17 x TS-8	2,56
TS-18 x BAI-4	9,39	TS-18 x TS-2	4,06
TS-19 x TS-3	9,09	TS-19 x TS-2	3,22
TS-20 x BAI-8	8,75	TS-20 x TS-24	2,65
TS-21 x BAI-8	10,08	TS-21 x TS-5	3,08
TS-22 x BAI-8	11,45	TS-22 x TS-10	2,77
TS-23 x BAI-8	7,9	TS-23 x BAI-5	3,14
TS-24 x BAI-8	8,64	TS-24 x TS-20	2,65
TS-25 x BAI-8	10,58	TS-25 x TS-7	3,65
BAI-1 x TS-22	9,56	BAI-1 x BAI-6	3,44
BAI-2 x TS-22	10,23	BAI-2 x BAI-1	3,96
BAI-3 x TS-22	10,21	BAI-3 x BAI-1	3,58
BAI-4 x TS-22	10,79	BAI-4 x BAI-11	4,19
BAI-5 x TS-22	7,97	BAI-5 x BAI-7	2,83
BAI-6 x TS-22	8,28	BAI-6 x BAI-11	2,67
BAI-7 x TS-22	7,88	BAI-7 x BAI-5	2,83
BAI-8 x TS-22	11,45	BAI-8 x BAI-7	6,96
BAI-9 x TS-22	8,79	BAI-9 x BAI-11	3,16
BAI-10 x BAI-8	8,05	BAI-10 x BAI-17	3,49
BAI-11 x TS-22	9,15	BAI-11 x BAI-6	2,67
BAI-12 x BAI-8	8,71	BAI-12 x BAI-13	3,06
BAI-13 x BAI-8	7,72	BAI-13 x BAI-18	2,41
BAI-14 x BAI-8	7,69	BAI-14 x BAI-18	1,93
BAI-15 x BAI-8	9,52	BAI-15 x BAI-12	4,00
BAI-16 x TS-3	8,82	BAI-16 x BAI-7	3,39
BAI-17 x TS-22	8,53	BAI-17 x BAI-14	2,80
BAI-18 x BAI-8	7,6	BAI-18 x BAI-14	1,93
Média= 5,77			

Fonte: Autores (2022)

A divergência encontrada entre os indivíduos demonstra alta relação com a procedência e às condições das áreas de coleta. Por exemplo, o indivíduo BAI-8, de Baião, foi coletado em área de mata que sofre exploração por comunidades quilombolas, as quais utilizam a bacaba para a venda de frutos e de licores obtidos de seus frutos. Enquanto o TS-22, de Terra Santa, foi coletado em uma área de regeneração, um capoeirão, onde não há evidências de manejo regular. Santos (2011) ao avaliar a divergência genética em diferentes procedências de babaçu no Piauí observou também forte divergência entre indivíduos com diferentes tipos de manejo. Outros pares de indivíduos que também se destacaram foram BAI-4 x TS-22; TS-10 x BAI-8 e TS-7 x BAI-8, por possuírem elevada distância genética e divergência para os caracteres PCF, NPC, CEN. Conforme Cruz *et al* (2004), os pares de indivíduos para serem indicados a um programa de melhoramento devem ser aqueles mais distante geneticamente. Entretanto, se faz necessária uma avaliação mais criteriosa dos seus desempenhos, em relação aos caracteres de interesse. Segundo Oliveira (2005), a distância geográfica não garante a diferença genética entre indivíduos.

Figura 6- Dendrograma obtido pelo método ligação completa, gerado com base nas distâncias euclidianas, a partir dos 18 caracteres morfoagronômicos avaliados em 43 indivíduos de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará. TS: Terra Santa e BAI: Baião.



Fonte: Autores (2022)

O método de ligação completa permitiu a formação de seis grupos distintos (Figura 6), a partir do ponto de corte em 64%, definido pelo método de Mojena (1977). O grupo I conteve apenas o indivíduo BAI-8, considerado como o mais divergente deste estudo. O Grupo II foi constituído por três indivíduos (BAI-10, BAI-9 e BAI-16), todos de Baião; o grupo III foi formado por dez indivíduos, sendo um de Terra Santa e nove de Baião (BAI-1, BAI-2, BAI-3, BAI-4, BAI-5, BAI-6, BAI-7, BAI-11, BAI-17 e TS-23); o grupo IV abrangeu quatorze indivíduos, sendo onze de Terra Santa e três de Baião; o grupo V englobou sete indivíduos, com cinco de Terra Santa e dois de Baião (BAI-12 e BAI-15); e o VI grupo constituído por oito indivíduos, todos de Terra Santa. Percebe-se então, que apenas os grupos I e VI foram formados por indivíduos de mesma procedência. O recomendado é que se possa realizar cruzamentos com indivíduos entre os grupos para o aumento da variabilidade, uma vez que eles apresentaram diferenças marcantes. A mesma recomendação foi feita pelos autores Yokomizo & Farias Neto (2003) ao avaliarem progênies de pupunheira.

Dos caracteres avaliados, o peso de cem frutos (PCF) foi o responsável por 57,81% da divergência genética (Tabela 5), seguido pelo número de ráquias por cacho (NRC) com 17,06% e do comprimento de cinco entrenós (CEN) com 11,4%. A concentração da divergência genética nos caracteres PCF e NRC foi também detectada por Oliveira et al. (2019) na população de *O. distichus* em Belém, PA. O caráter PCF mostra-se altamente correlacionado com o tamanho dos frutos, sendo este um dos

caracteres de grande interesse ao mercado de frutos de bacaba, pois assim como no mercado de açaí, são preferíveis frutos pequenos, por aumentarem a quantidade de frutos por cacho e, conseqüentemente, oferecerem maior rendimento em volume de polpa processada (Farias Neto *et al.*, 2011). Assim como o NRC possui relação com peso do cacho, levando a crer que, quanto mais ráquulas o cacho tiver, maior será a quantidade de frutos no cacho, especialmente se forem pequenos.

Tabela 5- Estimativas da contribuição relativa (*S.j*) e da porcentagem de cada caráter morfoagronômico para a divergência genética entre 43 indivíduos *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará.

Caracteres morfoagronômicos		S.j	Contribuição (%)
Vegetativos	CAP	177590,46	1,25
	CEN	1630804,50	11,47
	NCP	1018,00	0,01
Cachos	MAT	450,00	0,00
	PTC	57055,00	0,40
	NRC	2425442,00	17,06
	CRC	187070,50	1,32
	PCF	8216550,90	57,81
	CIRC	884982,00	6,23
	COMC	545872,00	3,84
	Frutos	DL	5211,86
DT		2244,68	0,02
PF		836,34	0,01
PP		141,98	0,00
RPF		77073,82	0,54
PS		239,94	0,00
EP		173,18	0,00
EA		408,14	0,00

Fonte: Autores (2022)

Pela análise dos componentes principais foi constatada que a variância acumulada esteve distribuída entres os 18 caracteres (Tabela 6). Os três primeiros componentes principais explicaram apenas 63,4 % da variação, ou seja, não reteve nos primeiros componentes o máximo da variação desejada (70% ou mais) da proporção da variância total (Valerra, 2008). Resultados próximos foram encontrados por Gomes (2007) na avaliação de pupunha, onde encontrou 69,07% da variação dos três primeiros componentes. Vale ressaltar que esse tipo de análise pode auxiliar na identificação de descritores, por meio do coeficiente de ponderação do autovalor.

Tabela 6- Estimativas dos autovalores e das variâncias associadas aos componentes principais (CP) para 18 caracteres morfoagronômicos avaliados em 43 indivíduos de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará.

Componentes principais	Autovalor	Variância Relativa (%)	Variância acumulada (%)
CP1	6,81	37,82	37,82
CP2	2,75	15,27	53,08
CP3	1,86	10,32	63,40
CP4	1,24	6,88	70,28
CP5	1,08	6,02	76,30
CP6	1,00	5,54	81,84
CP7	0,80	4,47	86,31

CP8	0,67	3,73	90,05
CP9	0,45	2,48	92,53
CP10	0,39	2,14	94,67
CP11	0,31	1,72	96,39
CP12	0,24	1,34	97,72
CP13	0,18	0,99	98,71
CP14	0,11	0,60	99,31
CP15	0,07	0,39	99,70
CP16	0,04	0,25	99,95
CP17	0,01	0,04	100,00
CP18	0,00	0,00	100,00

Fonte:Autores (2022)

Com base nos dados existentes na Tabela 7 foi possível verificar que o primeiro componente principal teve maior contribuição do caráter peso de semente (PS), sendo constituído também pelo caráter peso do Fruto (PF), seguido pelo diâmetro longitudinal do fruto (DL). Já o segundo componente principal foi constituído pelos caracteres circunferência do cacho (CIRC) com maior peso nos últimos autovalores, seguido pelo peso total do cacho (PTC) e número de ráquias por cacho (NRC). Com o suporte desta análise, pode-se sugerir que o primeiro componente principal esteja relacionado a variação de frutos, enquanto o segundo com a dos caracteres de cacho. Yokomizo et al. (2016) ao avaliarem progênies de açaizeiro, afirmaram que os descritores relativos aos frutos possuem maior contribuição genética em comparação aos de produtividade total dos frutos.

Tabela 7- Conjunto dos autovetores relativos aos 18 caracteres avaliados nos 43 indivíduos de *O. bacaba* de duas procedências do Estado do Pará.

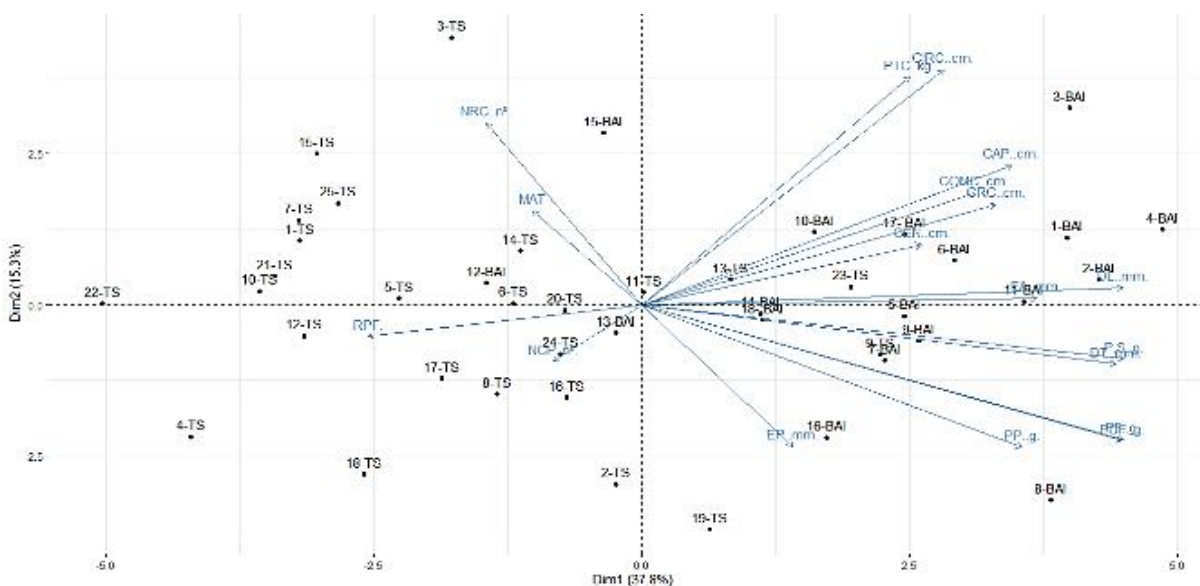
Caracteres		CP1	CP2	CP3	CP4
Vegetativos	CAP (cm)	6,20	6,88	5,31	1,56
	CEN (cm)	3,55	1,29	0,08	7,75
	NCP (n°)	0,36	1,14	6,40	10,61
Cachos	MAT	0,54	3,11	28,21	5,21
	PTC (kg)	3,24	18,39	0,06	0,28
	NRC (n°)	1,10	11,69	2,96	1,55
	CRC (cm)	5,68	3,59	2,91	1,31
	PCF (g)	10,44	6,51	0,52	0,07
	CIRC (cm)	4,13	19,57	0,06	0,10
	COMC (cm)	5,01	4,45	3,10	3,31
Frutos	DL (mm)	10,48	0,10	1,68	0,03
	DT (mm)	10,17	1,24	0,41	0,04
	PF (g)	10,50	6,40	0,45	0,09
	PP (g)	6,54	7,17	3,89	12,00
	RPF (%)	3,39	0,35	20,13	15,23
	PS (g)	10,55	1,04	4,59	5,23
	EP (mm)	1,03	7,07	5,70	35,46
	EA (mm)	7,07	0,02	13,53	0,17

Fonte: Autores (2022)

Quando se analisa a distribuição dos indivíduos no eixo cartesiano percebe-se que as procedências ficaram separadas em dois grupos, (Figura 7). Do lado do eixo Y se alocaram os indivíduos de bacabão da procedência Terra Santa, ao passo que do lado oposto ficaram os indivíduos de Baião. Neste eixo ficaram seis indivíduos de Terra Santa (TS- 2, TS-16, TS-17, TS-18, TS-19, TS-24) e quatro de Baião (BAI-2, BAI-8, BAI-11 e BAI-16). Enquanto oito indivíduos de Terra Santa (TS-1, TS-4, TS-5, TS-7, TS-10, TS-15, TS-21, TS-25), que possuem maior variação para caracteres de cacho ficaram mais próximos do eixo Y.

Vale ressaltar que a concentração da variação total de 70,28% nos quatro primeiros componentes principais conseguiu explicar grande parte da variação existente nas duas procedências dessa espécie. A análise de descarte revelou que dois caracteres tiveram pouca contribuição para variação total, sendo eles: a maturação do cacho (MAT) e a espessura da polpa (EP) com coeficientes de ponderação baixos. Segundo Cruz et al. (2004) esses caracteres devem ser passíveis de descarte, uma vez que foram invariáveis. Ivani (2010) ao avaliar 17 caracteres morfológicos em três populações de *O. bacaba* do Amapá sugeriu o descarte de dez deles, sendo um deles o diâmetro do fruto. A redução do número de caracteres é essencial para selecionar aqueles que melhor descrevem o material, além de diminuir custos, recursos e mão de obra, ao mesmo tempo disponibilizam informações para novas coletas da espécie.

Figura 7- Representação plana dos caracteres morfoagronômicos avaliados e distribuição dos 43 indivíduos de *O. bacaba* amostrados nas duas procedências do Estado do Pará. Eixos 1 e 2 definidos pela análise dos componentes principais.



Fonte: Autores (2022).

4. Conclusão

Representantes de *O. bacaba* das duas procedências do Estado do Pará apresentam considerável variabilidade genética para os caracteres morfoagronômicos estudados, com destaque para os de fruto e de cacho, sendo os de Terra Santa os mais divergentes. Os caracteres peso de cem frutos e o número de ráquias por cacho possuem a maior contribuição para a divergência entre e dentro das procedências, com a formação de até seis grupos divergentes. Tais resultados podem contribuir para futuros trabalhos de domesticação e melhoramento da espécie.

