

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

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](mailto:alynnemaciel10@gmail.com)

**Maria do Socorro Padilha de Oliveira**

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

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: [socorro-padilha.oliveira@embrapa.br](mailto: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](mailto: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](mailto:jarnunes@ufla.br)

### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo realizar a predição sobre a variabilidade genética em procedências de *O. bacaba* do Estado do Pará por meio da 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 realizada a importância e 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 distantes aplicado sobre a matriz de dissimilaridade permitiu a formação de 6 grupos divergentes. O peso de cem frutos e o número de ráquias 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, com os de Terra Santa sendo mais divergentes.

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

### Abstract

The present work aimed to predict 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 morpho-agronomic 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,  $d_{ii}^2 = 11.45$ , 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 e 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 reais e o litro da polpa processada por R\$15,00 (Imazon, 2018), gerando renda para 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).

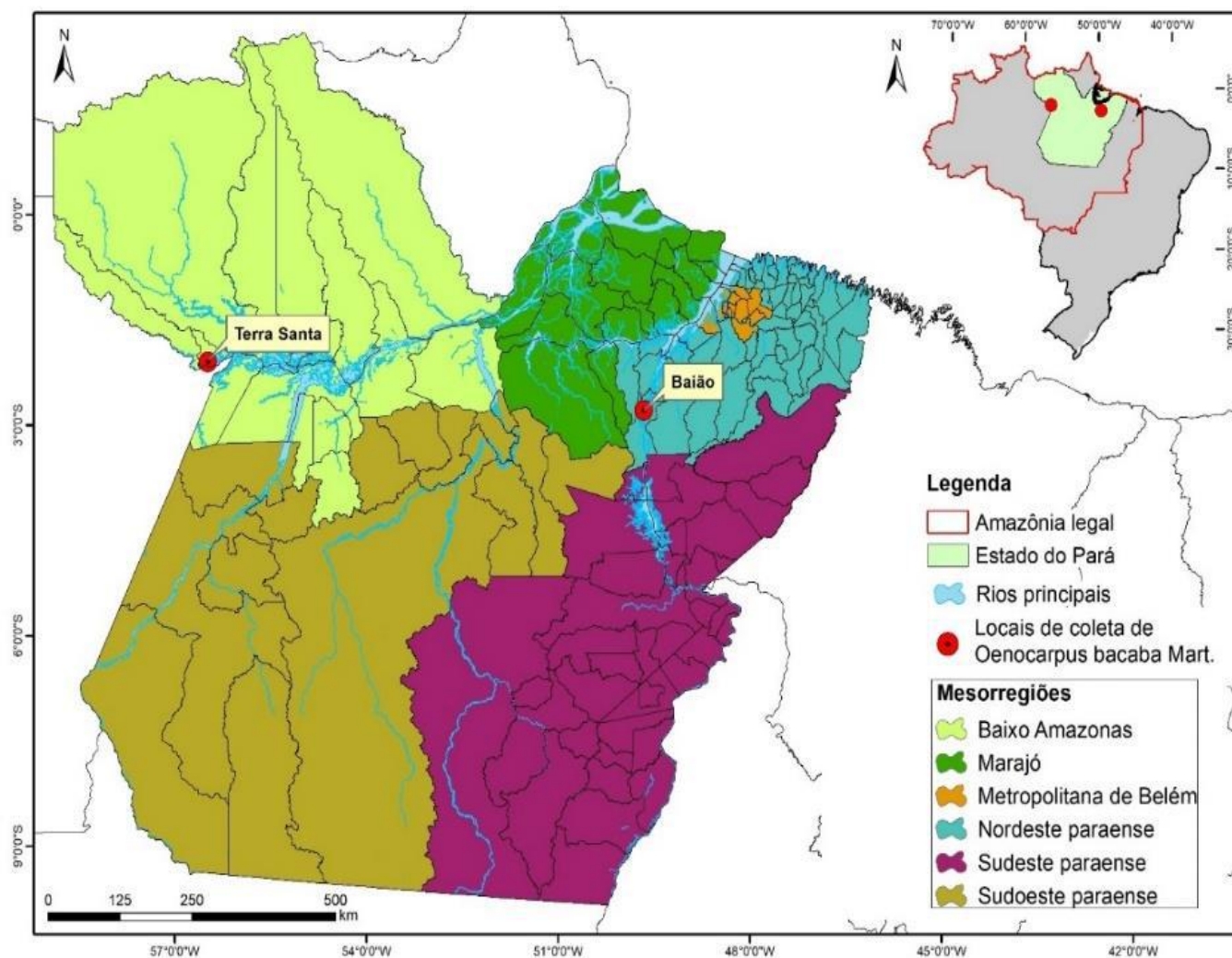
Na avaliação da variabilidade genética por meio de caracteres morfoagronômicos, em geral, são aplicadas técnicas multivariadas por considerar simultaneamente os caracteres avaliados e as correlações existente entre eles (Cruz *et al.*, 2004). Por meio dessas técnicas é possível identificar indivíduos 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 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<sub>i</sub> 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<sub>i</sub>, 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 agrônômicos 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:

