

Morfologia de acessos de açaizeiro (*Euterpe spp*) híbridos interespecíficos do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental

Morphology of açai palm (*Euterpe spp*) interspecific hybrids from the Active Germplasm Bank of Embrapa Eastern Amazon

Morfología de accesiones e híbridos interespecíficos de açaizeiro (*Euterpe spp*) del Banco de Germoplasma Activo de Embrapa Amazônia Oriental

Recebido: 26/02/2024 | Revisado: 25/03/2024 | Aceitado: 01/04/2024 | Publicado: 03/04/2024

Leidiane de Cássia de Sousa Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6744-6571>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: lleidi.lima10@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

Thamara Moura Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7202-1319>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: thamara.lima@ufrpa.edu.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar acessos de açaizeiro híbridos interespecíficos entre *E. oleracea* Mart e *E. precatoria* Mart, com vista a obter informações sobre complementariedade e/ou superioridade em relação a seus parentais, a fim de subsidiar o programa de melhoramento genético. Foram avaliadas 48 plantas de dois acessos híbridos para 31 caracteres morfológicos: seis da planta, sete da inflorescência, sete de cacho e onze de frutos. As análises preliminares foram obtidas através de teste de médias e seus desempenhos comparados com os híbridos H1 e H2. Para os caracteres da planta foi evidenciada a predominância materna, com caule do tipo multicaule, mas com redução do número de estipes por planta, entrenós longos e maior número de folhas. Quanto aos caracteres da inflorescência, de cacho e frutos, estes apresentaram também predomínio materno, porém com redução no rendimento de frutos por cacho e no peso de cem frutos, esse último de expressão paterna. Exibiram também menor peso de fruto e semente, além de apresentarem coloração violácea na parte comestível, sugerindo maior teor de antocianinas, como o progenitor masculino. Algumas plantas desses acessos apresentaram a fecundação dos três lóculos do ovário. Pode-se considerar que os acessos híbridos interespecíficos de açaizeiro possuem predomínio do caráter materno. Tais informações serão úteis para subsidiar novas ações no melhoramento genético do açaizeiro.

Palavras-chave: Caracteres morfológicos; Caracteres agrônômicos; Açai; *E. oleracea*; *E. precatoria*.

Abstract

The aim of this work was to evaluate açai palm accessions that are interspecific hybrids between *E. oleracea* Mart and *E. precatoria* Mart, with a view to obtaining information on their complementarity and/or superiority in relation to their parents, to subsidize the genetic improvement program. Were evaluated 48 plants from two hybrid accessions for 31 morphological traits: six of which were plant traits, seven inflorescence traits, seven bunch traits and eleven fruit. Preliminary analyses were obtained by testing means and their performances were compared with the H1 and H2 hybrids. For the plant characters, maternal predominance was evident, with a multi-stem type stem, but with a reduction in the number of stipes per plant, long internodes and a greater number of leaves. As for the inflorescence, cluster and fruit characters, this also showed maternal dominance, but with a reduction in the yield of fruit per cluster and the weight of one hundred fruits, the latter being paternally expressed. They also had lower fruit and seed weight, as well as a violet color in the edible part, suggesting a higher anthocyanin content, like the male parent. Some plants from these accessions showed that all three-ovary locules had fertilized. It can be considered that the interspecific hybrid accessions of Euterp palm have a predominance of the maternal character. This information will be useful for supporting new actions in the genetic improvement of the Euterp palm.

Keywords: Morphological characteristics; Agronomic characteristics; Euterp palm; *E. oleracea*; *E. precatoria*.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar las accesiones de asaí, híbridas interespecíficas entre *E. oleracea* Mart y *E. precatoria* Mart, fueron caracterizadas y evaluadas con el fin de obtener información sobre su complementariedad y/o superioridad en relación a sus progenitores, para subvencionar el programa de mejoramiento genético. Se evaluaron 48 plantas de dos accesiones híbridas para 31 caracteres morfológicos: seis de la planta, siete de la inflorescencia, siete de racimo y once de frutos. Se obtuvieron análisis preliminares por medios de prueba y se compararon sus rendimientos con los de los híbridos H1 y H2. Para los caracteres de las plantas se evidenció predominio materno, con tallo multitallos, pero con reducción en el número de tallos por planta, entrenudos largos y mayor número de hojas. Los caracteres de la inflorescencia, racimo y frutos también mostraron predominio materno, pero con reducción en el rendimiento de frutos por racimo y en el peso de cien frutos, esto último de expresión paterna. También exhibieron menor peso de fruto y semilla, además de tener un color violeta en la parte comestible, lo que sugiere un mayor contenido de antocianinas, al igual que el progenitor masculino. Algunas plantas de estas accesiones mostraron fertilización de los tres lóculos del ovario. Se puede considerar que las accesiones híbridas interespecíficas de asaí tienen predominio materno. Dicha información será útil para apoyar nuevas acciones en el mejoramiento genético del árbol de asaí.

Palabras clave: Caracteres morfoagronómicos; Caracteres agronómicos; Asaí; *E. oleracea*; *E. precatoria*.

1. Introdução

A família Arecaceae se destaca pela sua diversidade e infinidades de serviços essenciais para a humanidade, seja no aspecto nutricional, medicinal e socioeconômico (Rocha & Silva, 2005; Muscarella, et al., 2020). Na Amazônia essa família está representada por cerca 41 gêneros e 290 espécies, muitas das quais tiveram suas comercializações ampliadas no mercado regional, nacional e internacional, em virtude do aproveitamento integral de seus produtos e subprodutos (Oliveira & Rios 2014). Entre elas, destacam-se duas espécies do gênero *Euterpe*: *E. oleracea* Mart e *E. precatoria* Mart, conhecidas por açazeiro e sendo ambas não endêmicas (Leitman, et al., 2015). Apresentam porte arbóreo e usos semelhantes, mas possuem particularidades morfoagronômicas, tais como tipo de caule; em *E. oleracea* predomina o multicaule, com estipes em diferentes estágios de desenvolvimento, resultando em um denso aglomerado de plantas, enquanto *E. precatoria* é monocaule, ou seja, com ausência de perfilhos, sendo que nessas espécies os estipes lineares ou encurvados podem alcançar mais de 18 m de altura e 20 cm diâmetro (Oliveira et al., 2019). Certamente, a capacidade de formar perfilhos é uma das principais características que as diferenciam (Silva et al., 2005), e esse fator implica na forma de direcionar o seu manejo, visto que a espécie que perfilha possui a capacidade de renovação favorecida, ao contrário da que não perfilha (Yokomizo, et al., 2012). Outra característica singular é a superioridade do *E. precatoria* em relação a *E. oleracea* quanto as atividades de antioxidantes (Carvalho, 2011; Kang et al., 2012; Matos et al., 2017; Cartaxo et al., 2020).