Agradecimentos

À Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) pelo fomento à pesquisa, e à Embrapa Amazônia Oriental pela infraestrutura concedida para realização deste trabalho

Referências

- Bispo, R. B., Dardengo, J. D. F. E., Bispo, R. B., Bispo, R. B., & Rossi, A. A. B. (2020). Divergência genética entre genótipos de *Mauritia flexuosa* L. f. por meio de morfometria de frutos e sementes. *Nativa*, 8(4), 585-590.
- Costa, W. A., de Oliveira, M. S., da Silva, M. P., Cunha, V. M. B., Pinto, R. H. H., Bezerra, F. W. F., & de Carvalho Junior, R. N. (2017). Açaí (*Euterpe oleracea*) and Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) as functional food. *Superfood and functional food-an overview of their processing and utilization*. IntechOpen, 155-172.
- Cavalcante, P. B. *Frutas Comestíveis Da Amazônia*. 7. Ed. (2010) Belém, PA: CEJUP: Museu Paraense Emílio Goeldi. 282.
- Cruz, C. D., Regazzi, A. J., & Carneiro, P. C. S. (2004). Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. *Viçosa, Editora UFV*, 1, 480p.
- Cruz, C. D. (2006). Programa GENES – Análise Multivariada e Simulação. Viçosa: UFV. 175 p.
- Cymerys, M. Bacaba. In: Shanley, P.; Medina, G. (Ed.). (2005) *Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica*. Belém, PA: Cifor: Imazon. 177-180.
- Faria, P. N. (2009) *Avaliação de Métodos para Determinação do Número Ótimo de Clusters em Estudo de Divergência Genética entre acessos de Pimenta*. 54p. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) – Universidade Federal De Viçosa, Viçosa.
- Finco, F. D. B. A., Kloss, L., & Graeve, L. (2016). Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) Phenolic Extract Induces Apoptosis In The MCF-7 Breast Cancer Cell Line Via The Mitochondria-Dependent Pathway. *Nfs Jornal*. 5-15.
- Furlaneto, F. De P. B.; Soares, A. De A. L.; Furlaneto, L. B. (2020). Parâmetros tecnológicos, comerciais e nutracêuticos do açaí (*Euterpe oleracea*). *Revista Internacional de Ciências*, 10 (1), 91-107.
- Gomes Jr, R. A., De Lima Gurgel, F., De Azevedo Peixoto, L., Bhering, L. L., Da Cunha, R. N. V., Lopes, R., ... & Veiga, A. S. (2014). Evaluation Of Interspecific Hybrids Of Palm Oil Reveals Great Genetic Variability And Potential Selection Gain. *Industrial Crops And Products*, 52, 512-518.
- GOMES, D. (2007). *Variabilidade fenotípica de caracteres vegetativos e reprodutivos em população de pupunheira (Bactris gasipaes Kunth)*. 2007. 72f (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) -Instituto Agronômico de Campinas, Campinas).
- Homma, A. K. (2014) *O. Extrativismo Vegetal na Amazônia: História, Ecologia, Economia e Domesticação*. Embrapa Amazônia Oriental-Livro Científico (Alice).
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: um pacote R para análise multivariada. *Jornal de software estatístico*, 25, 1-18. Doi: [10.18637/Jss.V025.I01](https://doi.org/10.18637/Jss.V025.I01).
- IBGE - *Censo Agropecuário 2017*, In: Sidra- Sidra De Recuperação Automática. Rio De Janeiro, 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6617>. Acesso em: 30 Dez 2020.
- IMAZON. *Preços De Produtos Da Floresta*. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1heh-Xhhml6ppurwg21kpdopzfzies3-L>. Acesso em: 3 Jan De 2022.
- Ivani, S. D. A. (2010). *Caracteres Quantitativos de Interesse para a Determinação da Variação Genética em Populações de Oenocarpus bacaba Mart, (Arecaceae) No Amapá*. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/92693>.- 1-51.
- Leitman, P.; Henderson, A.; Noblick, L.; Martins, R.C. (2015) *Arecaceae*. In: Lista De Espécies Da Flora Do Brasil. Jardim Botânico Do Rio De Janeiro. Disponível Em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/Reflora/Floradobrasil/Fb15726>. Acesso em: 05 Dez. 2021.
- Lauvai, J., Schumacher, M., Finco, F. D. B. A., & Graeve, L. (2017). Bacaba Phenolic Extract Attenuates Adipogenesis By Down-Regulating Pparg And C/ebpα In 3t3-L1 Cells. *Nfs Journal*, 9, 8-14. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2017.09.001>
- Mendes, GGC, de Gusmão, MTA, Martins, TGV, Rosado, RDS, Sobrinho, RSA, Nunes, ACP, ... & Zanuncio, JC (2019). Divergência genética de palmeiras nativas de *Oenocarpus distichus* considerando variáveis biométricas de frutos. *Relatórios Científicos*, 9 (1), 1-9. Doi: <https://doi.org/10.1038/S41598-019-41507-4>.
- Mojena, R. (1977). Hierarchical Grouping Methods And Stopping Rules: An Evaluation. *The Computer Journal*. 20 (4), 359-363.
- Oliveira, M. D. S.P.D (2005). Caracterização molecular e morfoagronômica de germoplasma de açaizeiro *Tese para título de Doutorado. Genética e Melhoramento de Plantas*. Universidade Federal de Lavras-MG. Lavras-MG.
- Oliveira, M. D. S. P. D., Ferreira, D. F., & Santos, J. B. D. (2007). Divergência genética entre acessos de açaizeiro fundamentada em descritores morfoagronômicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 501-506.
- Oliveira, M. D. S. P. D., & Rios, S. D. A. (2014). Potencial Econômico de Algumas Palmeiras Nativas da Amazônia. In: *Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo Em Anais De Congresso (Alice)*. In: Encontro Amazônico De Agrárias, 4., 2014, Belém, PA. Atuação das Ciências Agrárias nos Sistemas de Produção e Alterações Ambientais: Anais. Belém, PA: UFRA.
- Oliveira M. D. S. P. D; Sousa T. S.; Brandão C. P. (2019). Divergência entre indivíduos de *Oenocarpus distichus* Mart. (bacaba-de-leque) numa população de Belém, PA, por meio de caracteres morfoagronômicos. *Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*.

Reis, E. F. D., Pinto, J. F. N., Assunção, H. F. D., & Silva, D. F. P. D. (2017) Genetic Diversity of Macaúba Fruits From 35 Municipalities of The State of Goiás, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 277-282.

Reis, E. F. D., Pinto, J. F. N., Costa, A. P. D., Assunção, H. F. D., & Silva, D. F. P. D (2017). Diversidade Genética entre Populações de Guariribeiras no Estado de Goiás. *Revista Ceres*. 64, 631-636.

Santos, M. F., De Sousa, C. C., Carvalhaes, M., Silva, K., & Lima, P. D. C. (2011). *Varição Genética em Populações Naturais de Babaçu (Orbignya phalerata Mart.) Por Marcadores Morfológicos*. In Embrapa Meio-Norte-Artigo em Anais de Congresso (Alice). In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2., 2012, Belém, Pa. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos.

Varella, C. A. A. (2008). *Análise de componentes principais*. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Yokomizo, G. K. I., Mochiutti, S., Queiroz, J. A. L. D., Santos, G. R. D., Furtado, R. G., Brandão, A. P., & Colares, I. B. (2016). Estimativas De Parâmetros Genéticos Para Caracteres De Frutos Em Açaizeiros No Amapá. *Ciência Florestal*, 26, 985-993.

Yokomizo, G. K. I., & Farias Neto, J. T. D. (2003). Caracterização Fenotípica e Genotípica de Progênes de Pupunheira para Palmito. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38, 67-72.

Artigo 2: Divergência Genética em *Oenocarpus distichus* Mart. de Diferentes Procedências do Estado do Pará por Caracteres Morfoagronômico

Divergência Genética em *Oenocarpus distichus* Mart. de Diferentes Procedências do Estado do Pará por Caracteres Morfoagronômicos

Genetic Divergence in *Oenocarpus distichus* Mart. from Different provenance in the State of Pará by Morphoagronomic Characters

Divergencia Genética en *Oenocarpus distichus* Mart. de Diferentes sitios del Estado de Pará por Caracteres Morfoagronómicos

Recebido: 05/04/2022 | Revisado: 12/04/2022 | Aceito: 20/04/2022 | Publicado: 24/04/2022

Alyne Regina Nazaré Alves Maciel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7812-4255>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: alynnemaciel10@gmail.com

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4753-2018>

Embrapa Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: socorro-padilha.oliveira@embrapa.br

Lucieta Guerreiro Martorano

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3893-3781>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: martorano.lucietta@gmail.com

José Aíron Rodrigues Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6260-7890>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: jarnunes@ufla.br

Taiane Silva Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1549-777X>

Universidade Federal Rural da Amazônia

E-mail: enaia.asuos@gmail.com

Resumo

Oenocarpus distichus é uma palmeira que produz refresco denominado “bacaba”, muito apreciado pelas comunidades tradicionais do Estado do Pará. Possui multiuso, sendo utilizada em projetos paisagísticos, na produção de fitoterápicos, entre outros. No entanto, faltam informações agronômicas sobre a espécie, assim como sobre as estratégias de manejo. O presente estudo teve por objetivo quantificar a divergência genética em procedências de *O. distichus* de diferentes procedências do Pará, com base em caracteres morfoagronômicos. Foram mensurados quinze caracteres, sendo três relativos à planta, quatro de cacho e oito de fruto em 62 indivíduos, de quatro locais: 12 de Marabá, 30 de Belém, 12 de São João do Araguaia e oito de Baião. Os dados foram submetidos às análises uni e multivariada, a última pelo uso da distância Euclidiana, com a formação dos grupos, por meio do método de ligação completa, importância e descarte dos caracteres, com base nos componentes principais. A maior divergência foi encontrada entre dois indivíduos de Belém, BEL-11 e BEL-8 ($d_{ii}' = 13,69$). Houve a formação de sete grupos distintos. Os caracteres peso de cem frutos (g) e o número de ráquias por cacho se mostraram como os de maior contribuição para a divergência entre procedências. Os três primeiros componentes principais concentraram 66,16% da variância acumulada. Os caracteres dos frutos foram responsáveis pela variação dos indivíduos. Dos caracteres avaliados foi sugerido o descarte de dois: circunferência a altura do peito (CAP) e comprimento da raque do cacho (CRC). Os indivíduos de *O. distichus* das procedências apresentam considerável variação fenotípica para os caracteres morfoagronômicos dos frutos, sendo os de Marabá os mais divergentes entre as procedências avaliadas.

Palavras-chave: Análise multivariada; Bacaba-de-leque; Diferença genética; Distância euclidiana; Amazônia.

Abstract

Oenocarpus distichus is a palm tree that is a refreshment called “bacaba”, very appreciated by traditional communities in the state of Pará. It has multiple uses, may be using in landscaping projects, in the production of herbal medicines, among others. However, there is a lack of agronomic information about the referred species, as well as the management strategies. The present research aimed to quantify the genetic divergence in provenances of *O. distichus* of the Pará based on morphoagronomic characters. Fifteen characters was measured, three relating to the plant, four to the bunch and eight to the fruit, in 62 individuals from four sources: twelve from Marabá, thirty from Belém, twelve from São João do Araguaia and eight from Baião. Data were submitted to uni and multivariate analyses, the latter using the Euclidean distance, the formation of groups using the complete

linkage method, and the importance and discarding of characters based on the principal components. The greatest divergence was found between two individuals from Belém, BEL-11 and BEL-8 ($d_{ii}' = 13.69$). There was the formation of seven distinct groups. The characters weight of one hundred fruits and the number of rachiles per bunch were show to have the greatest contribution to the divergence between provenances. The first three main components concentrated 66.16% of the accumulated variance, and the fruit characters were responsible for the variation of individuals, suggesting that two of them were discard: circumference at breast height and length of the central rachis. Individuals of *O. distichus* from the four provenances of Pará studied show considerable phenotypic variation for the morphoagronomic characters studied, mainly for the fruit characters, with those from Marabá being more divergent among the four provenances.

Keywords: Multivariate analysis; Bacaba-de-leque; Genetic difference; Euclidean distance; Amazon.

Resumen

Oenocarpus distichus es palmera que produce zumo llamado “bacaba”, muy apreciado por las comunidades tradicionales del E Estado de Pará. Tiene múltiples usos, desde proyectos de paisajismo, producción de medicinas, entre otros. Sin embargo, hay falta de información agronómica sobre la especie, así como estrategias de gestión. La presente investigación tuvo como objetivo cuantificar la divergencia genética en sitios de *O. distichus* del Pará por caracteres morfoagronómicos. Se midieron quince caracteres, tres de la planta, cuatro del racimo y ocho del fruto, en 62 individuos de cuatro sitios: doce de Marabá, treinta de Belém, doce de São João do Araguaia y ocho de Baião. Los datos fueron sometidos a análisis uni y multivariable, lo último por la distancia euclidiana, la formación de grupos por vinculación completa, la importancia y descarte de caracteres por componentes principales. La mayor divergencia se encontró entre dos individuos de Belém, BEL-11 y BEL-8 ($d_{ii}' = 13,69$). Hubo formación de siete grupos distintos. Se demostró que el peso de cien frutos y número de raquillas por racimo tuvieron mayor contribución en la divergencia entre sitios. Los primeros tres componentes principales concentraron 66,16% de la varianza acumulada. Los caracteres del fruto fueron responsables por la variación. Hubo descarte de dos caracteres: circunferencia a la altura del pecho y longitud de la raque del racimo. Los individuos de *O. distichus* de los cuatro sitios del Pará muestran variación fenotípica considerable para los caracteres morfoagronómicos estudiados, principalmente para los caracteres de frutos, siendo Marabá más divergentes entre los cuatro sitios.

Palabras clave: Análisis multivariable; Bacaba-de-leque; Diferencia genética; Distancia euclidiana; Amazonía.

1. Introdução

A família *Arecaceae* apresenta ampla variabilidade de espécies, exploradas em diversos segmentos, como na indústria de alimentícios, de fármacos, de cosméticos e na geração de energia (Silva *et al.*, 2021). Entre elas, pode-se destacar *Oenocarpus distichus* Mart. (Figura 1), conhecida popularmente nas regiões brasileiras por bacaba-de-leque ou bacaba-de-azeite, de folhas dísticas, ou seja, lado a lado em forma de leque, essa última característica marcante, lhe atribui uso paisagístico (Pesce, 2009; Cavalcante, 2010). Sua estrutura é arbórea, sendo monocaula, de estipe reto com bases dilatadas e anéis distanciados, chegando a alcançar 20 metros de altura (Oliveira & Oliveira, 2015). Segundo Oliveira (2012), a primeira frutificação se dá por volta do quinto ano após o plantio, produzindo até dois cachos por ano, com média de 21kg; frutifica de fevereiro a maio, sendo propaganda por meio de sementes, que apresentam comportamento recalcitrante, ou seja, são sensíveis à temperatura baixa e não suportam dessecação.

Esta espécie demonstra alto potencial socioeconômico, pela venda e uso de seus frutos na alimentação de populações locais, tanto da polpa processada denominada “bacaba”, quanto na forma de azeite, semelhante ao de oliva, que tem sido estudado por seus benefícios à saúde (Oliveira & Oliveira, 2015). Além disso, é fonte de ácidos fenólicos e flavonóides à dieta humana, com teores comparáveis ou superiores às de outras frutas da mesma família (Carvalho *et al.*, 2016), como também contém ácidos graxos mono e poli-insaturados, usados na produção de compostos bioativos concentrados na polpa, excelente fonte de carboidratos, proteínas e fibras (Freitas *et al.*, 2021).

Apesar das perspectivas e do potencial de uso, a produção de frutos dessa palmeira ainda se concentra nos estados do Pará e Amazonas (IBGE, 2017). Sua exploração ainda é feita nas áreas de ocorrência natural, de maneira predatória, sem uso de tecnologia ou maquinário, com a derrubada das plantas mais altas para se obter os frutos, o que pode ocasionar perda de variabilidade genética, e, conseqüentemente, erosão genética. Desta forma, acredita-se que sejam necessárias estratégias de manejo adequadas, que visem a conservação e a domesticação, para evitar a perda da diversidade genética e a exaustão das referidas áreas (Homma, 2014).

Figura 1 - Aspecto geral de um exemplar de *O. distichus*.



Fonte: Socorro Padilha (2022)

A espécie é considerada como semi-domesticada ou não domesticada, sem plantio comercial conhecido, apenas quintais produtivos e áreas experimentais, como o banco de germoplasma estabelecido pela Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-PA (Oliveira *et al.*, 1991). A domesticação consiste no processo de seleção de plantas superiores, por meio de cruzamentos de indivíduos, utilizando a variabilidade fenotípica para garantir a propagação e a formação de novas populações, que sejam desejáveis ao seu cultivo, para a produção de frutos, assim como de sementes, que possibilitem ganhos de produtividade, baixa altura para primeira emissão de cacho e precocidade, entre outras características comerciais, como já ocorre com o açazeiro (Oliveira & Farias-Neto, 2004). Contudo, para que esse processo seja realizado, se faz necessária à coleta de amostras de material propagado em áreas de ocorrência natural da espécie, a fim de subsidiar a formação de coleções de trabalho para programas de melhoramento genético, como também fazer inferências sobre os indivíduos de onde foram obtidas as amostras.

No Brasil esta palmeira apresenta ocorrência na Amazônia e no Cerrado, estando presente nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste, com maior frequência no leste da Amazônia, abrangendo os Estados do Pará e Maranhão (Leitman *et al.*, 2015). No Pará é encontrada em mata e capoeira de terra firme, crescendo bem em áreas antropizadas. Mas, em vista da forma de colheita, pela derrubada da planta, para a exploração de seus frutos praticada pelos povos locais muitos sítios de ocorrência dessa espécie vêm sendo bastante reduzidos, o que pode estar ocasionado perdas na variabilidade genética e na variação desses sítios. Vale ressaltar que *O. distichus* é relatada como uma planta alógama (Mendes *et al.*, 2019). Assim, indivíduos desses locais devem ser avaliados para diferentes caracteres, de forma a detectar aqueles que possuam características desejáveis ao mercado de frutos, pois os mesmos poderão fornecer materiais reprodutivos para formar coleções de trabalho ou fazer parte de Bancos de germoplasma. Desta maneira, caracteres morfoagronômicos se tornam excelentes ferramentas na discriminação de indivíduos,

sendo um método de baixo custo e fácil obtenção (Oliveira *et al.*, 2019). Entretanto necessitam de métodos estatísticos que consigam gerenciar, de forma mais adequada, a ausência de um desenho experimental em áreas de coleta, como o desbalanceamento e a falta de controle sobre variáveis ambientais, características corriqueiras em experimentos de campo (Matos *et al.*, 2019).

O uso da análise multivariada é uma opção para a avaliação de dados de campo, que considera, simultaneamente, variáveis fenotípicas, como, por exemplo, a distância euclidiana, medida de dissimilaridade que não exige dados em delineamento experimental, calculada com base na padronização de cada caráter. Os métodos de agrupamentos também constituem importantes ferramentas para a análise da divergência entre indivíduos, sendo os mais utilizados os hierárquicos (Cruz *et al.*, 2004). O método de agrupamento hierárquico “ligação completa” auxilia na união dos indivíduos, determinando a menor distância d_{ik} , entre eles, assim, constrói-se a matriz de distâncias $D = (d_{ik})$, e os grupos vão se construindo até a formação do dendrograma (Cruz & Regazzi, 2004). Outro instrumento para a estimativa da divergência genética é a análise de componentes principais, que consiste em transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto, equivalente. Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais, que retém o máximo da informação, em termos de variação total, contida nos dados iniciais (Cruz *et al.*, 2004). O propósito desta análise é da redução da quantidade de dados, com menor perda possível da informação (Valerra, 2008).