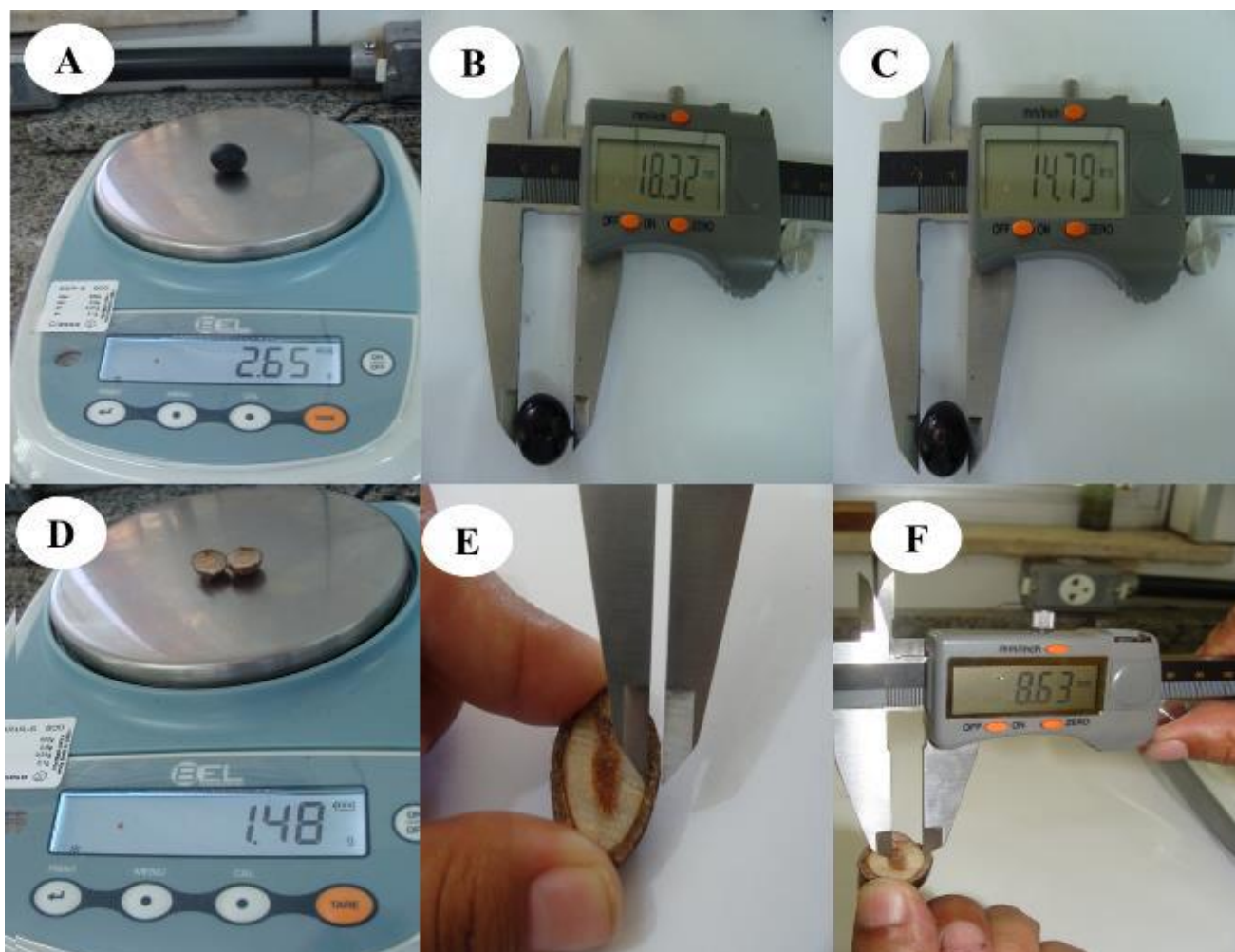


Fonte: Lucieta Martorano (2022).

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 (ANOVA,  $p < 0,05$ ) 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.



**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 <sup>ns</sup>	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 <sup>ns</sup>	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 <sup>ns</sup>	19,59
Espessura da amêndoa -EA (mm)	3,65	0,06 <sup>ns</sup>	8,84	

Fonte: Autores (2022).

Os indivíduos de Baião apresentaram medias 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 et al., 2020).

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.

**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	Maximo	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).

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 distâncias acima da média. Valores semelhantes foram encontrados dentro de uma população de *O. distichus* em Belém-PA, onde a média das distâncias foi de 6,0 (Oliveira *et al.*, 2019).