A estratégia reprodutiva e a morfologia floral dessas espécies são semelhantes, com o ramo florífero interfoliar protegendo a inflorescência durante todo seu desenvolvimento (Oliveira et al., 2002, Oliveira, Mochiutti & Farias Neto, 2009; Oliveira et al., 2014; Oliveira et al., 2019; Lima & Oliveira, 2023). A inflorescência propriamente dita é formada por uma ráquis principal e múltiplas ráquias, nas quais as flores femininas e masculinas são organizadas em forma de tríades (duas masculinas para uma feminina); com ambas apresentando dicogamia do tipo protandria, estratégia reprodutiva temporal que dificulta a autopolinização (Oliveira, 2002; Lima & Oliveira, 2023). Suas folhas são pinadas de 2- 3 m de comprimento, pêndulas com número de pinas variando 50 - 90 pares (Pesce, 2009). O número de cachos por planta varia até 8, sendo mais comum ter 3 a 4, em diferentes estágios de desenvolvimento (Cavalcante, 2010; Tavares, 2020). Enquanto seus frutos são drupas globosas de pesos e tamanhos variáveis que, quando maduros, podem apresentar coloração violácea ou verde (Oliveira, et al., 2002; Oliveira et al., 2009).

Em razão da popularização do fruto do açai para atender ao mercado de polpa processada, em especial de *E. oleracea*, sua produção expandiu-se significativamente, o que justifica a ampliação nas áreas cultivadas e adaptações nas técnicas de manejos, bem como avanços no desenvolvimento de programas de pesquisas, em especial o de melhoramento genético (Lopes, et al., 2021). A Embrapa Amazônia Oriental desempenha um papel importante como precursora no melhoramento genético do

açazeiro, contribuindo significativamente para o avanço nessa área, ao disponibilizar duas cultivares de *E. oleracea*: BRS Pará, em 2004 (Oliveira & Farias Neto, 2004) e BRS Pai d'Égua, em 2019 (Farias Neto, 2019), ambas registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), sob os números 11300 e 39588 respectivamente. No programa de melhoramento dessa instituição, tem-se várias estratégias, dentre elas a hibridação, somador importante para explorar o potencial genético dessas espécies, buscando combinar características desejadas (Lima & Oliveira, 2023), de interesse para agroindústria como: frutos pequenos, alto rendimento de polpa por fruto e de frutos por cacho, precocidade em produção, cachos pesados, presença de perfilhamento, teor de antocianina e produção na entressafra (Menezes & Oliveira, 2009; Chaves et al., 2021).

Os primeiros híbridos interespecíficos entre espécies do gênero *Euterpe* (*E. oleracea* x *E. edulis*) foram obtidos por polinização natural e identificados pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, nos anos 80, para a produção de palmito em conserva (Bovi et al., 1987; Rosa et al., 2021). Em 2013, foram obtidos híbridos interespecíficos, entre *E. oleracea* Mart. e *E. precatória*, por meio de polinização controlada (Oliveira et al., 2019) para a exploração da polpa processada, conservados no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental. Apesar da falta de informações detalhadas sobre a superioridade ou complementariedade desses híbridos em relação aos seus progenitores, alguns indícios sugerem que eles apresentem uma duração de fases de floração semelhante ao parental feminino, *E. oleracea*, assim como altas taxas de viabilidade polínica indica uma considerável complementariedade nos genomas de seus parentais (Lima & Oliveira, 2023). É importante destacar que a compreensão aprofundada dessas características demanda investigações mais detalhadas e estudos abrangentes, sendo que tais informações podem ser investigadas nas atividades de caracterização e avaliação, essenciais no manejo, uso e conservação de Banco de Germoplasma, possibilitando aumentar o potencial de aplicação da variabilidade genética, por indicar características morfológicas e agronômicas marcantes entre os acessos para os diferentes usos, além de fornecer subsídios a programa de melhoramento genético (Borém et al., 2013).

A caracterização envolve o uso de descritores qualitativos associadas aos aspectos botânicos/fenotípicos os quais são de fácil detecção e normalmente possuem alta herdabilidade, enquanto a avaliação de características quantitativas são mensuráveis e quase sempre possuem herdabilidades variáveis, em vista da influência ambiental. A caracterização envolve características morfológicas qualitativas associadas aos aspectos botânicos os quais são visíveis e apresentam alta herdabilidade, enquanto na avaliação as características são mensuráveis e quase sempre possuem herdabilidades variáveis, em vista da influência ambiental (Faleiro & Junqueira, 2011). Na avaliação, priorizam-se aspectos agronômicos, tais como desempenho produtivo, qualidade, precocidade, comportamento fenológico, resistência a pragas e doenças, tolerância ao estresse entre outros (Sousa, et al., 2009). Entre acessos de uma mesma espécie pode existir uma variedade morfológica muito ampla, considerando inúmeras características mensuráveis ou visuais (Faleiro & Junqueira, 2011). Com base nesse conjunto de características é possível auxiliar na tomada de decisão quanto ao uso prático de determinado acesso ou espécie. Para as espécies do gênero *Euterpe*, tem-se uma lista preliminar de descritores envolvendo várias características morfoagronômicas (Oliveira, 1998; Oliveira et al., 2006). Segundo Burle e Oliveira (2010), a caracterização por meio de descritores morfoagronômicos é fundamental na conservação e no uso eficiente dos recursos genéticos de espécies perene como o açazeiro, contribuindo para a integridade genética, eliminação de duplicatas e seleção de plantas para programas de melhoramento. O BAG- Açáí (*Euterpe spp*) possui 301 acessos, de diferentes procedências (Alelo, 2022), dentre eles, dois acessos híbridos interespecíficos estão sendo avaliados com a finalidade fornecer subsídios para avanços do programa.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar acessos híbridos interespecíficos entre *E. oleracea* Mart e *E. precatória* Mart, com vista a obter informações sobre complementariedade e ou superioridade em relação a seus parentais para subsidiar programas de melhoramento genético da espécie.

2. Metodologia

Neste estudo foram utilizados dois acessos híbridos interespecíficos (H1- Belém e H2- Santa Izabel) conservados no campo experimental do BAG Açaí (*Euterpe spp*) da Embrapa Amazônia Oriental. Esses acessos foram instalados a campo em 2016 na sede desta instituição em Belém, PA (1° 26' 15.136" S 48° 26' 46.159" W), cujo clima, de acordo com a classificação de Köppen, equivale ao tipo quente úmido (Afi), com uma estação chuvosa abundante durante o ano todo, no período da pesquisa a precipitação média foi entorno de 320.457 mm, temperatura média de 26 °C e umidade relativa média de 86% (INMETRO, 2024).

A escolha dos exemplares das duas espécies para o cruzamento deu-se em função das características importantes ao mercado de polpa. Os dois acessos (H1 e H2) estudados possuem o mesmo parental feminino (♀), ou seja, uma planta de *E. oleracea* da CV. BRS Pará de alta produção (L19P19). No entanto os parentais masculinos (♂) apesar de serem *E. precatoria*, foram de origens distintas: para o H1 o fornecedor de pólen foi uma planta do BAG (Planta 20), procedente do Acre. Enquanto para o H2 (Planta 3) o fornecedor foi uma planta de um cultivo existente em Santa Izabel, cuja semente foi procedente de Yurimáguas, Peru.