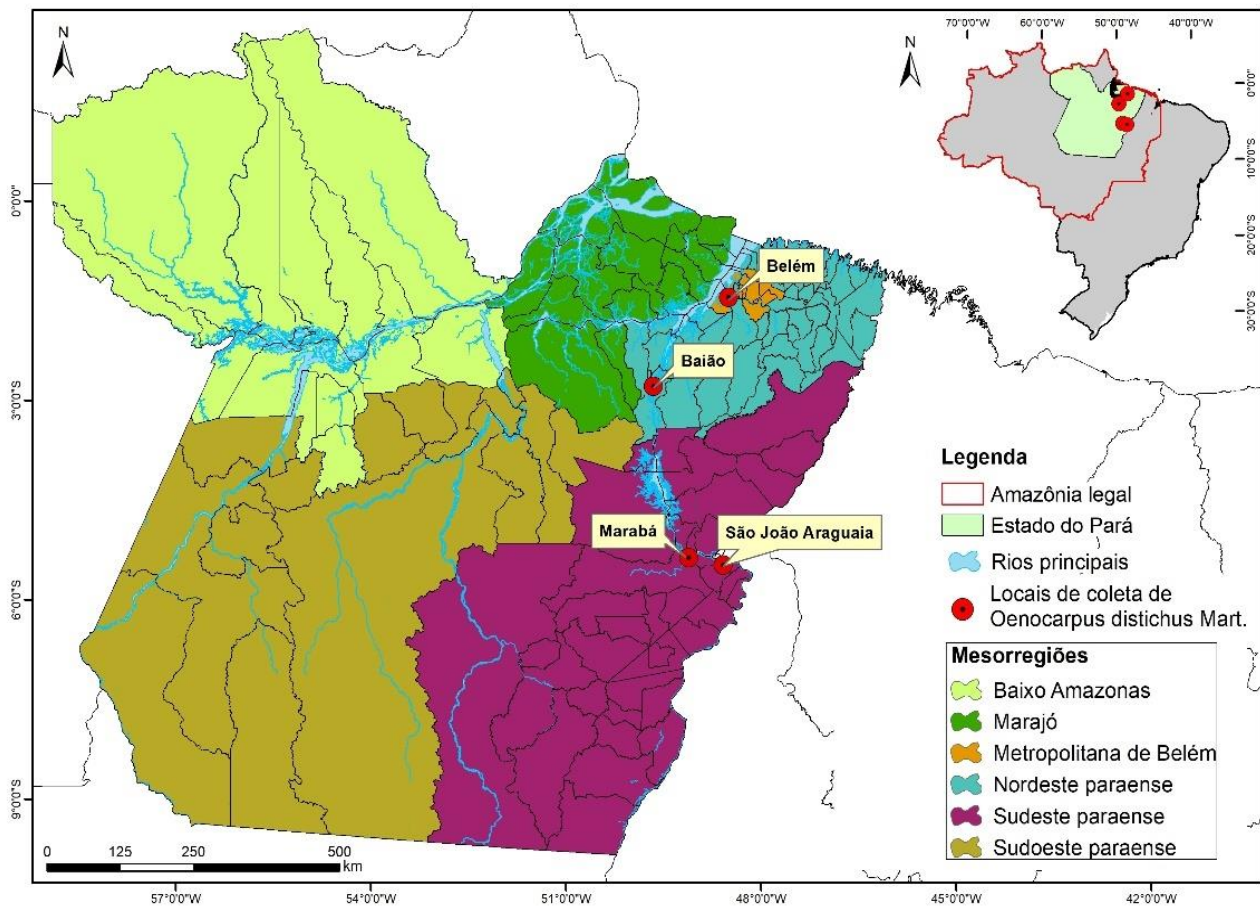
Análises multivariadas têm sido aplicadas para estimar a variabilidade genética em várias espécies de palmeiras baseadas em caracteres morfológicos e agrônômicos, tais como em populações naturais de guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) J. Becc.) (Reis *et al.*, 2017a); em populações de macaúba (*Acrocomia aculeata*) (Reis *et al.*, 2017b), como também na divergência genética de butiá (Kupski, 2021); em procedências de licuri (*Syagrus coronata*) (Neves, 2021); em inajazeiro (*Maximiana maripa* (Aublet) Drud) (Redig, 2013) e de babaçu (*Atallea phalerata* Mart.) (Santos, 2011). No entanto, são poucos os relatos para bacaba-de-leque (Mendes *et al.*, 2019; Oliveira, 2019). O presente trabalho teve por objetivo quantificar a divergência genética em diferentes procedências de bacaba-de-leque do Estado do Pará.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado em áreas de ocorrência natural de *O. distichus*, do Estado do Pará, envolvendo quatro municípios (procedências), com diferentes condições de manejo: Belém, Marabá, Baião e São João do Araguaia (Figura 2). Em cada procedência, foram avaliadas as plantas adultas que, na ocasião da coleta, possuíam pelo menos, um cacho maduro. Nessa condição foram amostrados um total de 62 indivíduos.

Em cada indivíduo, foram coletados os dados de quinze caracteres morfoagronômicos, sendo três relativos à planta, quatro de cacho e oito de fruto, com intuito de constatar variação fenotípica entre e dentro as procedências, por meio de análises uni e multivariada, a fim de sugerir possíveis descritores para a espécie.

Figura 2 - Localização das áreas de ocorrência natural de *O. distichus* em quatro procedências do estado do Pará.



Fonte: Reinaldo Moraes (2022).

a) Descrição das áreas de coleta

A área de coleta da região metropolitana de Belém (latitude 01°27'00" S; longitude 48°49'00" O, altitude de 10 m) apresentava vegetação em estágio avançado de sucessão ecológica, caracterizada como capoeirão. Com topografia plana, solo do tipo latossolo amarelo bem drenado, presença de serrapilheira média (2-5 cm) e clima Af_i (Köppen, 1948). Estima-se que, nesta procedência, haja até 25% de ocorrência de *O. distichus*, possivelmente de 26 a 50 indivíduos adultos e plântulas embaixo da planta-mãe, sem classes intermediárias, em aglomerados heterogêneos. Neste local, foram amostrados 30 indivíduos.

Na procedência Marabá (5°22'12"S; 49°7'1"O, altitude de 84 m), localizada no sudeste paraense, os 12 indivíduos avaliados se encontravam em área de pastagem, com associação vegetal mista em pleno sol, solo argiloso amarelo, excessivamente drenado, de topografia ondulada, clima Aw_i e serrapilheira fina. Estima-se que, na área ocorram cerca de 501 a 1000 indivíduos, apenas com plantas adultas, e que até 25% das plantas são da referida espécie, distribuídas em aglomerados heterogêneos, com ausência de plântulas.

Em São João do Araguaia, sudoeste do Estado (05°29'04"S; 48°35'26,2"W, altitude de 103 m), foram amostrados 12 indivíduos, distribuídos em aglomerados homogêneos, em mata de vegetação mista e de sombreamento parcial. Com solo do tipo argilo-arenoso bem drenado, com serrapilheira grossa, topografia ondulada e clima Am_i. Há mais de 1000 indivíduos na área de coleta, com ocorrência de até 75% da espécie, entre plantas adultas e plântulas próximas à planta-mãe.

No município de Baião (2°47'35"S; 49°39'46"W, altitude de 32 m), no nordeste paraense, a área foi caracterizada como mata de associação vegetal mista definível, dossel sombreado (>50%), solo arenoso bem drenado, com serrapilheira grossa, topografia plana e clima Am_i. Estima-se que a área possui mais de 1000 indivíduos, de todas as classes de tamanho, desde plântulas até adultos, com até 75% de frequência de plantas adultas, em aglomerados heterogêneos e plântulas abundantes embaixo da planta-mãe. Para as condições estabelecidas no estudo, foram identificados 18 indivíduos.

b) Dados coletados

Os caracteres da planta, junto com os cachos, foram avaliados nos próprios locais de coleta, com auxílio de balança do tipo pêndulo, de trena e de fita métrica de 1,5m. Os caracteres foram: número de cachos (NCP), com quantificação do número de cachos maduros; circunferência do estipe à altura do peito (CAP, cm); e o comprimento de cinco entrenós (CEN, cm) (Figura 3).

Figura 3 - Caracteres de planta avaliados em 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará (Belém, Baião, Marabá e São João do Araguaia): (A) NCP: número de cachos por planta (Unid.); (B) CAP: circunferência a altura do peito (cm); e (C) CEN: comprimento de cinco entrenós (cm).

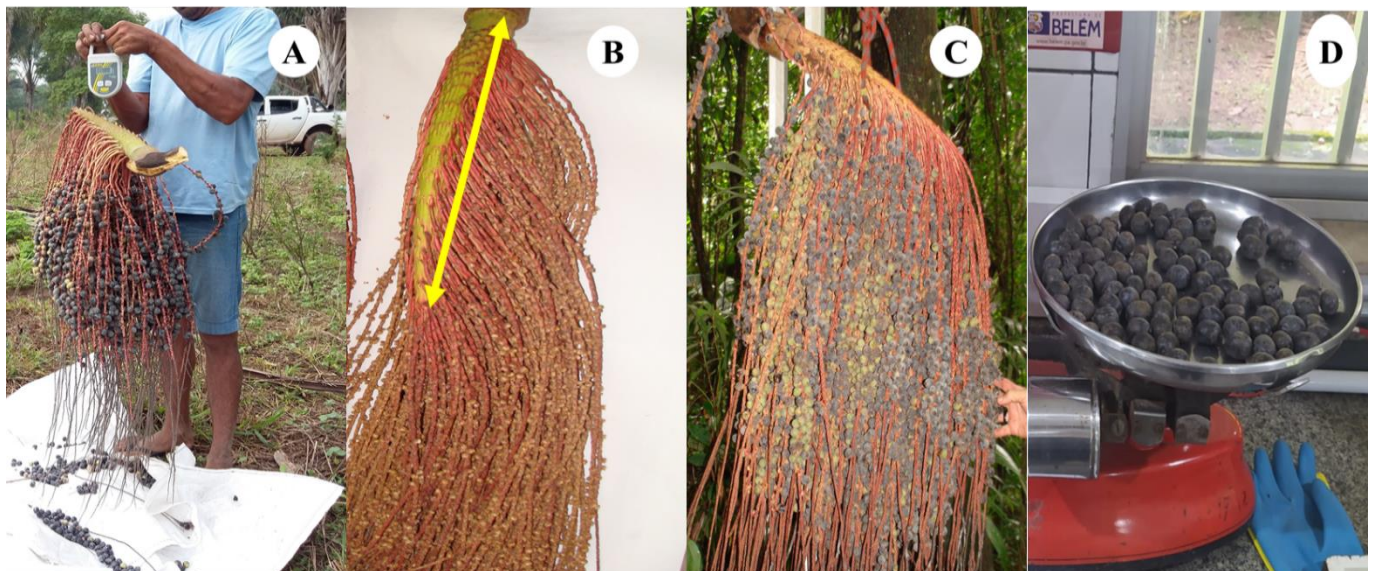


Fonte: Alynne Maciel (2022)

Na avaliação do cacho (Figura 4), os caracteres mensurados foram: peso total do cacho (PTC, kg); número de ráquias por cacho (NRC); comprimento da raque central (CRC, cm) e peso de cem frutos (PCF), este último obtido de 100 frutos ao acaso do cacho. Do cacho, ainda, foi retirada uma amostra de 10 frutos ao acaso, acondicionada em saco plástico, devidamente identificado, e transportado até o laboratório de Fitomelhoramento, na sede da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-PA.

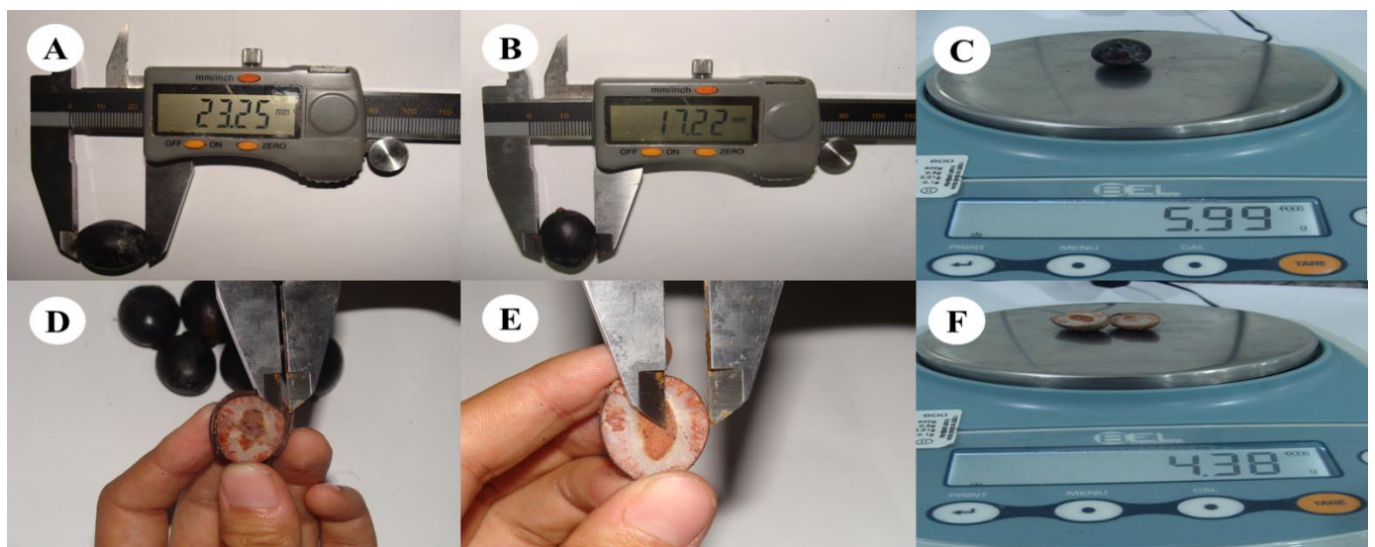
As amostras dos 10 frutos foram avaliadas com paquímetro digital e balança analítica (Figura 5), para os caracteres: diâmetro transversal (DTF, mm), diâmetro longitudinal (DLF, mm), peso do fruto (PF, g), peso da semente (PS, g), peso da parte comestível (casca + polpa, g), espessura da amêndoa (EAF, mm), espessura da parte comestível (EPF, mm) e rendimento da parte comestível por fruto (RPF, %), este último obtido por meio da relação entre PP/PF e multiplicado por 100.

Figura 4 - Caracteres de cacho mensurados em 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará (Belém, Baião, Marabá e São João do Araguaia): (A) PTC: peso total do cacho (kg); (B) CRC: Comprimento da raque central (cm); (C) NRC: número de ráquias (und.) e (D) PCF: Peso de cem frutos (g).



Fonte: Socorro Padilha (2022)

Figura 5 - Caracteres de fruto avaliados em *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará (Belém, Baião, Marabá e São João do Araguaia): (A) DL: diâmetro longitudinal (mm); (B) DT: diâmetro transversal (mm); (C) PF: peso do fruto (g); (D) EP: espessura da polpa (mm); (E) EA: espessura da amêndoa (mm) e (F) PS: peso da semente (g).



Fonte: Socorro Padilha (2022)

c) Análise dos dados

Os dados foram tabulados e codificados para análise estatística conforme a Tabela 1. Os dados obtidos foram submetidos, primeiramente, à análise univariada (ANOVA) para constatar variação entres os indivíduos, no software Rstudio, (R Core Team, 2020), com o pacote ExpDesp.pt. (Ferreira *et al.*, 2014) conforme sugerido por Oliveira *et al.*, 2007, e Neves 2021. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott a 5%, que se baseia na razão da verossimilhança e na distribuição do qui-quadrado para testar a diferença, ao dividir em grupos significativamente diferentes e maximizar a soma dos quadrados entre os grupos (Scott & Knott, 1974), também pelo pacote ExpDesp.pt. Análises descritivas e univariadas foram utilizadas para quantificar a variação fenotípica entre os indivíduos, usual para a descrição do material coletado (Oliveira, 2005).

Tabela 1 - Identificação das procedências e dos indivíduos de *O. distichus* nos quatro locais de coleta do Estado do Pará.