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 contra partida 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.

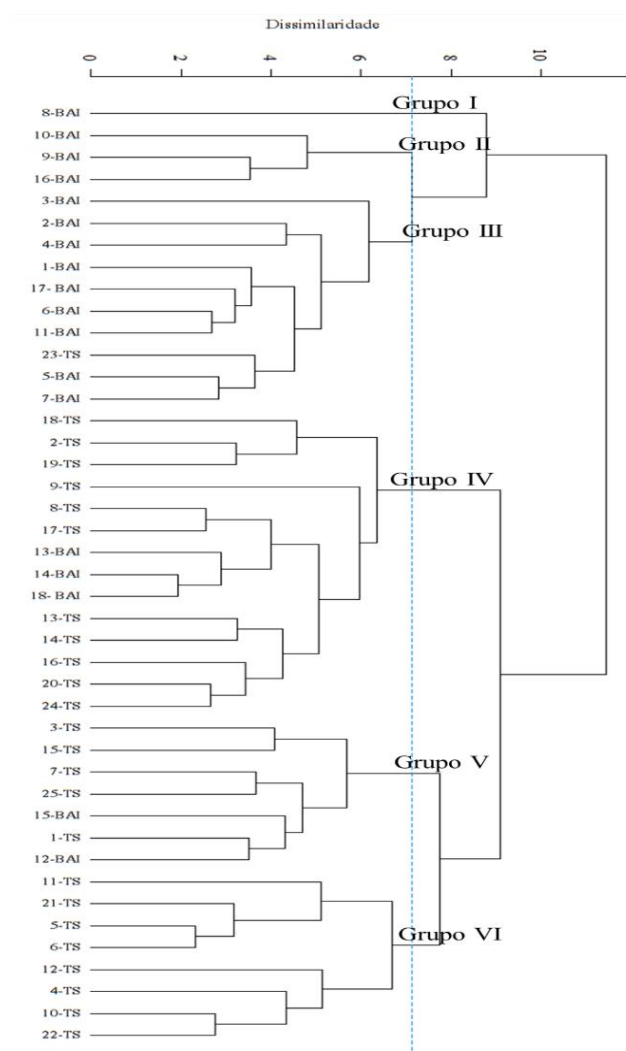
Pares	Maior distância	Pares	Menor distância
TS-1 x BAI-8	10,01	TS-1 x BAI-12	3,52
TS-2 x TS-3	8,18	TS-2 x TS-18	3,22
TS-3 x BAI-8	10,4	TS-3 x TS-15	4,08
TS-4 x BAI-8	10,27	TS-4 x TS-17	3,31
TS-5 x BAI-8	9,32	TS-5 x TS-6	2,31
TS-6 x BAI-8	8,84	TS-6 x TS-5	2,31
TS-7 x BAI-8	10,68	TS-7 x TS-5	2,89
TS-8 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
<b>BAI-8 x TS-22</b>	<b>11,45</b>	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	<b>BAI-18 x BAI-14</b>	<b>1,93</b>
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 distancia 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 ráquulas 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<sub>j</sub>*) 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		<i>S<sub>j</sub></i>	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	0,04
	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.