Cada híbrido encontra-se representado por (n=24) plantas, e seus parentais (n=1) planta cada, ou seja, parental feminino (PF), parental masculino 1 (PM1) e parental masculino 2 (PM2). Os dados para caracterização e avaliação foram coletados no período de 23 meses (outubro/2020 a agosto/2022), ou seja, após 4 anos de plantio. Os caracteres morfológicos envolveram dados da planta, de inflorescência, de cacho e de frutos, sendo tomados com base nos descritores morfoagronômicos proposto por Oliveira (1998); Oliveira, Ferreira & Santos (2006), sendo descritos a seguir.

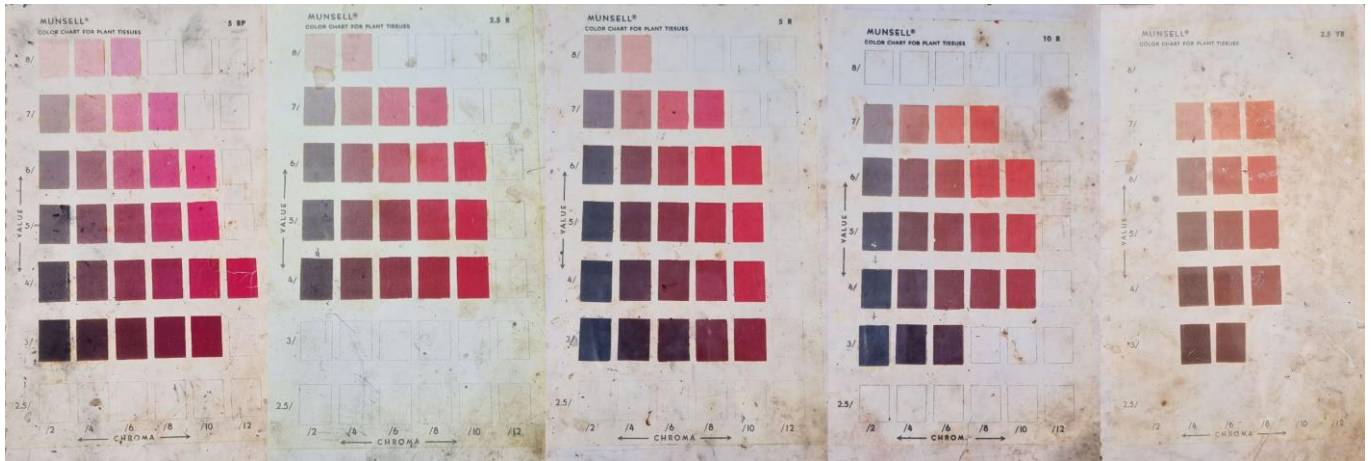
Planta

Os caracteres avaliados foram: tipo de estipe (TE), monocaule ou multicaule; número de estipe por planta (NE), obtido pela contagem dos estipes da planta; número de folhas por planta (NFP), obtido por meio da contagem de todas as folhas existentes no estipe mais velho da planta, com exceção das senescentes; número de estipe em fase produtiva (NEP), obtido pela contagem dos estipes em fase de produção; circunferência do estipe a altura do peito (CAP), corresponde à circunferência do estipe mais velho da planta tomada à altura do peito; comprimento de cinco entrenós do estipe (CEN), referente à distância entre os nós (cicatriz foliares) do estipe mais velho da planta, tendo como ponto de partida a altura do peito para baixo. Na mensuração do CAP e CEN foi utilizada fita métrica, sendo expressos em centímetros. Em decorrência da pandemia essa avaliação foi realizada uma vez, em 2021, no início da estação chuvosa, nas 24 plantas do stand dos híbridos.

Inflorescência

Para a obtenção dos caracteres da inflorescência foram avaliadas oito amostras (inflorescências), sendo quatro do acesso H1 e quatro do acesso H2. De cada inflorescência foram retiradas ao acaso dez ráquulas e obtidos os seguintes caracteres: comprimento da ráquulas (CR); distância da primeira flor feminina à inserção da ráquulas no ráquis (DPFF); distância da primeira flor masculina à inserção da ráquulas no ráquis (DPFM), expressas em centímetros; número de flores femininas (NFF) e número de flores masculinas (NFM) por ráquulas, além das cores da flor feminina (CorFF) e da masculina (CorFM), obtidas com base em uma carta de cores para vegetais (Munsell Color Charts, 1977) (Figura 1).

Figura 1 - Gabarito de cores Munsell Color Charts for Plant Tissues.



Fonte: Autores (2022).

Cachos

Os caracteres foram obtidos de todos os cachos colhidos com frutos maduros de 19 plantas, de cada híbrido ao longo do período do estudo (Figura 2) sendo eles: peso total do cacho (PTC) e de frutos por cacho (PFC), ambos expressos em kg; números de ráquias por cacho (NRC); comprimento do ráquis (CRC), em cm e peso de 100 frutos (PCF), expresso em g. O rendimento de frutos por cacho (RFC) foi obtido por meio da relação $PFC/PTC \times 100$, expresso em porcentagem. Os dados de pesagens foram feitos com auxílio de balança tipo prato convencional.

Figura 2 - Avaliação de caracteres de cachos em dois acessos híbridos interespecíficos de açaizeiro conservados no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA. (A): Peso total de cacho; (B): Peso de frutos por cacho; (C): Número de ráquias; (D): Comprimento da ráquis e (E): Peso de 100 frutos.



Fonte: Autores (2022).

Frutos

De cada cacho foi retirada uma amostra ao acaso de dez frutos, de 16 plantas de cada acesso, na qual foram obtidos os seguintes caracteres: Cor do Epicarpo (CE), Cor do Mesocarpo (CM), Diâmetros Transversal (DT) e longitudinal (DL), peso do fruto (PF), peso da parte comestível (PP) envolvendo o epicarpo+mesocarpo, peso da semente (PS) espessura do mesocarpo (EM), Espessura amêndoa (EA) e presença de embrião (PE) em porcentagem. O rendimento da parte comestível (E+M) por fruto (RPF, %) foi calculado por meio da relação $PP/PF \times 100$. Os diâmetros e as espessuras foram mensurados com o auxílio de paquímetro digital (Marca Digimess 300 mm), as pesagens em balança de precisão (Marca Bel linha SSR-S 600) e para a classificação das cores de fruto e polpa, utilizou-se o gabarito de cores Munsell Color Charts for Plant Tissues (Munsell Color Charts, 1977) (Figura 1).

Os dados foram digitados e organizados em planilhas do Excel e submetidos ao Software R (R Core, 2016). As análises preliminares foram realizadas quanto à distribuição normal, pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparar o desempenho

dos híbridos (H1 e H2), as médias das variáveis que apresentaram distribuição normal foram comparadas pelo teste t, e as que não apresentaram normalidade, foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

3. Resultados e Discussão

Planta

As médias para os seis caracteres da planta avaliados nos dois acessos híbridos interespecíficos de açaizeiro constam na Tabela 1. Verifica-se que, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis, não houve diferença significativa para a variável tipo de estipe (TE). No H1, observou-se uma consistência na expressão de estipe multicaule, embora o número de estipes tenha variado entre as plantas. Por outro lado, no H2, apenas duas plantas apresentaram estipe monocaule, representando uma pequena proporção de 0,9%. Esses resultados evidenciam a forte influência da expressão materna (*E. oleracea*) nesse caráter, pela manifestação de perfilhamento predominando (Oliveira et al., 2022a).