Procedência	Indivíduos (no.)	Código de identificação
Belém	30	BEL-1 BEL-30
Baião	8	BAI-1 a BAI-8
Marabá	12	MAR-1 a MAR12
São João do Araguaia	12	SJA-1 a SJA12

Fonte: Autores (2022)

As análises multivariadas foram feitas para verificar a existência de divergência genética entre as procedências, por meio da obtenção da distância euclidiana média padronizada, com base nos dados médios de cada município, no Software Rstudio (R Core Team, 2020), com o pacote Stats (R Core Team, 2020). A distância euclidiana foi padronizada para os 62 indivíduos, das quatro procedências, para quantificar a distância fenotípica, onde o conjunto de dados de cada descritor foi transformado, ficando com média nula e variância igual a um, calculada com base na padronização de cada caráter, por meio da expressão:

$$d_{ii'} = \sqrt{\sum_j (x_{ij} - x_{ij'})^2}$$

Em que:

$d_{ii'}$ – distância euclidiana entre os pares de indivíduos.

x_{ij} – valor obtido do i -ésimo indivíduo em relação ao j -ésimo caráter

O coeficiente de dissimilaridade foi calculado com base na distância euclidiana para os 62 indivíduos, com o agrupamento feito pelo método de ligação completa (vizinho mais distante) no software Rstudio (R Core Team, 2020), pelo pacote Factoextra (Kassambra *et al.*, 2016). Adicionalmente, foi realizada a análise de componentes principais (ACP), no programa Rstudio, para detalhar o inter-relacionamento dos indivíduos e dos descritores, a partir da obtenção da matriz de correlação e o conjunto de coeficientes de ponderação dos componentes, conforme sugerido por Reis *et al.* (data?) (Bispo *et al.*, 2020), com o auxílio do pacote Factoextra (Kassambra *et al.*, 2016) no software Rstudio.

Foi calculada a distância euclidiana média para as quatro procedências e realizado o agrupamento também pelo método de ligação completa. O pacote Factoshiny (Vaissié, 2021) foi aplicado na construção do gráfico de associação da diferença genética entre procedências e na análise dos componentes principais dos dados médios das procedências, para exemplificar o inter-relacionamento dos indivíduos e dos caracteres, a partir da obtenção da matriz de correlação e o conjunto de coeficientes de ponderação dos componentes.

3. Resultados e Discussão

Pode-se verificar que houve diferença significativa entre as procedências para maioria dos caracteres pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, o que sugere a existência de variabilidade entre elas (Tabela 2). Apenas quatro caracteres: circunferência a altura do peito (CAP), nº de cachos por planta (NCP), número de ráquias (NRC), diâmetro longitudinal do fruto (DL) e espessura da polpa (EP) não apresentaram diferenças entre procedências.

Tabela 2 - Testes “F” e níveis de significância para quinze caracteres morfoagronômicos avaliados, em quatro procedências de *O. distichus* no Estado do Pará. ^{ns}: Não significativo; ** e *: significativo pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Caracteres	Valor F	Pr > F
------------	---------	--------

Planta	Circunferência do estipe a altura do peito (CAP)	1,61	0,19 ^{ns}
	Comprimento de cinco entrenós (CEN)	3,05	0,04 *
	Nº de cachos por planta (NCP)	1,17	0,71 ^{ns}
Cacho	Peso total do cacho (PTC)	4,49	0,007 **
	Nº de ráquias por cacho (NRC)	2,35	0,083 ^{ns}
	Comprimento da raque central (CRC)	2,74	0,048*
Fruto	Peso de cem frutos (PCF)	19,06	1,009e-08 ***
	Diâmetro longitudinal do fruto (DLF)	3,64	0,018*
	Diâmetro transversal do fruto (DTF)	5,80	0,0015**
	Peso do fruto (PF)	10,47	1,06e-05***
	Peso da polpa por fruto (PP)	5,87	0,00124 **
	Rendimento de polpa por fruto (RPF)	6,57	0,000674 ***
	Peso da semente por fruto (PS)	13,07	8,36e-07 ***
	Espessura da polpa (EP)	1,24	0,416 ^{ns}
	Espessura da amêndoa (EA)	17,42	6,2e-08 ***

Fonte: autores (2022)

Os dados de agrupamento das médias dos quinze caracteres avaliados constam na Tabela 3. Observa-se que as procedências formaram de um (CAP, NCP, NRC, CRC e EP) a quatro (EA) grupos, com a predominância de dois grupos (CEN, PTC, PCF, DLF, DTF, PF, PP e RFC). Percebe-se que Marabá e Baião, as procedências que apresentam ações de manejo e eliminação de plantas, formando um grupo para CEN e PTC e Marabá grupo isolado para quatro caracteres de frutos. A procedência de Belém exibiu variação de 61 cm a 87 cm e média de 73,5 cm para o caráter CAP e CEN variando de 94 cm a 182 cm, com média de 138 cm. Os cachos apresentaram média para PTC de 18,5 kg. No caso do CRC, NRC e PCF, as médias foram de 47,9 cm, 166,8 ráquias e 284,6 g, respectivamente. Os frutos expressaram tamanhos variados, com diâmetros longitudinal e transversal exibindo médias de 18,7 mm e 15,7 mm, respectivamente, o que representa formato oblongo/elíptico. O peso médio do fruto foi de 3,0 g, variando de 1,7 g a 6,9 g, com rendimento médio da parte comestível de 44,2%. As sementes pesaram em média 1,7g, além de 1,6 mm de EP e 5,7 EA. Vale ressaltar que os pesos expressaram forte variação.

Na procedência de Baião, os caracteres circunferência do estipe e comprimento de cinco entrenós apresentaram médias de 65,7 cm e 112,7 cm, respectivamente, média de um cacho por planta pesando 12 kg e 246g para PCF (Tabela 3). Cada cacho teve CRC de 51 cm de comprimento e, em média, 165 ráquias. Os frutos foram do tipo oblongo/alongado, mediram 18,3 mm e 14,9 mm de comprimentos DLF e DTF, respectivamente; com PF médio de 2,45g, com 1,22g da parte comestível, 1,2g de PS, espessura de 1,63 mm e RPF de 49,2%.

Em Marabá, foram encontrados indivíduos com média para a circunferência do estipe de 73,14 cm e comprimento de cinco entrenós de 112,7cm (Tabela 3). Os cachos alcançaram média de 8,3 kg e 246g para peso de cem frutos. Em média, os cachos tiveram 47,5 cm de circunferência; 139 NRC e DLF e DTF de 20,39 mm e 17,53 mm, respectivamente. Os frutos pesaram, em média, 4,23g, com 1,79g da parte comestível, espessura de 1,56 mm, representando 41,98% de RPF. Cada semente teve média de 2,44g, com espessura da amêndoa de 6,89 mm.

São João do Araguaia, por sua vez, apresentou plantas com médias de circunferência do estipe e comprimento de cinco entrenós de 71,00 cm e 136,08 cm, respectivamente; os cachos pesaram, em média, 16,49 kg, com uma média de 154 ráquias por cacho e 59,75 cm de circunferência. O PCF alcançou média de 295g e, cada fruto mediu, em média, 19,27 mm e 15,71 mm de comprimento DLF e DTF, respectivamente, pesando 2,94g, com 1,24g de parte comestível, espessura de 1,45 mm e RPF de 42,08%. Cada semente pesou, em média, 1,71g com espessura amêndoa de 6,16 mm. Pelo teste de Scott & Knott, foi constatado que as procedências formaram de um a quatro grupos (Tabela 3), com predominância de dois grupos, onde Marabá formou grupo único na maioria dos caracteres de fruto.

Tabela 3 – Agrupamento de médias para quatro procedências de *O. distichus* do Estado do Pará com base em quinze caracteres morfoagronômicos. CV (%): coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não são significativas pelo teste Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

Procedências	Belém		Baião		Marabá		São João do Araguaia	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)	Média	CV (%)	Média	CV (%)
Circunferência a altura do peito (CAP)	73,53 ^a	10,01	65,75 ^a	6,07	73,14 ^a	13,18	71,00 ^a	18,42
Comprimento de cinco entrenós (CEN)	138,01 ^b	12,58	112,70 ^a	16,36	136,08 ^a	34,96	119,37 ^b	23,89
Número de cacho por planta (NCP)	1,33 ^a	40,43	1,25 ^a	29,4	1,50 ^a	33,33	1,42 ^a	34,8
Peso total do cacho (PTC)	18,48 ^b	55,4	12,81 ^a	50,55	8,30 ^a	62,47	16,49 ^b	35,64
Número de ráquias por cacho (NRC)	166,76 ^a	22,32	165,00 ^a	12,86	139,08 ^a	20,45	154,00 ^a	12,22
Comprimento da ráquis central (CRC)	47,70 ^a	19,6	51,62 ^a	15,03	47,58 ^a	39,9	59,75 ^a	21,8
Peso de cem frutos	281,90 ^a	18,77	245,00 ^a	15,98	422,36 ^a	18,57	293,60 ^b	21,24
Diâmetro transversal do fruto (DT)	15,65 ^a	8,28	14,93 ^a	6,07	17,52 ^b	10,74	15,69 ^a	6,1
Diâmetro longitudinal do fruto (DL)	18,70 ^a	10,01	18,37 ^a	5,03	20,37 ^b	11,03	19,26 ^a	7,09
Peso do fruto (PF)	3,03 ^a	27,97	2,46 ^a	15,67	4,24 ^b	18,61	2,91 ^a	20,94
Peso da polpa (PP)	1,34 ^a	29,39	1,21 ^a	21,26	1,79 ^b	21,56	1,23 ^a	24,95
Rendimento de polpa por fruto (RPF%)	44,24 ^a	8,65	49,27 ^b	8,14	41,93 ^a	10,43	42,16 ^a	8,04
Peso da semente (P S)	1,69 ^b	29,11	1,23 ^c	13,01	2,45 ^a	19,41	1,71 ^b	19,8
Espessura da polpa (EP)	1,60 ^a	12,69	1,61 ^a	12,14	1,55 ^a	20,15	1,46 ^a	19,08
Espessura da amêndoa (EA)	5,07 ^b	11,91	5,05 ^c	5,84	6,88 ^a	8,85	6,09 ^d	7,46

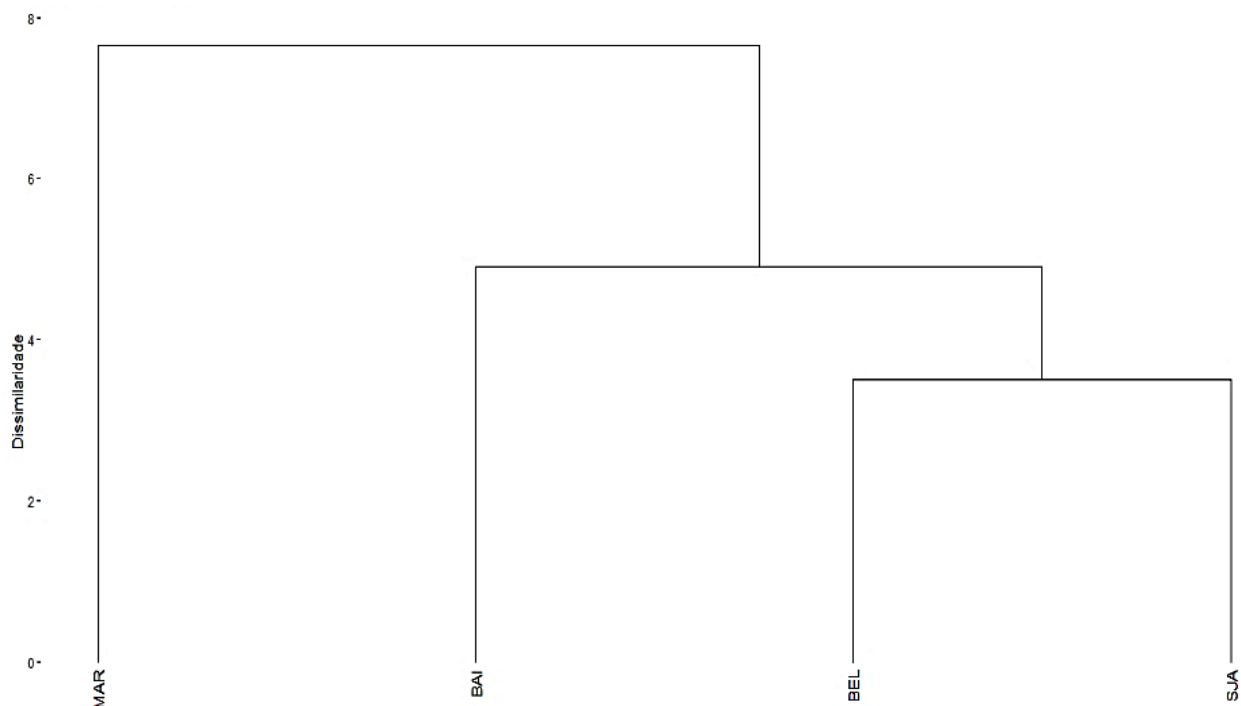
Fonte: Autores (2022)

Verifica-se ainda que os indivíduos de *O. distichus* das quatro procedências apresentaram caule de estipe grosso e entrenós longos, mas com variação na emissão de cachos, cujos cachos grandes, com frutos oblongos/elípticos e de excelente rendimento da parte comestível (> 40%). A procedência Marabá apresentou as maiores médias para oito dos 15 caracteres avaliados (NPC, PCF, DLF, DTF, PF, PP, PS, EAF). No entanto, Baião teve dados relevantes para caracteres de interesse ao mercado de frutos, como RPF acima da média (49%), NRC elevado (média=165) e menor valor para PCF com 246g e plantas de CEN curto (média=119 cm). Segundo Oliveira *et al.* (2019), o mercado de frutos de bacaba segue com as mesmas preferências do mercado de açaí, que dá prioridade a plantas de entrenós curtos, de cachos pesados e frutos pequenos, pois fornecem maior número de frutos por cacho e, conseqüentemente, maior rendimento de polpa processada.

A diferença encontrada entre as procedências demonstra o potencial das procedências de Belém e de São João do Araguaia em fornecer material propagativo para enriquecer o banco de germoplasma, como também na formação de coleção de trabalho, cujas avaliações posteriores poderão subsidiar programas de melhoramento genético dessa palmeira. Redig (2013), ao avaliar 125 matrizes de inajazeiro, de cinco populações do Estado do Pará, encontrou resultados semelhantes, com a formação de dois ou três grupos pelo mesmo teste. Quanto aos coeficientes de variação, observa-se que os caracteres PTC, NCP, PC, NCR, CAP, PP, e CEN exibiram valores altos (Tabela 3), fornecendo indícios de presença de variação desses caracteres dentro das áreas de coleta. Acredita-se que esta variação esteja relacionada a diferentes tipos de manejo em cada área de coleta. Enquanto isso, os caracteres DLF, DTF, RPF% e EA tiveram coeficientes de variação abaixo de 15%.

Pela análise multivariada, constata-se que as procedências mais divergentes foram São João do Araguaia (SJA) e Marabá (MAR), com 1,54, sendo que Belém e Baião (BEL e BAI) foram as mais similares, com 1,13. O dendrograma gerado pelo método de ligação completa (Figura 6) permitiu a separação das procedências em dois grupos: um formado apenas por Marabá e o outro, pelas demais procedências. Os grupos apresentaram excelente confiabilidade, uma vez que o valor cofenético obtido foi alto ($r = 0,88$), demonstrando bom grau de ajuste entre as matrizes de distância de dissimilaridade e a matriz de distância original. Segundo Regazzi & Cruz (2020), o valor cofenético menor que 0,7 indicaria inadequação do método escolhido para o agrupamento. Os caracteres que mais contribuíram para essa diferença foram o peso da semente (PS) com 35% da contribuição, seguido pelo peso da polpa, com 27,70%.

Figura 6 - Dendrograma obtido pelo método de ligação completa, gerado com base nas distâncias euclidianas médias, a partir de quinze caracteres morfoagronômicos avaliados entre quatro procedências de *O. distichus* no Estado do Pará.

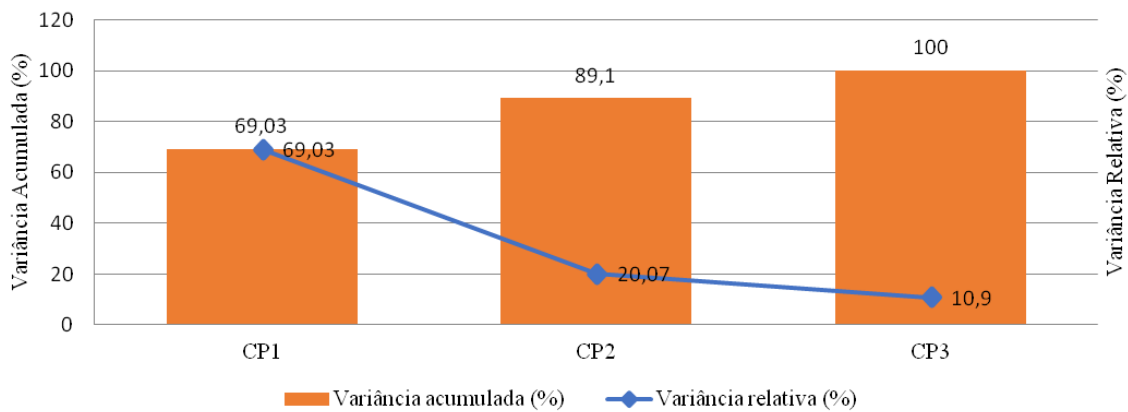


Fonte: Autores (2022)

Resultados semelhantes foram encontrados por Redig (2013), com distância euclidiana média de 1,40 entre as cinco populações de inajazeiro, de diferentes municípios para 15 caracteres morfoagronômicos de planta, cacho e fruto. Santos (2011) ao avaliar indivíduos de babaçu, também de procedências distintas, ressaltou que os diferentes tipos de manejo em cada área de coleta podem acentuar a diferença genética entre populações. Assim sendo, acredita-se que Marabá tenha se isolado das demais procedências pelo fato da grande eliminação das plantas adultas neste local para a implantação de pastagem. Já Baião possui manejo moderado feito pelos moradores locais (quilombolas) para a produção de frutos. Enquanto as demais, não apresentam manejo algum.