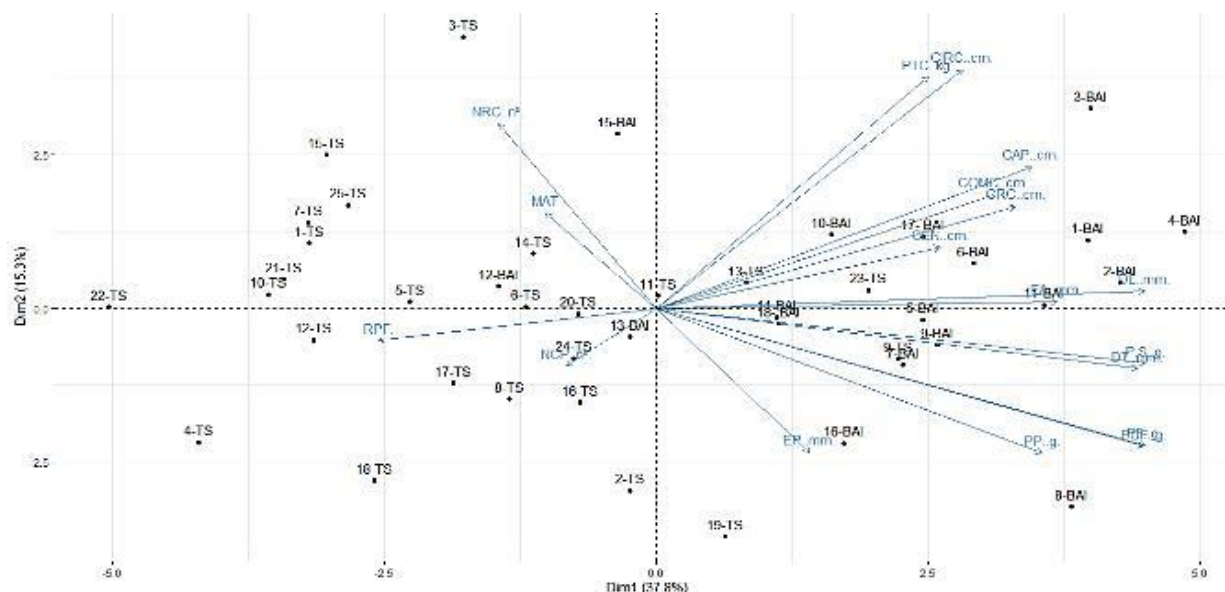
**Tabela 7** - Conjunto dos autovetores relativos aos 18 caracteres avaliados nos 43 indivíduos de *O. bacaba* de duas procedências do estado do Pará.

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

A Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) pelo fomento à pesquisa, e a 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.
- IBGE - *Censo Agropecuário 2017*, In: Sidra- Sidra De Recuperação Automática. Rio De Janeiro, 2010. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6617>.
- IMAZON. *Preços De Produtos Da Floresta*. Disponível em: <https://drive.google.com/Drive/Folders/1heh-Xhhml6ppurwg21kdpdzfzies3-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>>.
- Lauvai, J., Schumacher, M., Finco, F. D. B. A., & Graeve, L. (2017). Bacaba Phenolic Extract Attenuates Adipogenesis By Down-Regulating Pparg And C/ebpa 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 Guarirobeiras 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). *Variação 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 Progenies de Pupunheira para Palmito. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38, 67-72.