As médias para número de estipes (NE) nos dois acessos não diferiram pelo teste de Kruskal-Wallis (Tabela 1). Os híbridos, apesar de exibirem perfilhamento, apresentaram médias de 5,0 (H1) e 5,5 (H2) estipes por planta, ou seja, foram reduzidas à metade (NE=5), especialmente no H1, quando comparadas ao progenitor materno. O menor número de estipe nos híbridos pode ser considerado como uma característica desejável por facilitar o manejo, reduzindo custos com a eliminação dos estipes (desperfilhamento) em excesso (Oliveira et al., 2002). Vale ressaltar que a quantidade de perfilhos no H1 variou de 1 a 9 perfilhos/planta, enquanto no H2 a amplitude de variação foi de 0 a 11 perfilhos/planta. No caso do parental feminino a média foi de 10 perfilhos por planta, sendo o masculino monocaule. Resultados similares foram observados por Bovi, Godoy Júnior & Sáes (1987), quando avaliaram este caráter em plantas híbridas entre *E. oleracea* x *E. edulis*, em condição de pleno sol e sombreado, com variação de 0 a 13 perfilhos por planta. Esses autores sugeriram que o caráter perfilhamento deva ter herança materna (citoplasmática), visto que quando realizaram o cruzamento recíproco (*E. edulis* x *E. oleracea*), não constataram a presença de perfilhamento. Como no presente estudo o perfilhamento foi predominante, ou seja, com a expressão materna (*E. oleracea*) se sobressaindo, há fortes possibilidades de a confirmação dessa característica ser expressa por herança citoplasmática.

Para o caráter CAP os híbridos apresentaram resultados similares, o H1 exibiu média de 32,5 cm, enquanto o H2 a média foi quase a mesma, porém ligeiramente menor, de 32,4cm (Tabela 1). No entanto inferior à média de seus parentais. Em contrapartida para o CEN os híbridos tiveram médias superiores à de seus genitores com 79,4 cm e 75,3 cm para os híbridos H1 e H2, respectivamente. Tanto para o CAP e para o CEN as médias dos acessos híbridos não apresentaram diferença significativas entre si, conforme evidenciado pelo teste F. Há registros que para a produção de frutos o ideótipo deva ter CAP menor que 32 cm (Oliveira et al., 1998). Para esses autores estipes grossos, ou seja, acima de 32 cm de diâmetro dificultam o processo de colheita e são mais indicados ao mercado de palmito. Logo os CAP obtidos para os dois híbridos podem ser considerados desejáveis para a produção de frutos. Já em relação ao CEN, o ideal é que seja menor que 50 cm, pois no programa de melhoramento do açaizeiro visando a produção de frutos quanto menor o comprimento dos entrenós melhor, pois se entende que a planta crescerá menos em altura anualmente, podendo-se prolongar a colheita de frutos por mais tempo, sem dificuldades (Yokomizo et al., 2012). Dessa forma, para o caráter CEN os dois híbridos mostram-se indesejáveis ao mercado de frutos. No entanto o sombreamento ocasionado pela vegetação no entorno da área onde estão sendo conservados, pode ter influenciado nesse processo, visto que são espécies heliófilas (Oliveira, 2002). O sombreamento excessivo pode levar a floração e a frutificação tardias.

Tabela 1 - Médias para seis caracteres da planta avaliados em dois acessos híbridos interespecíficos de açaizeiro e em seus parentais em Belém, PA, conservados no BAG Açaí da Embrapa Amazônia Oriental. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não podem ser consideradas diferentes.

Caracteres	Parentais (H1)		H1	Parentais (H2)		H2
	Feminino	Masculino		Feminino	Masculino	
TE (0,1)	1,0	0,0	1,0 a	1,0	0,0	0,9 a
NE (n°)	10,0	1,0	5,0 a	10,0	1,0	5,5 a
CAP (cm)	38,5	46,0	32,5 a	38,5	52,0	32,4 a
CEN (cm)	55,5	56,0	79,4 a	55,5	74,0	75,3 a
NFP (n°)	9,0	18,0	10,7 a	9,0	18,0	10,2 a
NEP (n°)	1,0	1,0	2,0 a	1,0	1,0	2,6 a

TE: tipo de estipe; NE: número de estipes por planta; CAP: comprimento altura do peito; CEN: comprimento de cinco entrenós; NFP: número de folhas; NEP: número de estipe produzindo; médias seguidas por letras iguais não diferiram entre si a 5% de probabilidade. Fonte: Autores (2022).

Quanto ao caráter número de folhas (NFP), as médias observadas nos híbridos foram semelhantes, demonstrando uma insignificância estatística de acordo com o teste F aplicado. No entanto, ao compará-las com os genitores masculinos, as médias foram inferiores, o que reforça a influência materna na expressão desse caráter (Tabela 1). Esse dado é importante pois o número de folhas está diretamente relacionado a produção de frutos, e tão logo a planta entre na fase reprodutiva, se espera embaixo de cada bainha foliar, o surgimento de um ramo florífero após a abscisão da folha (Oliveira et al., 2009).

Na avaliação dos caracteres da planta duas particularidades foram observadas: a primeira foi a presença da bainha foliar das folhas secas no estipe (Figura 3A), que permanecem por muito tempo. Esta característica foi registrada em 25% das plantas do híbrido H1 e em 41,7% do híbrido H2, e se atribui a expressão paterna, uma vez que não há registro em *E. oleracea*. Como esta característica dificulta a exposição das brácteas e inflorescências, acredita-se que seja indesejável ao mercado de frutos. Como o percentual foi significativo no H2, este acesso torna-se indesejável para a produção de frutos. A segunda particularidade refere-se a presença de ranhuras na bainha foliar de coloração amareladas e que esteve presente nos dois híbridos, com uma maior ocorrência no H2 (nove plantas), sendo rara no H1 (uma planta). Essa característica também é típica de *E. precatória*, ou seja, tem origem paterna (Oliveira et al., 2022a).

Na Figura 3A é possível observar com mais detalhes as folhas que estão fortemente aderidas ao estipe. Enquanto na Figura 2B, é demonstrado como essa característica atua como uma barreira física impedindo a abertura completa das inflorescências. Já na Figura 2C, destacam-se as ranhuras na bainha foliar característico da espécie *E. precatória*.

Figura 3 - Detalhe do encrostamento foliar detectado em taxas distintas nos dois acessos híbridos interespecíficos. (A): Folhas secas presas à planta; (B): Encrostramento foliar funcionando com barreira física na exposição das brácteas e inflorescências; (B): Ranhuras na bainha foliar.