Os três primeiros componentes explicaram 100% da variação entre procedências (Figura 7). O primeiro componente principal teve a maior contribuição da variação dos caracteres de fruto, com acentuada participação do DTF e DLF, com 9,53 e 9,44 respectivamente. Já o segundo componente teve contribuição de caracteres de cacho (CEN=20,66) e fruto (EP=21,74).

Figura 7 - Variância relativa e acumulada com base nas estimativas dos autovalores associados aos componentes principais dos quinze caracteres morfoagronômicos de *O. distichus* de quatro procedências do estado do Pará.

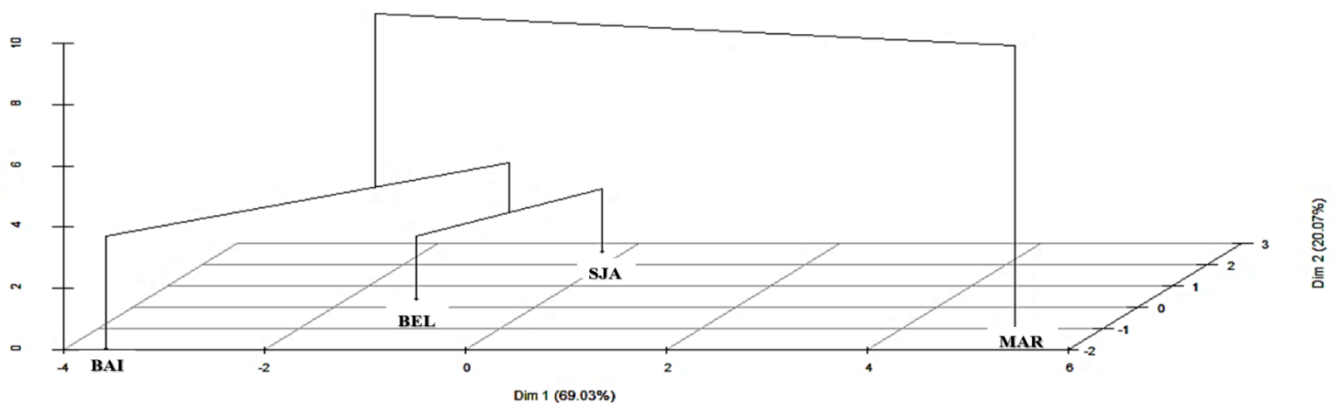


Fonte: Autores (2022)

A dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais, associados à diferença genética, evidencia também a formação de dois grupos divergentes (Figura 8), de distribuição semelhante aos do dendrograma. Neste caso, percebe-se que o grupo formado por Baião, Belém e São João do Araguaia ficou mais próximo do primeiro componente principal, sugerindo que a variabilidade nessas procedências seja mais influenciada pelos caracteres relacionados ao fruto. Enquanto isso o outro, representado apenas por Marabá, apresentou sua dispersão mais próxima do segundo componente principal, demonstrando o domínio dos caracteres de cacho e de frutos em sua divergência.

Figura 8 - Dispersão gráfica dos dois primeiros componentes principais associados à divergência genética de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará, obtida com base em quinze caracteres morfoagronômicos.

Fonte: Autores (2022)



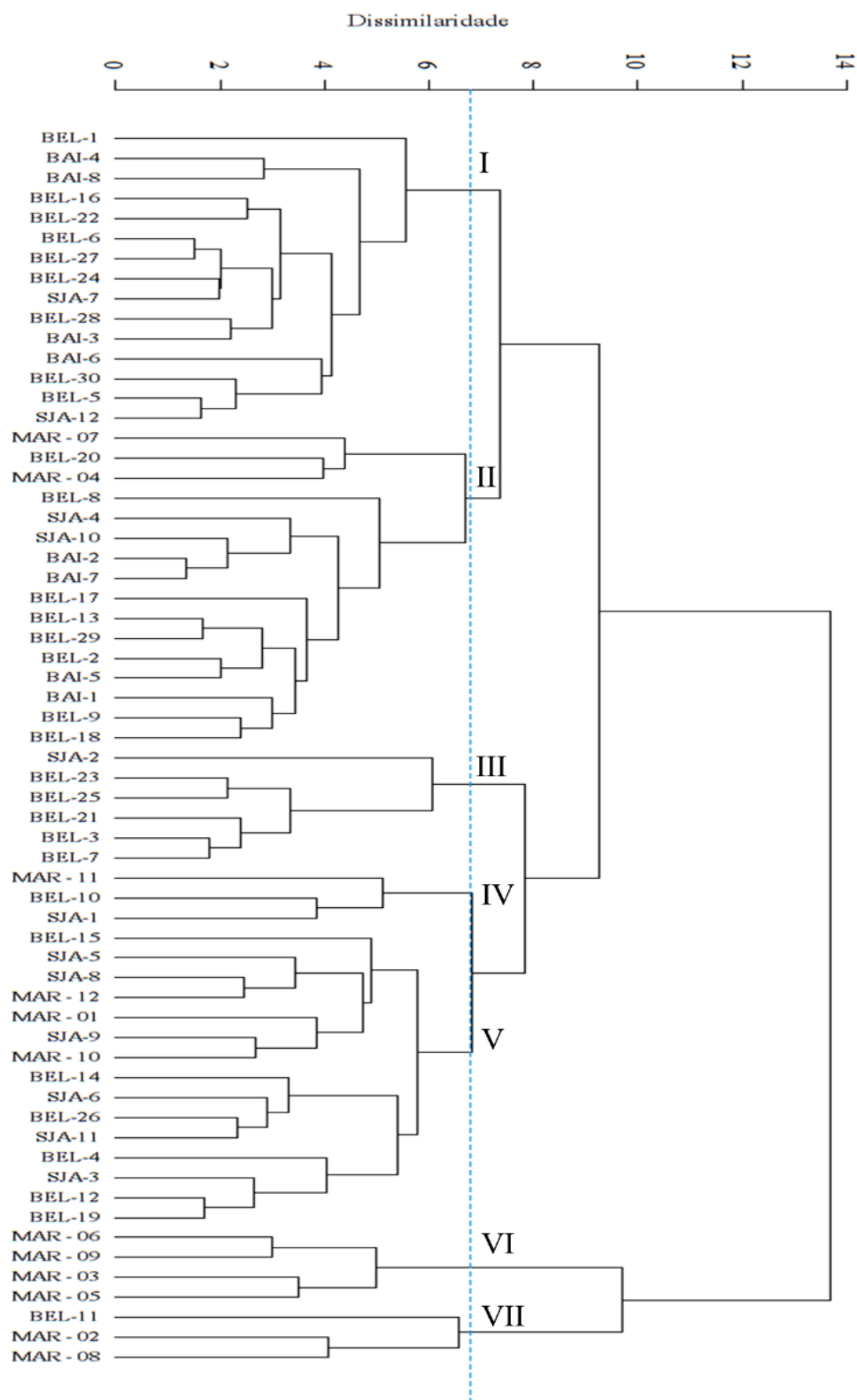
Quando se analisa a divergência entre os 62 indivíduos, verifica-se que dos 1891 pares formados as distâncias variaram entre 1,33 a 13,69, com média de 5,14. A maior divergência foi encontrada no par BEL-8 x BEL-11 com 13,69, ambos de Belém, enquanto a menor ocorreu entre dois indivíduos de Baião (BAI-2 x BAI-7), com distância de 1,33. Vale mencionar que mais da metade dos indivíduos apresentou distâncias genéticas acima da média geral indicando que a maioria expressa divergência acentuada, com destaque para 62 pares que exibiram distâncias acima de 8,39, sendo que desse total 26 pares foram formados só por indivíduos de Belém e nos demais pares com a presença do indivíduo BEL 11. Entretanto, 21 pares com as menores distâncias também foram constituídos por indivíduos de Belém, sugerindo que essa procedência possua a maior variação para os caracteres avaliados. Segundo Mendes *et al.* (2019), quando um grande número de indivíduos apresenta distância genética acima da média geral, evidencia a capacidade de cruzamentos desejáveis para a obtenção de valores genéticos aditivos. Desta forma, dos 62 indivíduos avaliados, foram identificados cinco pares altamente divergentes (BEL-8 x BEL-11; BEL-13 x BEL-11; SJA-2 x MAR-8; BAI-1 x BEL-11; BAI-2 x BEL-11; SJA-4 x BEL-11). Se materiais reprodutivos desses indivíduos forem utilizados na formação de coleção de trabalho poderão futuramente ser usados em cruzamentos controlados.

Dos indivíduos avaliados, destaca-se BEL-11 que esteve presente em mais de 80% das combinações dos indivíduos mais divergentes, ou seja, materiais reprodutivos deste indivíduo podem ser usados na formação de coleções de trabalho como sugestão de aumentar o ganho por seleção. Por exemplo, o par mais divergente (BEL-8 x BEL-11) apresentou características relevantes, BEL-8 possui o menor peso de fruto (PF) dentre os 62 indivíduos avaliados (1,7 g), umas das características importantes ao mercado de frutos. Já BEL-11 teve alto rendimento de polpa (RPF = 46,1%), bom peso total de cacho (PTC = 18 kg) e peso de cem frutos (PCF = 386 g), todos acima da média geral. Como ambos pertencem à mesma procedência (Belém), e esta não sofre nenhum tipo de manejo, acredita-se que a haja forte variação alta dentro da área, sendo necessária análise criteriosa e estudos da constituição genotípica dos mesmos (Santos, 2011).

No dendrograma gerado para indivíduos houve a formação de vários grupos (Figura 9), dos quais sete foram delimitados pela dissimilaridade genética, com base no método de Mojema (1977) e com boa confiabilidade ($r = 0,70$). O grupo I abrangeu 15 indivíduos: com nove de Belém; quatro de Baião e dois de São João do Araguaia; o II, com 16 indivíduos: dois de Marabá, seis de Belém e quatro de Baião; o III, com seis indivíduos: cinco de Belém e um de São João do Araguaia; o IV, por três indivíduos: um de Belém, um de Marabá e um de São João do Araguaia; o V, com 15 indivíduos: seis de Belém, três de Marabá e seis de São João do Araguaia; o VI, por quatro indivíduos, exclusivamente, de Marabá; e por fim, o grupo VII, com dois indivíduos de Marabá e um de Belém.

Percebe-se que os indivíduos não foram agrupados em sua totalidade de acordo com a sua procedência, ou seja, em cada um dos sete grupos houve proporção distinta de cada procedência (Figura 9). O alto número de grupos demonstra ampla divergência entre eles para os caracteres avaliados. Resultados distintos foram encontrados por Santos (2011), que relatou certa tendência em agrupar matrizes da mesma procedência, em um estudo de diferença genética de babaçu de três procedências distintas do Piauí. Por outro lado, Reis *et al.* (2017b), ao avaliarem 130 acessos de macaúba (*Acrocomia aculeata*), de 35 municípios do Estado de Goiás, obtiveram resultados similares, com a formação de grupos de diferentes procedências. Cabe enfatizar que a formação de grupos heterogêneos pode indicar um *pool* gênico, que é a diversidade completa que compõe uma população. Além disso, o uso deste método restringe o número de possíveis cruzamentos, reduzindo os custos (Mendes *et al.*, 2019).

Figura 9 - Dendrograma obtido pelo método de ligação completa, gerado com base nas distâncias euclidianas, a partir de quinze caracteres morfoagronômicos avaliados, entre 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará.



Fonte: Autores (2022)

No geral, o grupo I teve RPF% acima da média com indivíduos apresentando até 50% da parte comestível, sendo desejáveis para a exploração de frutos; entretanto, a maioria das plantas apresentou apenas um cacho, algo comum tendo em vista a característica morfológica da espécie, que lhe permite no máximo dois cachos em diferente estágio fenológico. O grupo VII mostrou a melhor performance, quando se trata de plantas com CEN curtos, e com RPF% acima da média (acima de 45%), porém seus cachos foram pequenos. Já o Grupo III, apesar do CEN ser acima da média (acima de 130 cm), o tamanho do fruto ficou abaixo da média (DTF e DLF abaixo de 19,1 e 15,9 mm respectivamente). O Grupo II apresentou indivíduos com bom

RPF (acima de 45%), se mostrando bem promissor com cachos grande e frutos pequenos, com destaque para BAI-1, com 23kg de PTC, frutos de apenas 1,9g e RPF de 50,3%. Esses resultados demonstram que as amostras obtidas podem ser favoráveis para o enriquecimento do banco de germoplasma, uma vez que a elevada diferença fenotípica, pode estar atrelada a diferenças genéticas. Logo, o material propagativo deve ter boa performance para os caracteres de interesse.

Em relação a contribuição relativa dos caracteres avaliados, o peso de cem frutos (PCF) foi o responsável por 75,23% da divergência genética detectada (Tabela 6), seguido pelo número de ráquias por cacho (NRC), com 11,77%. Esses resultados sugerem que essas variáveis foram eficientes em explicar a diversidade genética entres os 62 indivíduos estudados. O caráter PCF mostrou-se altamente correlacionado com o tamanho dos frutos, pois quanto maior o PCF, maior o tamanho do fruto, sendo este um dos caracteres de grande interesse ao mercado de frutos de bacaba. O mesmo pode se relacionar o NRC com o PTC. Logo, pode-se esperar que, quanto mais ráquias o cacho tiver, maior será a quantidade de frutos no cacho. Os caracteres que menos contribuíram para divergência entre os indivíduos foram número de cacho por planta (NPC), peso da polpa (PP), peso da semente (PS) e espessura da polpa (EP), podendo ser descartados em futuros estudos de diversidade genética com a espécie. Por outro lado, o caráter NCP, mostrou-se importante em quantificar a produção de frutos, não podendo ser descartado.

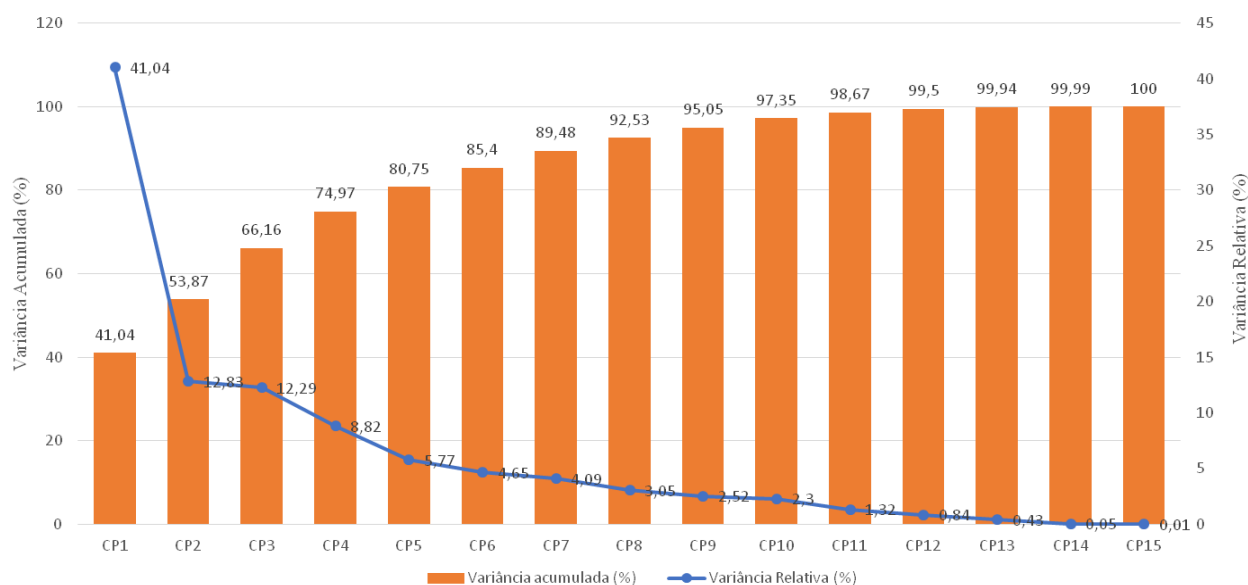
Tabela 4- Estimativas da contribuição relativa (S.j) e da porcentagem dos quinze caracteres morfoagronômicos para a divergência genética entre 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará.