Fonte: Autores (2022).

Inflorescência

Os resultados das médias dos cinco caracteres de inflorescência encontram-se na Tabela 2. E conforme indicado pelo teste de Kruskal-Wallis, observou-se diferença significativa entre as médias para os caracteres CR, DRFF, NFM e NFF. O H1 demonstrou superioridade em todos os caracteres avaliados em comparação com o H2. A média para o comprimento da ráquila foi de 49,3 cm, valor aproximado (47,9 cm) foi observado por Nascimento & Oliveira (2017), em *E. oleracea* tipo branco. As médias para número de flores masculinas e femininas foram de 440,7 e 164,5 respectivamente, sendo constatada a presença de flores masculinas e femininas em todas as ráquulas, com as masculinas em maior proporção que as femininas. Quanto aos caracteres DRFM e DRFF a média foi de 3,5 cm e 3,3 cm, respectivamente, não exibindo variação discrepante. No geral, o H1 mostrou-se inferior aos seus parentais.

O H2 apresentou média para o comprimento da ráquila de 38,7 cm (Tabela 2). Oliveira (2002) avaliando inflorescências *E. oleracea* encontrou média para o comprimento de ráquila de 31,6 cm, inferior à dos dois acessos. Quanto ao número de flores masculinas e femininas as médias foram de 391,9 e 61,7 respectivamente. Quanto aos caracteres DRFM e DRFF as médias alcançaram 3,0 cm e 2,4 cm, respectivamente, bem inferiores ao acesso H1 e as de seus parentais. As proporções de flores masculina e feminina nos acessos ficaram, em média, para o H1 de 2,7: 1 e H2 de 6,4: 1. Essa variação proporcional segundo Venturieri (2015) pode ser chamada de flexibilidade na expressão sexual das plantas “Labile sex expression”, comum em espécies perenes.

Em relação às cores das flores masculinas (CorFM) e femininas (CorFF) não foi observada variação discrepante nas inflorescências avaliadas desses dois acessos. Para a flor masculina a cor predominante foi a violácea, com três matizes (5RP 3/4, 5RP4/4 e 5RP3/8), no caso da flor feminina o estigma também teve a predominância violácea, com três matizes (5RP 3/6, 5RP 3/8, e 5RP4/6). Destacando em ambos os genótipos a tonalidade 5RP3/4 para a CorFM e 5RP3/6 para o estigma da CorFF.

Tabela 2 - Avaliação de cinco caracteres de inflorescências em dois híbridos interespecíficos de açaizeiro em Belém, PA, conservados na Embrapa Amazônia oriental. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não podem ser consideradas diferentes.

Caracteres	Parentais (H1)		H1	Parentais (H2)		H2
	Feminino	Masculino		Feminino	Masculino	
CR (cm)	53,3	91,4	49,3 a	53,3	52,5	38,7 b
DRFM (cm)	3,3	5,17	3,5 a	3,3	1,9	3,0 a
DRFF (cm)	3,5	5,1	3,3 a	3,5	1,8	2,4 b
NFM (n°)	543,8	1481,4	440,7 a	543,8	787,6	391,9 b
NFF (n°)	214,1	693,6	164,5 a	214,1	262,4	61,7 b

CR: comprimento da ráquila; DRFF: distância na ráquila da primeira flor feminina; DRFM: distância na ráquila da primeira flor masculina; NFF: número de flores femininas; NFM: número de flores masculinas; médias seguidas por letras iguais não diferiram entre si a 5% de probabilidade; médias seguidas por letras diferentes diferiram entre si a 5% de probabilidade. Fonte: Autores (2022).

Cachos

No que tange a colheita de cachos essa foi afetada pela pandemia da COVID-19. Como consequência foram colhidos e avaliados apenas 192 cachos no período. Nessas condições, o H1 produziu um total de 86 cachos, enquanto no H2 foram colhidos 106 (Tabela 3). Ao todo foram produzidos 244,3 kg de frutos, com 81,25% dos frutos apresentando maturação uniforme, ou seja, todos os frutos violáceos, e os demais, maturação irregular com frutos violáceos em diferentes graduações. Em média foram colhidos 4,5 e 5,6 cachos por planta nos H1 e H2, respectivamente.

Com base na comparação de médias percebe-se que quatro caracteres exibiram diferenças entre os acessos híbridos (PTC, PFC, RFC e PCF). Observou-se que nos dois híbridos, o peso total dos cachos (PTC) foi relativamente baixo, com uma média de 1,6 kg e 2,0 kg para H1 e H2, respectivamente. Notou-se que os híbridos apresentaram médias inferiores às de seus parentais, evidenciando uma tendência para características maternas (*E. oleracea*), ou seja, cachos menores. De modo geral o híbrido H2 mostrou-se igual ou superior ao H1 para os caracteres de cachos. A média do H2 para PTC foi 2,0 kg, com 1,5 kg de PFC e PCF de 163,4 g. Enquanto isso, o H1 apresentou média de 1,6 kg de PTC, 1,0 kg de PFC e 159,1g para PCF. Embora ambos os dois híbridos não tenham expressado o caráter desejável dos parentais masculinos (frutos pequenos, < 140g), as médias para o caráter PCF nos dois acessos híbridos alcançaram pesos intermediários em relação aos parentais. Esses valores são desejáveis ao mercado de polpa processada e classificados como frutos médios, uma vez que o parental feminino exibiu fruto petecão, com média de 192,3g, enquanto os parentais masculinos o tipo chumbinho, com PCF de 135 g e 121 g (Tabela 3). Portanto, nesses dois híbridos as características maternas de cachos também foram mais predominantes que as paternas, embora o interesse seria alcançar o ideótipo de se obter cachos pesados e frutos pequenos (Oliveira et al., 2009; Chaves et al., 2021).

Quanto ao rendimento de frutos por cacho o H1 se mostrou inferior (59,8%) ao esperado na agroindústria de polpa (Oliveira, Mochiutti & Farias Neto, 2009). Em contrapartida, o H2 demonstrou importância a este mercado, em vista do seu maior rendimento de frutos (69,4%), conforme Farias Neto et al. (2020). Para o número de ráquulas a média para o H1 foi de 80,3 cm, com o H2 tendo o maior número (81,5cm), não diferindo dos parentais. Mas, para o comprimento da ráquis (CRC) a média ficou próxima de 44,1 cm, nos dois híbridos, ou seja, similar ao do progenitor feminino (*E. oleracea*), representando cacho pequeno, com forte predomínio das características maternas (Oliveira et al., 2022b). Cunha et al. (2005) avaliando híbridos interespecíficos de dendê, também detectaram cachos pequenos e sugeriram que eles ainda não tinham alcançado seu melhor desempenho produtivo, o que permite prever que será possível obter melhores resultados nas demais avaliações.

Tabela 3 - Médias para os sete caracteres de cacho avaliados nos dois acessos híbridos interespecíficos de açaizeiro e de seus parentais em Belém, PA, conservados no BAG Açaí da Embrapa Amazônia Oriental. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não podem ser consideradas diferentes.

Caracteres	Parentais (H1)			Parentais (H2)		
	Feminino	Masculino	H1	Feminino	Masculino	H2
NTC (n°)	33	1,0	86	33	1,0	106
PTC (kg)	5,5	8,4	1,6 b	5,5	19,5	2,0 a
PFC (kg)	2,4	5,4	1,0 b	2,4	17,9	1,5 a
RFC (%)	77,2	64,1	59,8 b	77,2	91,5	69,4 a
NRC (unid.)	83,6	89,0	80,3 a	83,6	102,0	81,5 b
CRC (cm)	50,5	228,0	44,1 a	50,5	225,0	44,1 b
PCF (g)	192,3	135,0	159,1b	192,3	121,0	163,4 a

(NTC): número total de cachos; (PTC): peso total do cacho; (PFC): peso de frutos por cacho; (RFC): rendimento de frutos por cacho; (NRC): número de ráquelas por cacho; (CRC): comprimento do ráque por cacho; (PCF): peso de 100 frutos; médias seguidas por letras diferentes diferiram entre si a 5% de probabilidade. Fonte: Autoras (2022).

Frutos

No caso dos caracteres de frutos, foi constatado que dos oito caracteres, sete deles os dois acessos híbridos foram distintos (DL, DT, PF, PP, PS, RPF e EA) (Tabela 4). Ambos os híbridos apresentaram médias próximas ou iguais para todos os caracteres de frutos, entretanto, as médias do H1 exibiram-se menores. Quanto aos diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) em comparação a genitor feminino (13,9 mm) os dois acessos híbridos se mostraram inferiores. Porém com relação aos seus parentais masculinos, os acessos se mostraram superior praticamente em todos os caracteres, o que confere características maternas prevalecidas sobre eles. Os resultados dos diâmetros estão dentro do intervalo de 10 a 20 mm, conforme já observado para a espécie (Oliveira et al., 2022a; Oliveira et al., 2022b). As médias para peso do fruto em H1 e H2 foram 1,5 e 1,8g respectivamente, enquanto para o parental feminino foi de 2,1 g, caracterizado como fruto grande, denominados de petecão, sendo os frutos do H1 ligeiramente menores. Segundo os batedores locais, frutos com pesos acima de 2,0g não proporcionam os melhores rendimentos em polpa, sendo poucos apreciados no mercado de frutos (Queiroz & Mochiutti, 2001). Como relação ao rendimento da parte comestível os híbridos tiveram médias bem próximas, 29,7% no H1 e 30,6% no H2, sendo similares ao parental feminino, considerado como critério desejável ao mercado de polpa (Oliveira, Mochiutti & Farias Neto, 2009). O equivalente foi constatado para as médias de peso da semente (PS), espessura de polpa (EP) e espessura da amêndoa (EA), com 1,2g, 0,5mm e 3,9 mm respectivamente.

Tabela 3 - Médias para os oito caracteres de frutos avaliados em dois acessos híbridos interespecíficos de açaizeiro e de seus parentais em Belém, PA, conservados no BAG Açaí da Embrapa Amazônia Oriental. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não podem ser consideradas diferentes.

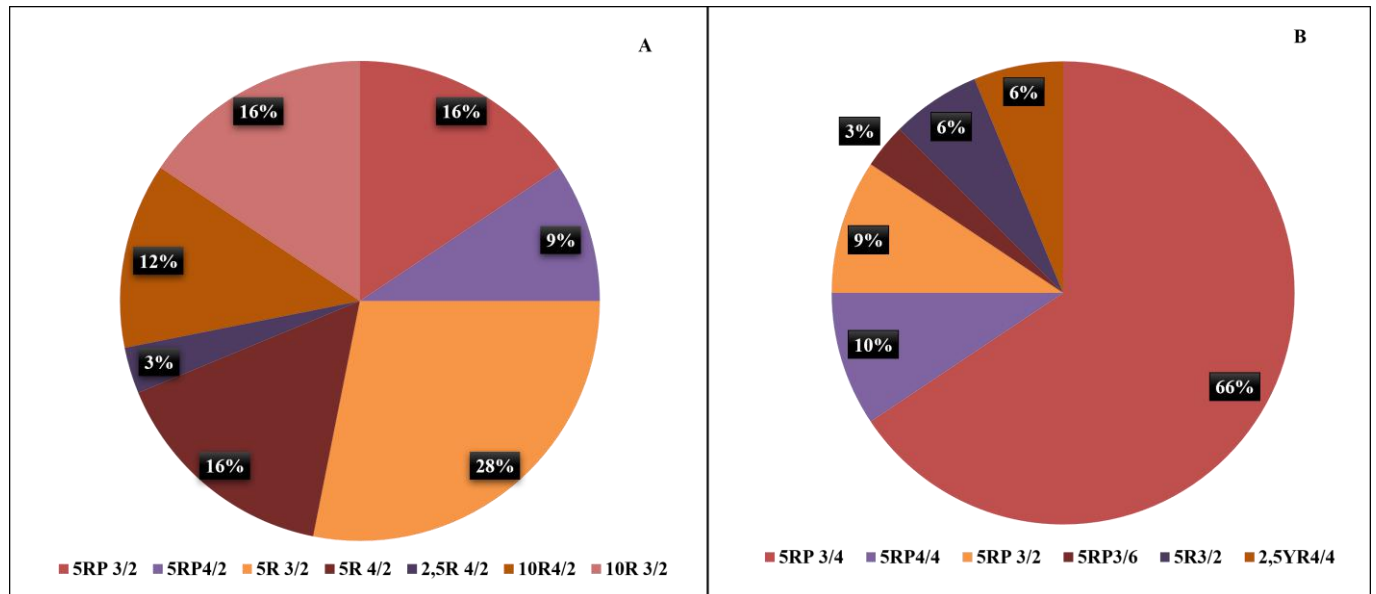
Caracteres	Parentais (H1)		H1	Parentais (H2)		H2
	Feminino	Masculino		Feminino	Masculino	
DL (mm)	13,9	11,7	12,1 b	13,9	12,4	12,7 a
DT (mm)	15,8	11	14,0 b	15,8	11,40	14,7 a
PF (g)	2,1	0,9	1,5 b	2,1	1,2	1,8 a
PP (g)	0,6	0,2	0,5 b	0,6	0,4	0,5 a
PS (g)	1,4	0,7	1,1 b	1,4	0,8	1,2 a
RPF (%)	30,7	25,4	29,4 b	30,7	36	30,6 a
EP (mm)	0,5	0,4	0,5 a	0,5	0,5	0,5 a
EA (mm)	3,9	2,9	3,4 b	3,9	3,8	3,7 a

(DL): diâmetro transversal (DT): peso do fruto (PF): peso do fruto (PF): peso da polpa (PP) peso da semente (PS): espessura da polpa (EP) e (RPF): rendimento de polpa por fruto; médias seguidas por letras iguais não diferiram entre si a 5% de probabilidade; médias seguidas por letras diferentes diferiram entre si a 5% de probabilidade. Fonte: Autoras (2022).