Caracteres		S.j	Valor (%)
Planta	Circunferência a altura do peito (CAP)	330501,21	0,94
	Comprimento de cinco entrenós (CEN)	3117074	8,91
	Número de cacho por planta (NCP)	1021	0,00
Cacho	Peso total do cacho (PTC)	317335,13	0,91
	Número de ráquias por cacho (NRC)	4119700	11,77
	Comprimento da ráquis central (CRC)	674032	1,93
	Peso de cem frutos	26325043,4	75,23
Fruto	Diâmetro transversal do fruto (DT)	11302,97	0,03
	Diâmetro longitudinal do fruto (DL)	11118,32	0,03
	Peso do fruto (PF)	3330,13	0,01
	Peso da polpa (PP)	664,48	0,00
	Rendimento de polpa por fruto (RPF%)	77239,04	0,22
	Peso da semente (P S)	1206,33	0,00
	Espessura da polpa (EP)	253,08	0,00
	Espessura da amêndoa (EA)	2536,32	0,01

Fonte: Autores (2022)

Com relação às variâncias relativas e acumuladas dos caracteres pela análise de componentes principais, constatou-se que grande parte da variação ficou diluída até o decimo primeiro componente principal, que responderam por 98,67% da variação acumulada, e que os três primeiros componentes principais conseguiram explicar um pouco mais da metade da variação total (66,16%) (Figura 10). Oliveira et al. (2006) ao selecionarem descritores morfoagronômicos para a caracterização de germoplasma de açaizeiro ao mercado de frutos, com base em 87 acessos, encontraram valores menores, onde apenas 35% da variação total ficou retida nos dois primeiros componentes. Em um estudo de avaliação de três populações de babaçu, por meio também de caracteres morfoagronômicos, provenientes de municípios distintos do Estado do Piauí, também foi encontrada baixa contribuição nos dois primeiros componentes, com apenas 55%, ficando o restante diluído nos outros nove componentes principais (Santos, 2011).

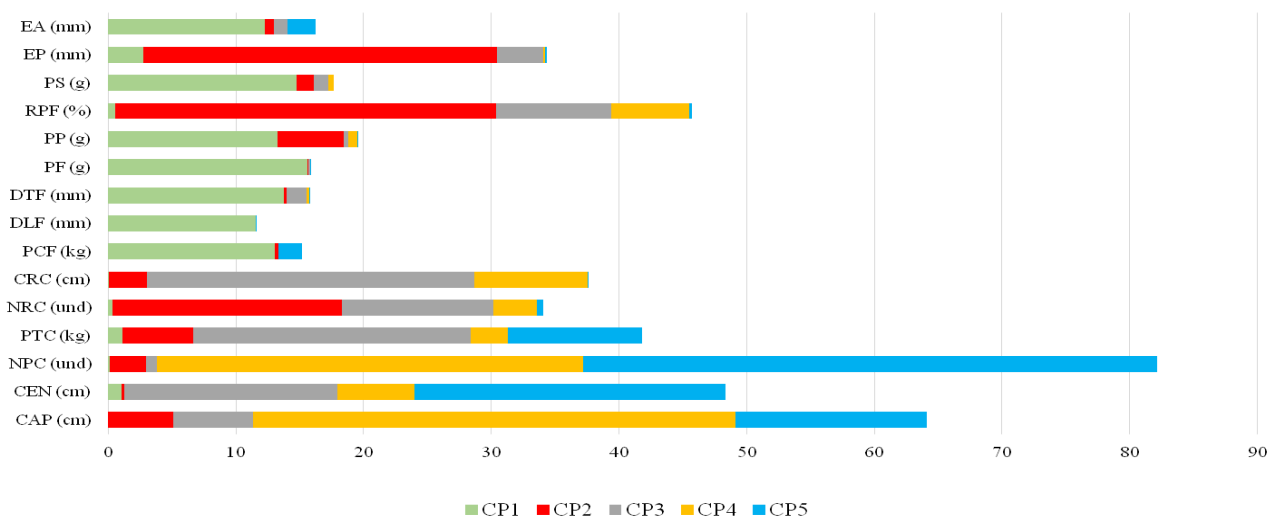
Figura 10 - Variância relativa e acumulada com base nas estimativas dos autovalores associados aos componentes principais de quinze caracteres morfoagronômicos avaliados em 62 indivíduos de *O. distichus*, provenientes de quatro procedências do Estado do Pará.



Fonte: Autores (2022)

Segundo Fávero *et al.* (2009), a distribuição da variância dos componentes está associada à natureza dos caracteres usados na análise, ficando concentrado nos primeiros componentes apenas quando se utiliza um determinado número de caracteres. Para esses autores, quando os caracteres possuem elevada correlação entre eles, os primeiros componentes principais tendem a explicar quase o total da variância dos dados. Pela análise do conjunto de autovetores, foi possível verificar a composição de cada componente principal (Figura11). O Componente principal 1 teve maior contribuição da variação pelo caráter peso de fruto (PF), seguido pelo peso de semente (PS) e diâmetro transversal (DTF), todos caracteres do fruto. Já o segundo componente teve maior contribuição dos caracteres rendimento de polpa por fruto (RPF) e espessura da polpa (EP), ambos também de frutos. Baseado nesses resultados, é possível inferir que os caracteres de fruto possuem alta variação entre os indivíduos avaliados dessas procedências, indicando que esses caracteres podem ser considerados como descritores dessa espécie, por discriminarem bem o material estudado. Por outro lado, os descritores sugeridos como passíveis de descarte devem ser a circunferência do estipe (CAP) e o comprimento da raque (CRC), por terem contribuído com a menor parte da variação disponível nos mesmos.

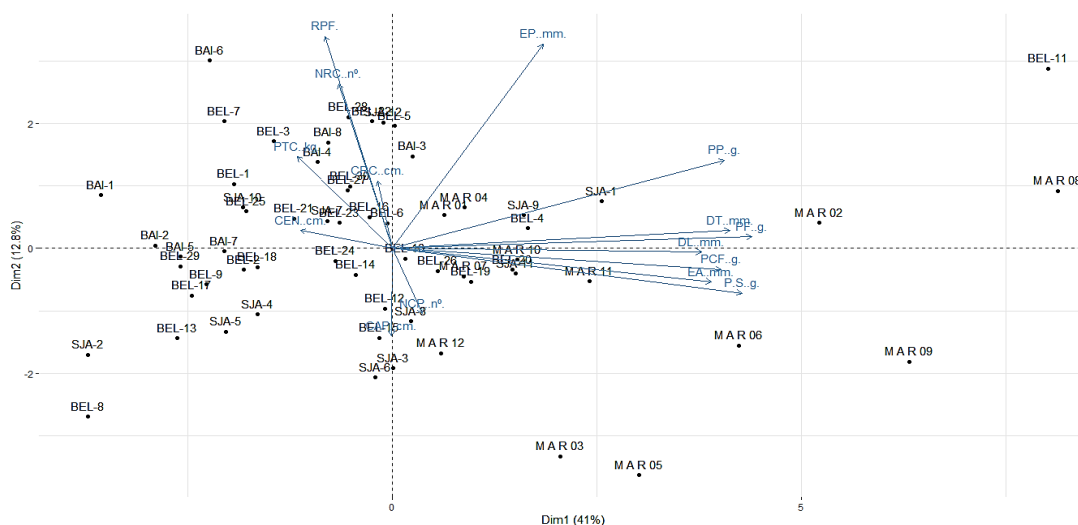
Figura 11 – Contribuição dos cinco primeiros componentes principais nos autovalores dos quinze caracteres morfoagronômicos avaliados nos 62 indivíduos de *O. distichus* de quatro procedências do Estado do Pará.



Fonte: Autores (2022)

Pela análise do gráfico dos componentes principais com a dispersão dos 15 caracteres morfoagronômicos avaliados e o arranjo dos 62 indivíduos (Figura 12), percebe-se que os indivíduos ficaram amplamente distribuídos próximos ao eixo X (CP1), onde houve a concentração dos de São João do Araguaia, enquanto os de Belém e Baião ficaram no eixo Y (CP2), junto com mais seis de Marabá. A partir dos resultados dos indivíduos e da predição da divergência genética entre procedências, é possível inferir sobre a escolha dos melhores indivíduos para fornecer material reprodutivo e compor uma coleção de trabalho para a exploração desse recurso genético, visando o aumento da produção de frutos para o mercado de polpa de bacaba. Segundo Farias-Neto *et al.* (2013), a seleção dos melhores progenitores depende da escolha correta dos indivíduos em potencial, cuja base é indispensável para o sucesso no programa de melhoramento de plantas.

Figura 12- Representação gráfica dos quinze caracteres morfoagronômicos avaliados e a distribuição dos 62 indivíduos de *O. distichus* amostrados, nas quatro procedências do Estado do Pará, nos eixos 1 e 2 definidos pela análise dos componentes principais.



Fonte: Autores (2022)

4. Conclusão

Os indivíduos de *O. distichus*, representantes das quatro procedências do Estado do Pará, possuem considerável divergência genética para todos os caracteres morfoagronômicos estudados, com ênfase aos de frutos, especialmente os de Marabá. Os caracteres peso de cem frutos (PCF) e número de ráquias por cacho (NRC) podem ser indicados como descritores para a espécie, enquanto a circunferência a altura do peito (CAP) e o comprimento da raque central (CRC) podem ser descartados. Estudos futuros poderão ser realizados com análise de correlação entre os caracteres abordados, assim como estudo da repetibilidade para obtenção do número mínimo de medições para os caracteres avaliados nas condições do estudo.

Agradecimentos

À Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA), pelo fomento ao projeto de pesquisa, à Embrapa Amazônia Oriental, pela infraestrutura concedida para a realização deste trabalho, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa DTI- C, processo: 424992/2021-3.

Referências

- Bispo, R. B., Dardengo, J. D. F. E., Bispo, R. B., Bispo, R. B., & Rossi, A. A. B. (2020). Divergência Genética entre Genótipos de *Mauritia flexuosa* L. F. por meio de Morfometria de Frutos e Sementes. *Nativa*, 8 (4), 585-590.
- Cavalcante, P. B. *Frutas Comestíveis da Amazônia*. 7. Ed. (2010) Belém, Pa: Cejup: Museu Paraense Emílio Goeldi. 282 P.
- Carvalho A. V.; Silveira T. F.; Sousa S. H. B.; Moraes, M. R.; Godoy, M. T. (2016); Phenolic Composition and Antioxidant Capacity of Bacaba-de-Leque (*Oenocarpus distichus* Mart.) Genotypes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 54.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J.; Carneiro, P. C. S. (2004). *Modelos Biométricos Aplicados Ao Melhoramento Genético*. Viçosa, Mg: UFV. 1, 480 p.
- Farias Neto, J.T. de; Clement, C.R.; Resende, M.D.V. De. (2013) Estimativas de Parâmetros Genéticos e Ganho de Seleção para Produção de Frutos em Progenies de Polinização Aberta de Pupunheira no Estado do Pará, Brasil. *Bragantia*, 72 122-126. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013000200002>
- Ferreira, E., Cavalcanti, P. And Nogueira, D. (2014) Expdes: An R Package For Anova And Experimental Designs. *Applied Mathematics*, 2952-2958. Doi: [10.4236/am.2014.519280](https://doi.org/10.4236/am.2014.519280).
- Freitas, A. F., Oliveira, M. do S. P. de, & Oliveira Junior, M. C. M. de (2021). Caracterização Físico-Química da Polpa de *Oenocarpus distichus* Mart. de Diferentes Localidades do Pará, Brasil. *Research, Society And Development*, 10, (7) E5131hh0717023-E51310717023.
- Homma, A. K. (2014). *O Extrativismo Vegetal na Amazônia: História, Ecologia, Economia e Domesticação*. Embrapa Amazônia Oriental-Livro Científico (Alice).
- IBGE - *Censo Agropecuário 2017*, In: Sidra- Sidra De Recuperação Automática. Rio De Janeiro, 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6617>. Acesso em: 30 Dez 2020.
- Kassambara, A., & Mundt, F. (2017). Package ‘Factoextra’. Extract And Visualize The Results Of Multivariate Data Analyses, 76.
- Kupski, G. (2021). Caracterização de frutos, biometria dos endocarpos e dissimilaridade de butiazeiros na região das Missões.
- Leitman, P.; Soares, K.; Henderson, A.; Noblick, L.; Martins, R.C. 2015 *Arecaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil2015.ibri.gov.br/iabot/floradobrasil/FB15727>>.
- Matos, C. H. A., Nunes, J. A. R., Lopes, Â. C. D. A., & Gomes, R. L. F. (2019). Selection of Common Cashew Tree Genotypes in Commercial Growing Areas in Municipalities of Piauí, Brazil. *Crop Breeding And Applied Biotechnology*, 19, 245-252. <https://doi.org/10.1590/1984-70332019v19n3a35>
- Mendes, G. G. C.; Gusmão, M. T. A. de; Martins, T. G. V.; Rosado, R. D. S.; Alencar Sobrinho, R. S.; Nunes, A. C. P.; Ribeiro, W. S.; Zanuncio, J. C. (2019) Genetic Divergence of Native Palms Of *Oenocarpus distichus* Considering Biometric Fruti Variables. *Scientific Reports*, 9 (4943) 1-9, Doi: <https://doi.org/10.1038/S41598-019-41507-4>.
- Mojena, R. (1977). Hierarchical Grouping Methods and Stopping Rules: An Evaluation. *The Computer Journal*, 20 (4) 359-363.
- Neves, G. F. (2021). Caracterização de populações naturais de Licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.(Areaceae): Pré-melhoramento e conservação da espécie.
- Oliveira, M. do S. P.; Ferreira, D. F., & Santos, J. B. D. (2006). Seleção de Descritores para Caracterização de Germoplasma de Açazeiro para Produção de Frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41 (7) 1133-1140.
- Oliveira, M. do S. P.; Mota, M. D. C., & Andrade, E. B. de (1991). Coleta de Germoplasma em Populações Naturais de Pataúá *Jessenia bataua* (Mart.) Burret e Bacaba *Oenocarpus* Spp. Embrapa Amazônia Oriental-Séries Anteriores.
- Oliveira, M. do S. P., & De Farias Neto, J. T. (2005). Cultivar BRS-Pará: açazeiro para produção de frutos em terra firme. *Embrapa Amazônia Oriental- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.

- Oliveira, M. do S. P.; Sousa, T., & Brandão, C. (2019). Divergência entre indivíduos de *Oenocarpus distichus* Mart.(bacaba-de-leque) numa população de Belém, PA, por meio de caracteres morfoagronômicos. *Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*.
- Oliveira, M. do S. P.; Oliveira, N. P. de. *Bacaba*. In: Lopes, R; Oliveira, M. S. P.; Cavallari, M. M.; Barbieri, R. L.; Conceição, L. D. H. C. S. (2015). Palmeiras nativas do Brasil. Embrapa, Brasília-DF, 1, 432p.
- Pesce, C. (2009). *Oleaginosas da Amazônia*. IICA: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2018). R: *a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Redig, M. D. S. F., Oliveira, M. do. S. P. de, Costa Mota, da M. G., Bronze, A. B. S., De Vasconcelos, O. M., De Souza Gonçalves, M. A., ... & Araújo, W. S. C. (2019). Avaliação De Matrizes De Inajá Pela Análise Descritiva De Coletas Realizadas Em Cinco Municípios Do Nordeste Paraense. *Brazilian Journal of Development*, 17554-17568.
- Regazzi, A. J., & Cruz, C. D. (2020). Análise multivariada aplicada. *Editora UFV, Viçosa, 401p*.
- Reis, E. F. D., Pinto, J. F. N., Costa, A. P. D., Assunção, H. F. D., & Silva, D. F. P. D. (2017a). Diversidade Genética Entre Populações De Guarirobeiras No Estado De Goiás. *Revista Ceres*, 64, 631-636.
- Reis, E. F. D., Pinto, J. F. N., Assunção, H. F. D., & Silva, D. F. P. D. (2017b). Genetic Diversity of Macaúba Fruits from 35 Municipalities of the State Of Goiás, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 277-282.
- Santos, E. D. (2010). *Caracterização de Dendzeiros Subespontâneos com base na Produção de Frutos e Cachos*. Ilhéus, Ba: Universidade Estadual De Santa Cruz/Departamento De Ciências Agrárias E Ambientais.
- Silva, A. J. B., Sevalho, E. S., Miranda, I. P. (2021). Potencial das Palmeiras Nativas da Amazônia Brasileira para A Bioeconomia: Análise Em Rede Da Produção Científica E Tecnológica. *Ciência Florestal*, 31 (2), 1020-1046.751
- Scott, A. J., & Knott, M. (1974). A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 507-512.
- Vaissié, P., Monge, A., Husson, F., Lê S., Josse, J, (2008). "Factoshiny: <http://factominer.free.fr/graphs/factoshiny.html>. Acesso: 25 Agost.2021.
- Varella, C. A. A. (2008). *Análise de Componentes Principais*. Seropédica: Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro.