De maneira geral, as cores dos frutos maduros dos híbridos variaram entre “red” e “red-purples”, com sete matizes, sendo que as maiores expressões foram: 5R 3/2 (28%), 5R 4/2 (16%), 10R 3/2 (16%) e 5RP 3/2 (16%). No caso da cor da polpa a cor prevalecte foi “red-purples” com seis matizes sendo a principal a 5RP 3/4 com 66% de frequência. O parental feminino dos híbridos expressou a cor “red-purples” 5RP3/2 para cor de frutos e cor “yellows” 2,5Y 8/6 para cor de polpa, enquanto os parentais masculinos expressaram “red-purples” tanto para a cor do fruto (5RP3/2 e 5RP5/4) como para cor da polpa (5RP 3/4 e 5RP 4/4), (Figura 4).

Tais resultados indicam que os híbridos expressaram a coloração da polpa de seus parentais masculinos, sugerindo que ocorra mais antocianinas nos mesmos. Uma vez que a concentração de antocianina, pigmento hidrossolúvel, presente na polpa é responsável por essa característica violácea nos dois acessos (Menezes, Torres & Sabaa Srur, 2008). Reforçando dessa forma que seja uma característica dos seus parentais masculinos, o que corrobora com primeiros estudos relacionados aos teores de antocianina em que o *E. precatória* se mostra superior ao *E. oleracea* (Carvalho, 2012). Em estudo sobre as características físico-química da polpa desses híbridos, foi constatado valores significativos de antocianinas, com teores de três vezes maior para o H2 em comparação ao H1, o que assinala a predominância genética de *E. oleracea* para o H1 e de *E. precatória* para o H2 (Carvalho et al., 2023).

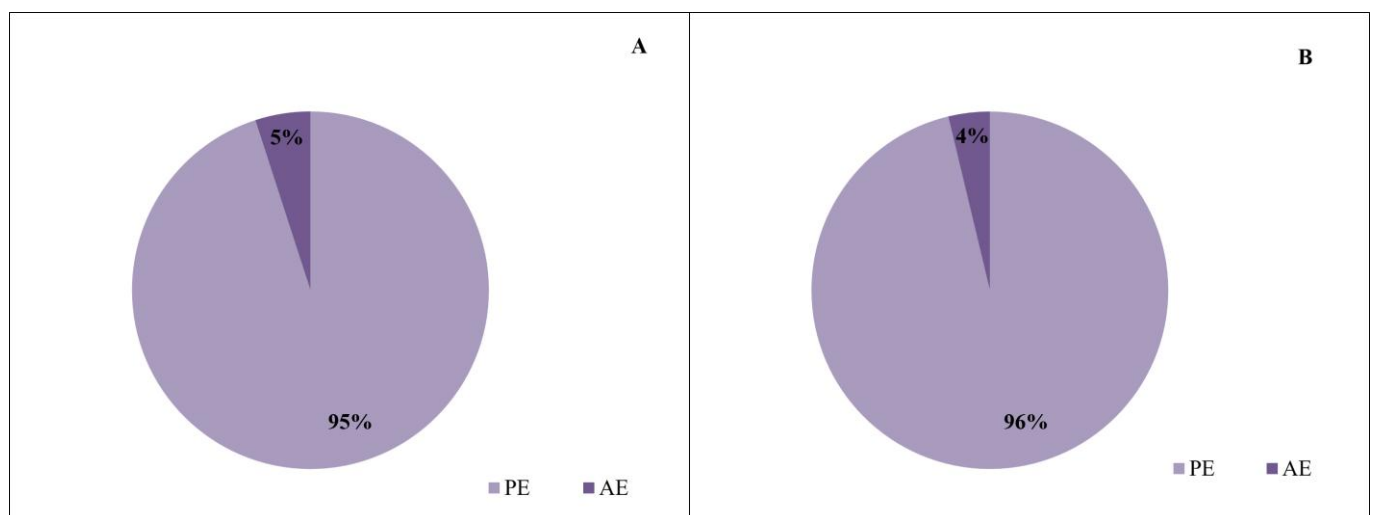
Figura 4 - Caracterização da cor do fruto (A) e da polpa (B) nos dois acessos híbridos interespecíficos de açaizeiro e de seus parentais em Belém, PA, conservados no BAG Açaí da Embrapa Amazônia Oriental.



Fonte: Autores (2022).

No que tange à presença de embrião (PE) nos frutos foi constatado que os dois acessos híbridos apresentaram excelente taxa de fertilidade, H1 com 95% (Figura 4A) e H2 com 96% (Figura 4B), uma condição favorável para híbridos interespecíficos, demonstrando certa afinidade entre os genomas das espécies que participaram do cruzamento (Pagliarini & Pozzobon, 2004). Enquanto a ausência de embrião (AE) se mostrou abaixo ou igual a 5%, como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Porcentagem da presença e ausência de embrião nas sementes: Híbrido 1 (A) e Híbrido 2 (B) de dois híbridos interespecíficos de açaizeiro em Belém, PA, conservados no BAG Açaí da Embrapa Amazônia Oriental.



(PE): Presença de Embrião e (AE): Ausência de Embrião. Fonte: Autores (2022).

Vale ressaltar que uma planta do acesso H1 apresentou frutos com a fecundação de dois a três lóculos do ovário (Figura 6), com a presença de embrião em todos, segundo Oliveira (2002) ocasionalmente, podem ocorrer dois lóculos com óvulos. Esse distúrbio ou alteração nos frutos parece ser um evento comum em híbridos.

Figura 6 - Distúrbio fisiológico em frutos do acesso H1, híbrido interespecífico de açazeiro em Belém, PA, conservados no BAG Açaf da Embrapa Amazônia Oriental.



Fonte: Autores (2022).

Na Figura 6 é possível observar com mais detalhe a fecundação do ovário em dois e três compartimento distintos, conhecidos como lóculos. E estes lóculos fertilizados são o ponto de partida para o desenvolvimento das sementes.

4. Considerações Finais

Os acessos híbridos interespecíficos de açazeiro obtidos entre *E. oleracea* x *E. precatotia* apresentam predominantemente características de *E. oleracea* (progenitor materno), com prevalência de plantas multicaules, porém com redução do número de estipes por planta, mais folhas e entrenós longos. Caracteres da inflorescência, de cacho e de fruto também expressam domínio materno, porém com menor peso de fruto e semente. Já a cor violácea na parte comestível dos híbridos, apresenta-se como herança do progenitor masculino (*E. precatotia*) e sugere maior teor de antocianinas. Para tal, sugere-se estudos detalhados da parte comestível dos frutos das plantas representantes dos referidos acessos.

Estudos futuros poderão ser realizados com análise de correlação entre os caracteres abordados, assim como estudo de repetibilidade para obtenção do número mínimo de medições para os caracteres avaliados nas condições do estudo.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Oriental, pela infraestrutura concedida para a realização deste trabalho, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Iniciação Científica - IC, processo: 137980/2021-3.