Artigo 3: Repetibilidade para caracteres da planta e de cacho em duas espécies de bacabeira

3. NÚMERO MÍNIMO DE AVALIAÇÕES NECESSÁRIAS PARA CARACTERES DA PLANTA E DE CACHO EM ÁREAS DE OCORRÊNCIA NATURAL DE DUAS ESPÉCIES DE BACABEIRA

RESUMO

Estimativas do coeficiente de repetibilidade têm sido empregadas em estudos com diferentes espécies de palmeiras auxiliando na definição do número adequado de medições a serem coletadas. O objetivo deste trabalho foi determinar o número mínimo de avaliações necessárias para caracteres da planta e de cacho em áreas de ocorrência natural de duas espécies de bacabeira *O. distichus* e *O. bacaba*, para um eficiente processo de coleta. O trabalho foi desenvolvido utilizando dados de expedições de coleta destas espécies realizadas em cinco municípios do Estado do Pará. Para *O. bacaba* foram usados dados de três procedências Baião, Marabá e Terra Santa, enquanto para *O. distichus*, os dados foram de quatro procedências: Belém, Baião, Marabá e São João do Araguaia. Foram medidas as seguintes características de planta e cacho: circunferência do estipe à altura do peito, comprimento de cinco entrenós, peso total do cacho, número de ráquias por cacho, comprimento da ráquis central, peso de cem frutos. Os dados foram submetidos a quatro diferentes métodos de repetibilidade. Os coeficientes de repetibilidade apresentaram magnitudes distintas com base nos métodos aplicados, para os caracteres estudados em *O. bacaba* e *O. distichus*, onde o método com base nos componentes principais resultaram em estimativas mais adequadas. Para um eficiente processo de coleta de campo das duas espécies de bacabeiras, considera-se como o número ideal onze medições em *O. bacaba*, e quatro em *O. distichus* para alcançar nível de 90% de determinação, em áreas de ocorrência espontânea.

Palavras-chave: *Oenocarpus*. Medições. Estimação. Coleta de campo.

ABSTRACT

Estimates of the repeatability coefficient have been used in studies with different species of palm trees, helping to define the appropriate number of measurements to be collected. The objective of this work was to determine the minimum number of evaluations necessary for plant and bunch characters in areas of natural occurrence of two species of bacabera *O. distichus* and *O. bacaba*, for an efficient collection process. The work was developed using data from expeditions to collect these species carried out in five municipalities in the State of Pará. For *O. bacaba*, data from three provenances Baião, Marabá and Terra Santa were used, while for *O. distichus*, data were from four provenances: Belém, Baião, Marabá and São João do Araguaia. The following plant and bunch characteristics were measured: stem circumference at breast height, length of five internodes, total bunch weight, number of rachillae per bunch, length of the central rachis, weight of one hundred fruits. Data were submitted to four different repeatability methods. The repeatability coefficients presented different magnitudes based on the methods applied, for the characters studied in *O. bacaba* and *O. distichus*, where the method based on the principal components resulted in more adequate estimates. For an efficient field collection process of the two species of bacaba, eleven measurements in *O. bacaba* and four in *O. distichus* are considered as the ideal number to reach a level of 90% of determination, in areas of spontaneous occurrence.

Keywords: *Oenocarpus*. measurements. pet. Field collection

1- INTRODUÇÃO

Dentre os nove estados brasileiros que compõem a Amazônia Legal, o Estado do Pará se destaca como o mais atingido pelo desmatamento causado por ações antrópicas como, construção de hidrelétricas, implantação de áreas de pastagem e expansão territorial (Poccard-Chapuis *et al.*, 2015). Estas ações contribuem para redução da floresta nativa, o que ocasiona perda de biodiversidade e de recursos genéticos florestais nem sequer estudados (AZEVEDO *et al.*, 2016). Palmeiras do gênero *Oenocarpus* fazem parte das espécies ameaçadas por ações antrópicas, como a bacaba-de-azeite (*O. distichus* Mart.) e bacabão (*O. bacaba* Mart.).

Segundo Ferreira *et al.* (2020) populações de bacaba sofrem ameaças com a expansão imobiliária, grandes empreendimentos de monocultura e o crescimento urbano. Junto com perda das populações, há redução dos serviços ecossistêmicos fornecidos, como provisão de alimento para animais silvestres, regulação de filtragem da água, carbono e gases, além de serviços da geração de heranças tradicionais (MEA, 2005). Neste sentido, expedições de coleta para caracterização da variabilidade genética relativa às características de interesse em espécies não domesticadas, semi-domesticadas ou que não sofreram nenhuma forma de seleção, são necessárias para proteção e conservação do pool gênico (MANFIO *et al.*, 2011).

Essas duas espécies de bacaba apresentam porte arbóreo, caule único (OLIVEIRA 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2015) e possuem alto potencial para produção de fruto, cuja polpa processada é consumida principalmente pelas comunidades tradicionais (CYMERYYS, 2005). Além da polpa, seus frutos também são usados na extração de óleo, de excelente composição nutricional, rico em fibras, proteínas e carboidratos, fonte de antocianina e antioxidantes (FINCO *et al.*, 2016; LAUVAI *et al.*, 2017; CARVALHO *et al.*, 2016; FREITAS *et al.*, 2021), semelhante ao azeite de oliva. Por apresentarem tantos benefícios seus frutos foram classificados como alimento funcional ou superalimento (COSTA, 2017). Mas, apesar de alto potencial de mercado, a exploração ainda é feita de forma extrativista. Esta forma de exploração, segundo Homma (2014) pode levar a exaustão das reservas naturais, sendo necessário o manejo adequado de suas populações, assim como estimular a implantação de cultivos racionais.

Para acentuar a domesticação destas espécies de *O. distichus* e *O. bacaba*, se faz necessário conhecer o potencial genético disponível em áreas de ocorrência natural, estabelecendo coleções de base visando proporcionar informações para um manejo adequado. Para tanto, as expedições de coleta e caracterização fenotípica nestas áreas tornam-se essenciais. Segundo Manfio *et al.*, (2011) para o melhor aproveitamento das expedições de coleta em áreas naturais, se faz necessário conhecer o número mínimo de plantas e de amostras reprodutivas

(cacho, frutos, sementes) a serem obtidas por local. Esses dados auxiliam no planejamento das expedições de coletas, no sentido de otimizar o tempo e espaço necessários para coleta e transporte das amostras, reduzindo os custos e mão de obra (SENRA, 2015). Por ocasião das expedições de coleta, é realizada a caracterização por meio de avaliação biométrica ou morfométrica das características dos indivíduos de populações ou extratos florestais em áreas de ocorrência natural, o que pode contribuir para a distinção e identificação daqueles promissores. Na literatura disponível não há tais informações para essas duas espécies *Oenocarpus*, principalmente, para o número mínimo de medições a serem coletados e/ou avaliados em campo.

O coeficiente de repetibilidade mede a capacidade de um indivíduo de repetir a expressão do caráter no tempo ou no espaço, podendo ser usado para prever valores genéticos dos indivíduos com o aumento do número de avaliações por indivíduo (CRUZ; REGAZZI, 1994). Segundo Resende (2002) este coeficiente pode ser considerado alto quando for superior a 0,60, implicando em maior eficiência da seleção fenotípica. Para este autor, pode ser classificado como médio quando $0,30 < r < 0,60$; e corresponde a uma repetibilidade baixa repetibilidade quando $r \leq 0,30$. Cruz et al. (2012) apontam vários métodos para estimar o coeficiente de repetibilidade, quais sejam: análise de variância (ANOVA), componentes principais, com base na matriz de correlações (CPC) e covariâncias (CPCV), e análise estrutural (AE) com base na matriz de correlações. Esses autores consideram que por esses métodos é possível estabelecer um número mínimo ideal de repetições necessárias.

Estimativas de repetibilidade já foram obtidas em condições naturais e de cultivo para várias espécies de palmeiras, com intuito de medir a capacidade de um fenótipo em repetir sua expressão, como em macaúba (*Acrocomia aculeata*) para caracteres de frutos e amêndoas (MANFIO *et al.*, 2010), em pupunha (*Bactris gasipaes*) para produção de palmito (BERGO, 2013), em açazeiro (*Euterpe oleraceae*) para caracteres de cacho (OLIVEIRA & FERNANDES, 2001) e de frutos (SENRA, 2015), em butiá (*Butia eriospatha*) para caracteres de frutos (JUNGBLUTH, 2015), em licuri para caracteres de frutos (NEVES, 2021) e em híbridos de dendezeiro e caiaué para diversos caracteres (CHIA *et al.*, 2009). Mas, poucos são os relatos para as espécies do gênero *Oenocarpus* (MOURA & OLIVEIRA, 2010), não existindo tais inferências em condições naturais para a orientação de coletas.

Este trabalho teve por objetivo determinar o número mínimo de avaliações necessárias para caracteres da planta e de cacho em áreas de ocorrência natural de duas espécies de bacabeira *O. distichus* e *O. bacaba*, para um eficiente processo de coleta.

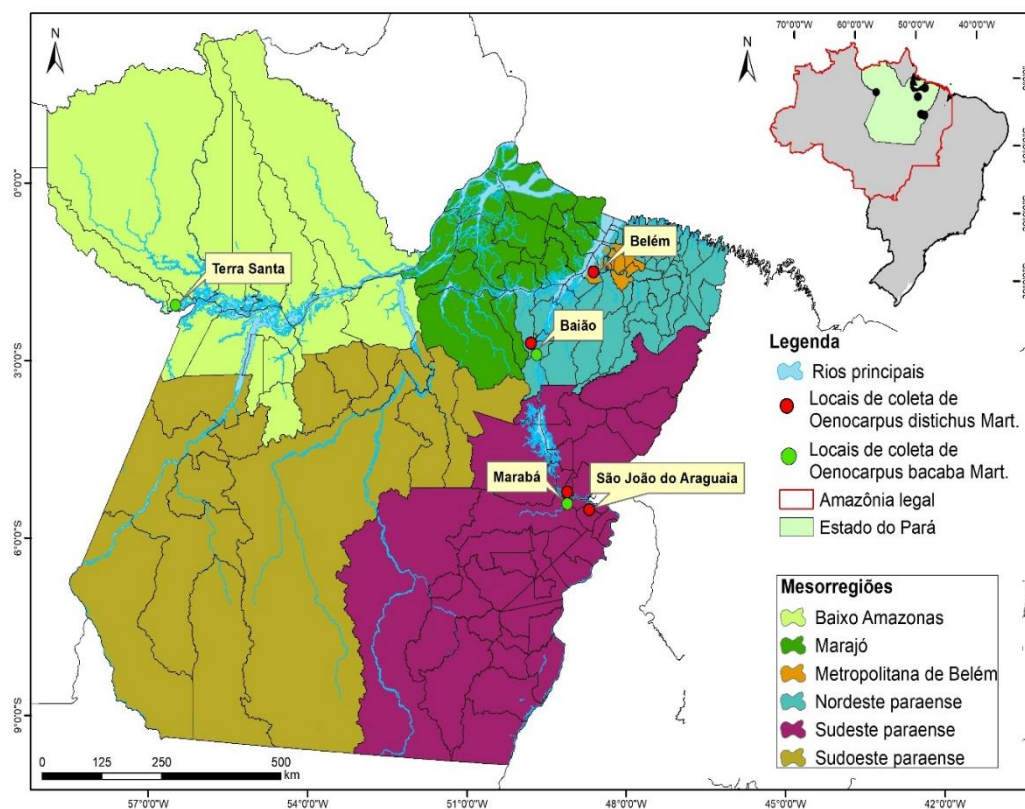
2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Área de coleta

Foram utilizados dados de expedições de coleta de *O. bacaba* e de *O. distichus* realizadas em cinco municípios do Estado do Pará (Figura 1). Para *O. bacaba* foram usados dados de três procedências (Baião, Marabá e Terra Santa), representadas por duas plantas por local. Enquanto para *O. distichus* os dados foram de quatro procedências (Belém, Baião, Marabá e São João do Araguaia), com a avaliação de oito plantas por local.

Figura 1- Identificação dos municípios onde foram realizadas as expedições de coleta de *O. bacaba* e de *O. distichus* no Estado do Pará.

Fonte: Reinaldo Moraes (2022)



2.2- Dados Coletados

As plantas de cada local foram avaliadas para seis caracteres, sendo dois relativos à planta e quatro de um cacho retirado de cada planta. Os da planta envolveram: circunferência do estipe à altura do peito (CAP, cm) e comprimento de cinco entrenós (CEN, cm), que foram medidos com auxílio de fita métrica. Os de cachos foram: peso total do cacho (PTC, kg);

número de ráquias por cacho (NRC, und.); comprimento da ráquis central do cacho (CRC, cm); e peso de cem frutos (PCF, g), obtidos com o auxílio de balança de suspensão e fita métrica.

2.3- Análise de dados

Os coeficientes de repetibilidade foram estimados para os seis caracteres por quatro métodos: análise de variância (ANOVA); componentes principais, com base na matriz de correlações (CPC) e de covariâncias (CPCV); e análise estrutural baseado na matriz de correlações (AE), conforme descrito em (CRUZ, 2012).

O coeficiente de repetibilidade foi obtido pela expressão proposta por (CRUZ et al., 2012):

$$\eta_0 = \frac{R^2(1-\hat{r})}{(1-R^2)\hat{r}}$$

Por esses métodos também foram obtidas as estimativas do número de avaliações necessárias para predizer o valor real, a partir de valores estabelecidos para o coeficiente de determinação (R^2).

$$R^2 = \frac{\eta r}{1 + r(\eta - 1)}$$

As estimativas foram feitas com base do número de plantas em cada espécie (*O. bacaba*, duas plantas e *O. distichus*, oito plantas por procedência). As análises foram realizadas no aplicativo computacional em genética e estatística - GENES.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de repetibilidade (\hat{r}) obtidos para os seis caracteres em *O. bacaba* e *O. distichus* apresentaram magnitudes diferentes para os quatro métodos avaliados (Tabelas 1 e 2), Segundo Mansour *et al.* (1981) Apud Alcoforado et al., (2019), diferentes resultados podem ocorrer quando os coeficientes de repetibilidade são relativamente baixos, não havendo concordância entre os métodos.

Em *O. bacaba*, os valores da repetibilidade (\hat{r}) variaram de 0,07 (CAP) a 0,77 (PCF) (Tabela 1). Para a circunferência do estipe à altura do peito (CAP) a repetibilidade (\hat{r}) variou de 0,07 pelo método da ANOVA a 0,46 pelo método CPCV. Enquanto para o comprimento de cinco entrenós (CEN), as estimativas variaram de 0,18 (ANOVA) a 0,50 (CPCV). Constatou-se que os caracteres da planta (CAP e CEN) expressaram coeficientes de repetibilidade de baixa a média magnitudes, segundo a classificação de Resende (2002). Resultados semelhantes foram reportados por Oliveira & Fernandes (2001) quando estimaram a repetibilidade para caracteres

de cacho em açazeiros do estado do Pará, os quais exibiram valores baixos ou inexpressivos de repetibilidade. Esses autores sugeriram irregularidades nas repetições dessas variáveis.

Tabela 1 – Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (\hat{r}), coeficientes de determinação (R^2) e o cálculo do número de medições necessárias (η_0), para caracteres da planta e de cacho em *O. bacaba*, utilizando os métodos ANOVA (análise de variância), CPCV (componentes principais com base na matriz de covariância), CPC (componentes principais com base na matriz de correlação) e AE (análise estrutural).

Caracteres	Métodos	\hat{r}	R^2	$\eta=90\%$
CAP	ANOVA	0,07	39,29	92,24
	CPCV	0,46	87,20	10,57
	CPC	0,36	81,75	16,00
	AE	0,09	43,84	139,51
CEN	ANOVA	0,18	63,72	22,30
	CPCV	0,50	88,86	9,03
	CPC	0,49	88,62	9,25
	AE	0,29	76,35	24,26
PTC	ANOVA	0,26	74,11	30,34
	CPCV	0,67	94,26	4,39
	CPC	0,42	85,26	12,45
	AE	0,23	70,35	22,71
NRC	ANOVA	0,31	78,41	16,72
	CPCV	0,61	92,70	5,67
	CPC	0,54	90,37	7,67
	AE	0,35	81,15	22,10
CRC	ANOVA	0,15	58,54	63,09
	CPCV	0,61	92,49	5,85
	CPC	0,55	90,81	7,29
	AE	0,12	53,30	171,88
PCF	ANOVA	0,61	92,58	6,98
	CPCV	0,76	96,26	2,80
	CPC	0,77	96,32	2,75
	AE	0,56	91,16	3,27

CAP: Circunferência do estipe à altura do peito (cm); CEN: Comprimento de cinco entrenós (cm); PTC: Peso total do cacho (kg); NRC: Número de ráquias por cacho (und); CRC: comprimento da ráquis central do cacho (cm); PCF: Peso de cem frutos (g).

No que tange aos caracteres de cacho para *O. bacaba*, os valores de repetibilidade (\hat{r}) apresentaram magnitudes mais expressivas em relação aos da planta, a exemplo do peso total do cacho (PTC), que variou de 0,26 (ANOVA) a 0,67 (CPCV) e do número de ráquias por cacho (NRC) com variação de 0,31 (ANOVA) a 0,61 (CPCV) (Tabela 1). Para o comprimento da raque do cacho (CRC) os valores de \hat{r} variaram de 0,12 (AE) a 0,61 (CPCV), ao passo que para o caráter peso de cem frutos (PCF) variou de 0,56 (AE) a 0,77 (CPC). Este último caráter (PCF) apresentou valores de magnitudes mais satisfatórias, sendo classificado de médio a alto,

em 3 dos 4 métodos avaliados, indicando regularidade entre as medições. Pode-se então esperar que esta última variável consiga expressar o número mínimo de medições, mesmo com poucas plantas avaliadas (n=2 por procedência).

Percebe-se que os métodos com base na análise de variância (ANOVA) e estrutural (EA) não foram consistentes quando comparados aos métodos com base nos componentes principais, a partir das matrizes de covariância e correlação (CPCV e CPC). A baixa magnitude observada pelo método ANOVA pode estar relacionada à variância genotípica utilizada para estimar a repetibilidade, uma vez que não provém somente de origem genética, mas permanece junto com a variância ambiental permanente entre indivíduos (COSTA, 2003). Já o método com base na análise de componentes principais admite isolar o efeito da alternância, ficando esse componente incluído no erro experimental.

Resultados semelhantes foram encontrados por Jungbluth (2015) ao estimar a repetibilidade em caracteres de frutos de butiá (*Butia eriosphata*) no município de Curitiba-SC, em que o autor sugere que as matrizes analisadas possuem um comportamento cíclico, ou seja, uma alternância de produção, pois o método de análise dos componentes principais, com destaque ao CPCV que consegue captar este comportamento (MANFIO *et al.*, 2011). Todavia, é necessário que se faça uma análise repetida de produções consecutivas (CRUZ *et al.*, 2012).

No geral, a maioria dos caracteres de *O. bacaba* apresentou coeficientes de repetibilidade de média ou baixa magnitude segundo a classificação de Resende (2002). Para esta espécie pode-se sugerir que houve uma baixa variância genética em relação à variância ambiental para maioria dos caracteres, em consequência do pequeno número de plantas avaliadas.

As estimativas do coeficiente de determinação (R^2) obtidas a partir de duas avaliações em seis caracteres de *O. bacaba* variaram entre 39,29% (CAP) a 96,32% (PCF) pelos quatro métodos. Assim, para discriminação das plantas com um nível aceitável para predição dos valores, adotou-se o nível de determinação de 90% para a estimativa do número de medições a serem coletados. Com base nesse nível, foi verificado que o número ideal para o caráter CAP variou entre 11 (CPCV) a 140 (AE) medições (Tabela 1). Para o caráter comprimento de cinco entrenós (CEN) seriam necessários de 9 (CPCV) a 25 (AE) medições.

Em relação aos caracteres de cacho seriam necessários medir de 4 a 30 cachos para o peso total do cacho (PTC) (Tabela 1). Em relação ao número de ráquias por cacho (NRC), o número de medições ideal estaria entre 6 (CPCV) a 22 (AE) cachos para contabilizar o número de ráquias. Enquanto para o comprimento da raque central (CRC) seriam necessários avaliar

de 6 (CPCV) a 172 cachos. Já para o peso de cem frutos (PCF) as medições variaram de 3 (CPCV) a 7 (ANOVA).

De modo geral, perceber-se que os métodos de componentes principais (CPCV e CPCV) alcançaram os menores valores de medições necessárias para os caracteres avaliados, com destaque para CPCV, com 11 mensurações para os caracteres da planta e seis para os caracteres de cacho, sendo possível realizar esta avaliação com eficiência em áreas de ocorrência natural dessa espécie. Pois, segundo Cymerys (2005), em áreas de florestas naturais a frequência da espécie *O. bacaba* varia de 1 a 20 plantas por hectare. Neste sentido, pode-se sugerir, para um eficiente processo de avaliação com base nas estimativas de repetibilidade para os caracteres mensurados e com base nos resultados obtidos pelo método CPCV que, para coleta desta espécie em sua ocorrência natural sejam mensuradas 11 plantas que apresente pelo menos um cacho com frutos maduro em cada.

No caso de *O. distichus*, os coeficientes de repetibilidade para os seis caracteres variaram de 0,16 para o caráter CEN (ANOVA) a 1,00 para o caráter PCF (CPCV e CPC) (Tabela 2). Os caracteres da planta tiveram valores de repetibilidade (\hat{r}) de 0,41 a 0,99 e de 0,16 a 0,90 para CAP e CEN, respectivamente, expressando médias a altas magnitudes nos métodos de componentes principais (Tabela 2). Os caracteres de cacho, também tiveram coeficientes de repetibilidade de média a alta magnitudes (Resende, 2002), com destaque para o peso total de cacho (PTC) com repetibilidade (\hat{r}) acima de 0,93 e o comprimento da raque do cacho com \hat{r} acima de 0,70, sugerindo que as plantas avaliadas apresentam alta variância genética em relação à variância ambiental. Ressalta-se que o caráter PCF apresentou a maior variação do coeficiente de repetibilidade (0,46 a 1,00). Constatou-se também, nesta espécie que os dois métodos (ANOVA e AE) também se mostraram menos eficientes.

Resultados semelhantes foram encontrados por Chia *et al.* (2009), quando avaliaram coeficientes de repetibilidade em caracteres de cachos em híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. Magnitudes similares também foram relatadas por Oliveira e Moura (2010) na estimativa da repetibilidade para caracteres de frutos em uma espécie de bacaba (bacabi – *O. mapora*), utilizando os mesmos métodos empregados neste trabalho.

Quando se analisa a eficiência dos métodos quanto às estimativas das repetibilidades, constata-se que Chia *et al.* (2009) e Oliveira e Moura (2010) encontraram os menores coeficientes (\hat{r}) pelo método da ANOVA, diferindo do observado neste trabalho. Por outro lado, Senra (2015) e Manfio *et al.*, (2011) encontraram semelhança nos resultados para os diferentes métodos avaliados. Segundo Cruz *et al.*, (2012), a diferença entre as metodologias CPC e AE é

apenas conceitual, portanto, as estimativas geradas pelos dois métodos tendem a ser similares, o que não ocorreu na avaliação dos caracteres neste estudo.

Tabela 2 – Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (\hat{r}), coeficientes de determinação (R^2) e o cálculo do número de medições necessárias (η_0), para caracteres de cacho e planta de *O. distichus*, utilizando os métodos ANOVA (análise de variância), CPCV (componentes principais com base na matriz de covariância), CPC (componentes principais com base na matriz de correlações) e AE (análise estrutural).

Caracteres	Métodos	\hat{r}	R^2	$\eta = 90\%$
CAP	ANOVA	0,41	58,17	10,02
	CPCV	0,99	99,46	0,10
	CPC	0,96	97,71	0,42
	AE	0,47	64,25	0,42
CEN	ANOVA	0,16	26,90	22,29
	CPCV	0,90	94,95	0,96
	CPC	0,56	71,61	7,13
	AE	0,29	44,68	7,13
PTC	ANOVA	0,89	94,24	1,69
	CPCV	0,93	96,44	0,67
	CPC	0,92	95,71	0,81
	AE	0,84	91,41	0,81
NRC	ANOVA	0,75	85,65	4,24
	CPCV	0,73	84,19	3,38
	CPC	0,70	82,60	3,79
	AE	0,68	80,95	3,79
CRC	ANOVA	0,73	84,32	3,73
	CPCV	0,98	99,12	0,16
	CPC	0,97	98,32	0,31
	AE	0,71	82,82	0,31
PCF	ANOVA	0,46	63,26	2,84
	CPCV	1,00	99,90	0,02
	CPC	1,00	99,84	0,03
	AE	0,76	86,36	0,03

CAP: Circunferência do estipe à altura do peito (cm); CEN: Comprimento de cinco entrenós (cm); PTC: Peso total do cacho (kg); NRC: Número de ráquias por cacho (und); CRC: comprimento da ráquis central do cacho (cm); PCF: Peso de cem frutos (g).

Acredita-se que a demanda de um número maior de plantas a ser avaliada para algumas características pode estar relacionada a influências ambientais na expressão do caráter, às propriedades genéticas das populações ou das condições ambientais em que esses indivíduos se desenvolveram (CRUZ et al., 2005).

As medições necessárias inferidas com base nos seis caracteres foram obtidas ao nível de precisão de R^2 de 90% (Tabela 2). Nos caracteres da planta, a estimativa do número ideal de medições variou de 1 a 11 medições para o caráter CAP pelo método de análise estrutural (AE)

e ANOVA, respectivamente. Enquanto para o caráter CEN, os valores foram mais discrepantes, variando de 1 para o método CPCV e 23 medições pela ANOVA. O contrário foi registrado para os demais caracteres que envolveram o cacho, em que a variação foi bem menor. Para os caracteres de cacho houve certa concordância entre os métodos, como o peso total do cacho (PTC), houve a variação de 1 (CPC, CPCV e AE) a 2 (ANOVA) cachos. No caso do número de ráquila por cacho (NRC) variou de 4 (CPC, CPCV e AE) a 5 cachos (ANOVA). Para o comprimento da ráquis central (CRC) houve a variação de 1 (CPC, CPCV e AE) a 4 cachos (ANOVA), no peso de cem frutos (PCF) de 1 (CPC, CPCV e AE) a 3 medições (ANOVA).

Resultados semelhantes foram observados por Jungbluth (2015), em que detectaram serem necessárias de 2 a 16 medições para caracteres de frutos e sementes de butiá em Curitiba-SC. No entanto Oliveira e Moura (2010), ao avaliarem a repetibilidade de cachos em uma espécie de bacaba (*O. mapora*) conservada em um banco de germoplasma, recomendaram três cachos para discriminar os genótipos com 80% de confiabilidade para a maioria dos caracteres, onde os caracteres PCF e PTC apresentaram baixo coeficiente de determinação, necessitando de até 57 medições a 95% de acurácia.

Essas estimativas indicam que com a mensuração de 2 plantas de *O. distichus* seja possível realizar inferências com boa acurácia para os caracteres de planta e apenas 4 medições para os caracteres de cacho com base nos resultados obtidos pelo método CPCV. Como as duas espécies de bacaba estudadas (*O. bacaba* e *O. distichus*) apresentam características semelhantes, como porte arbóreo, monocaule, e dispersão de sementes feitas preferencialmente por animais (CYMERYS, 2005; OLIVEIRA, 2012), acredita-se que para *O. distichus* também sejam possíveis encontrar de 1 a 20 plantas por hectare em extratos florestais, possibilitando avaliar o número aferido pelo métodos CPCV (4 plantas) para *O. distichus*, dentro da área estimada por Cymerys (2005) para *O. bacaba*.

4- CONCLUSÃO

Os coeficientes de repetibilidade obtidos para os caracteres estudados em *O. bacaba* e *O. distichus* em áreas de ocorrência natural apresentam magnitudes distintas com base nos métodos aplicados. Assim, para um eficiente processo de coleta de campo dessas duas espécies de bacabeira, considera-se como número mínimo onze medições para de *O. bacaba* e quatro para *O. distichus* ao nível de 90% de determinação, em áreas de ocorrência espontânea.

REFERÊNCIAS

- ALCOFORADO, A. T. W., PEDROZO, C. Â., MAYER, M. M., & LIMA-PRIMO, H. E. D. Repetibilidade de caracteres morfoagronômicos de frutos de Cupuaçuzeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 41. 2019.
- AZEVEDO, A., ALENCAR, A., MOUTINHO, P., RIBEIRO, V., REIS, T., STABILE, M., & GUIMARÃES, A.: **Panorama sobre o desmatamento na Amazônia em 2016**. Brasília. IPAM. 2016.
- BERGO, L.C; NEGREIROS. S.R.J; MIQUELONI, P.D; LUNZ, P. M. A. Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em pupunheiras para palmito da raça Putumayo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.4.2013.
- CARDOSO, A. I. I.: Número mínimo de colheitas em pepino híbrido estimado por meio do coeficiente de repetibilidade. **Bragantia**, n.65, p.591-595, 2006.
- COSTA, W. A., OLIVEIRA, M. do S. P. de, SILVA, M. P.da, CUNHA, V. M. B., PINTO, R. H. H., BEZERRA, F. W. F., & CARVALHO JUNIOR, R. N. de. Açaí (*Euterpe oleracea*) and Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) as functional food. Superfood and functional food-an overview of their processing and utilization. **IntechOpen**, p.155-172, 2017.
- CARVALHO A. V.; SILVEIRA T. F; SOUSA S. H. B.; MORAES, M. R.; GODOY, M. T.; Phenolic Composition and Antioxidant Capacity of Bacaba-de-Leque (*Oenocarpus distichus* Mart.) **Genotypes. Journal of Food Composition and Analysis**, p.54, 2016.
- CHIA, G. S., LOPES, R., CUNHA, R. N. V. D., ROCHA, R. N. C. D., & LOPES, M. T. G.: Repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. **Acta Amazônica**, v.39, p.249-254, 2009.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J; CARNEIRO. S. C. P. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Ed. UFV, vol. 1, 514 p., 2012.
- CYMERYYS, M. **BACABA**. IN: SHANLEY, P.; MEDINA, G.: Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica. Belém, PA: Cifor: Imazon. P.177-180, 2005.
- FERREIRA, M. G. R.; SOUSA, N. R.; FRAZÃO, J. M. F.; RODRIGUES, Z. M. R. Áreas com potencial para conservação de recursos da Bacaba (*Oenocarpus distichus*) no estado do Maranhão, Brasil. InterEspaço: **Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 6, e202039, 2020.
- FREITAS, A. F., OLIVEIRA, M. do S. P. de & OLIVEIRA JUNIOR, M. C. M. de: Caracterização Físico-Química da Polpa de *Oenocarpus distichus* Mart. de Diferentes Localidades do Pará, Brasil. **Research, Society And Development**, m.10, p.7, 2021
- FINCO, F. D. B. A., KLOSS, L., & GRAEVE, L. Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) Phenolic Extract Induces Apoptosis In The MCF-7 Breast Cancer Cell Line Via The Mitochondria-Dependent Pathway. **Nfs Jornal**. P.5-15, 2016.
- LAUVAI, J., SCHUMACHER, M., FINCO, F. D. B. A., & GRAEVE, L. Bacaba Phenolic Extract Attenuates Adipogenesis By Down-Regulating Pparg And C/EBP α In 3T3-L1 Cells. **Nfs Journal**, p. 9, 8, 2017.

JUNGBLUTH, F. **Repetibilidade e dissimilaridade genética em características biométricas de frutos e sementes de *butia eriospatha* (Mart. Ex drude) becc.** (Trabalho de Conclusão de curso Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

OLIVEIRA, M. do S. P.de; OLIVEIRA, N. P. de. **Bacaba.** In: Lopes, R; Oliveira, M. S. P.; Cavallari, M. M.; Barbieri, R. L.; Conceição, L. D. H. C. S. Palmeiras nativas do Brasil. Embrapa, Brasília-DF, n.1, 432p. 2015.

POCCARD-CHAPUIS, R., CARVALHO, S., BURLAMAQUI BENDAHAN, A., NAVEGANTES-ALVES, L., PLASSIN, S., EL HUSNY, J. C., ... & TOURRAND, J. F.: Descendres de la forêt à l'économie verte, l'évolution agraire en Amazonie orientale traduit-elle un mouvement d'intensification écologique.2015.

LIMA, R. R., DA COSTA, J. P. C.: **Coleta de plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia brasileira.** Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 1998.

MANFIO, C. E., MOTOIKE, S. Y., SANTOS, C. E. M. D., PIMENTEL, L. D., QUEIROZ, V. D., & SATO, A. Y.: Repetibilidade em características biométricas do fruto de macaúba. **Ciência Rural**, n.41, p.70-76. 2011.

MEA – **Millennium Ecosystem Assessment.** Living beyond our means: natural assets and human well-being. A statement from the Board. 2005.

MOURA, F.E; OLIVEIRA. M. do S. P de. Repetibilidade e número mínimo de medições para caracteres de cacho de bacabi (*Oenocarpus mapora*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1173-1180.2010.

NEVES, G. F. Caracterização de populações naturais de Licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. *Areacaceae*): **Pré-melhoramento e conservação da espécie**, 2021.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; MOTA, M.G da C.; ANDRADE, E. B. de. Conservação de germoplasma de pataú e bacaba (Complexo *Oenocarpus/Jessenia*). **Embrapa Amazônia Oriental-Séries anteriores (INFOTECA-E)**, 1991.

OLIVEIRA, M. do S. P. de, & FERNANDES, G. L. D. C.: Repetibilidade de caracteres do cacho de açazeiro nas condições de Belém-PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n.23, p.613-616. 2001.

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

SENRA, J. D. B. **Análises biométricas de palmeiras Juçara de fragmentos florestais no Sul do Espírito Santo.** Dissertação de mestrado.p.78. 2015.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Os indivíduos de *O. bacaba* procedentes de Baião e Terra Santa apresentam considerável variabilidade genética para caracteres morfoagronômicos, com destaque para os de fruto e de cacho, sendo os de Terra Santa os mais divergentes. Os caracteres peso de cem frutos e o número de ráquias por cacho possuem a maior contribuição na divergência entre e dentro das procedências, com a formação de até seis grupos divergentes.

Os indivíduos de *O. distichus*, representantes de quatro procedências do Estado do Pará possuem considerável divergência genética para todos os caracteres morfoagronômicos avaliados, com ênfase aos de frutos, especialmente os de Marabá. Os caracteres peso de cem frutos e número de ráquias por cacho podem ser indicados como descritores para a espécie, enquanto a circunferência a altura do peito e o comprimento da raque central podem ser descartados.

Os coeficientes de repetibilidade obtidos para os caracteres estudados em *O. bacaba* e *O. distichus* em áreas de ocorrência natural apresentam magnitudes distintas com base nos métodos aplicados. Para um eficiente processo de coleta de campo das duas espécies de bacabeiras, considera-se como o número ideal onze medições para *O. bacaba* e quatro para a *O. distichus* ao nível de 90% de determinação, em áreas de ocorrência espontânea.