Referências

- Alelo Embrapa. (2022). <https://av.cenargen.embrapa.br/avconsulta/Passaporte/buscaNc.do#>.
- Borém, A., Miranda, G. V., & Fritsche-Neto, R. (2013). *Melhoramento de plantas*. (6a ed.), Editora UFV.
- Bovi, M. L. A., Godoy Júnior, G., & Sáes, L. A. (1987). Híbridos interespecíficos de palmitreiro (*Euterpe oleracea* x *Euterpe edulis*). *Bragantia*, 46, 343-363.
- Burle, M. L., & Oliveira, M. (2010). Manual de Curadores de Germoplasma-Vegetal: Caracterização Morfológica. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 16 p. *Embrapa Amazônia Oriental-Documents (INFOTECA-E)*.
- Carvalho, J. E. U. de. (2011). O Pomar do Silvestre. In: Silva, S. *Frutas da Amazônia Brasileira*. Metalivros, 9-11. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/950548/1/22.pdf>.

- Carvalho, A. V., Junior, E. N. M., Chisté, R. C., & de Oliveira, M. D. S. P. (2023). Caracterização físico-química da polpa de híbridos interespecíficos entre *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*. *Research, Society and Development*, 12(13), e133121344391-e133121344391.
- Cartaxo, C. D. C.; De Vasconcelos, M. A. M.; Papa, D. D. A.; Gonzaga, D. D. O., & Álvares, V. D. S. (2020). *Euterpe precatoria* Mart.: boas práticas de produção na coleta e pós-coleta de açaí-solteiro. *Embrapa Acre*, 55 p. Documentos 166.
- Cavalcante, P. (2010). *Frutas comestíveis da Amazônia*. (7a ed.), CEJUP: Museu Paraense Emílio Goeldi 282 p.
- Chaves, S. F. D. S., Alves, R. M., & Dias, L. A. D. S. (2021). Contribution of breeding to agriculture in the Brazilian Amazon. I. Açaí palm and oil palm. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 21.
- Cunha, R. N. V., Lopes, R., Barcelos, E., Rodrigues, M., Teixeira, P. C., & da Rocha, R. N. C. (2005). Produção de híbridos interespecíficos entre o caiaué (*Elaeis oleifera* Kunt, Cortez) e o dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2., 2005, Varginha. Biodiesel: combustível ecológico. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005.
- Faleiro, F. G., & Junqueira, N. T. V. (2010). Recursos genéticos: conservação, caracterização e uso. In: Faleiro, F. G., de Andrade, S. R. M., & dos Reis Junior, F. B. *Biotechnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Embrapa Cerrados-Livro técnico (INFOTECA-E)*, 2011.
- Farias Neto, J. T. (2019). BRS Pai d'Égua. (*Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico*, 317.
- Farias Neto, J. T., Yokomizo, G. K. I., & de Resende, M. D. V. (2020). Productive capacity and genetic variation behavior in progenies from irrigated açaí according to plant age. *Revista Agro@mbiente On-line*, 14.
- INMETRO Instituto Nacional de Meteorologia. (2024). <https://portal.inmet.gov.br/servicos/gr%C3%A1ficos-climatol%C3%B3gicos>.
- Kang, J., Thakali, K. M., Xie, C., Kondo, M., Tong, Y., Ou, B., & Wu, X. (2012). Bioactivities of açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. *Food Chemistry*, 133(3), 671-677.
- Leitman, P.; Soares, K.; Henderson, A.; Noblick, L.; & Martins, R. C. (2015). *Areaceae*. In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro*.
- Lima, L. de C. de S.; & Oliveira, M. do S. P. de. (2023). Fases de floração e viabilidade polínica em acessos híbridos interespecíficos de açaizeiro. *Research, Society and Development*, 12(8), e5812842879. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i8.42879>.
- Lopes, M. L. B., Souza, C. C. F., Filgueiras, G. C., & Homma, A. K. O. (2021). A cadeia produtiva do açaí em tempos recentes. *Estudos Em Agronegócio: Participação Brasileiras Nas Cadeias Produtivas; Medina, G.S, Cruz, J.E, Eds. Goiânia / Kelps V.5*.
- Matos, C. B.; Sampaio, P.; Rivas, A. A. A.; Matos, J. C. S.; Hodges, D. G. (2017). Economic profile of two species of Genus der *Euterpe*, producers of açaí fruits, from the Pará and Amazonas States - Brazil. *International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology*, 2(4), 1822-1828.
- Menezes, E. M. D. S., Torres, A. T., & Sabaa Srur, A. U. (2008). Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta amazônica*, v. 38, p. 311-316. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000200014>.
- Menezes, R.O.; Oliveira, M. do S. P. (2009). Estudos preliminares para obtenção de híbridos interespecíficos de açaizeiro (*Euterpe spp*). In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO DA UFRA, 7.; SEMINÁRIO [DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA] DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 13.; SEMINÁRIO DE PESQUISA DA UFRA, 1., 2009, Belém, PA. *Pesquisa e desenvolvimento tecnológico na formação do jovem cientista: anais*. Belém, PA: UFRA: Embrapa Amazônia Oriental.
- Munsell Color Charts. (1977). *Munsell Color Charts for Plant Tissues*.
- Muscarella, R., Emilio, T., Phillips, O. L., Lewis, S. L., Slik, F., Baker, W. J., & Poedjirahajoe, E. (2020). The global abundance of tree palms. *Global Ecology and Biogeography*, 29(9), 1495-1514.
- Nascimento, H. F. S. B.; Oliveira, M. S. P. (2017). Comportamento da floração em inflorescências de acessos de açaí branco (*Euterpe oleracea* Mart) em Belém, PA. In: *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONVIBRA AGRONOMIA, 5., 2017, São Paulo. Anais eletrônicos. Instituto Pantex de Pesquisa.
- Oliveira, M. do S. P. de (1998). Descritores mínimos para o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). Belém: Embrapa-CPATU. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento (INFOTECA-E)*.
- Oliveira, M. S. P; Lemos, M. A; Santos, E. O; & Santos, V. F. dos. (1998). Variação fenotípica em acessos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) para caracteres relacionados à produção de frutos. Belém: Embrapa-CPATU, *Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa*. 209, 23p.
- Oliveira, M. do S. P. (2002). Biologia floral do açaizeiro em Belém, PA. *Embrapa Amazônia Oriental- Boletim de pesquisa e desenvolvimento (INFOTECA-E)*.
- Oliveira, M. do S. P.; De Carvalho, J. E. U., do Nascimento, W. M. O., & Muller, C. H. (2002). Cultivo do açaizeiro para produção de frutos. *Embrapa Amazônia Oriental- Circular técnica (IFOTECA-E)*.
- Oliveira, M. do S. P., & De Farias Neto, J. T. (2004). Cultivar BRS-Pará: açaizeiro para produção de frutos em terra firme. *Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado técnico (INFOTECA-E)*.
- Oliveira, M. D. S. P. D., Ferreira, D. F., & Santos, J. B. D. (2006). Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41, 1133-1140.
- Oliveira, M. do S. P.; Mochiutti, S., & de Farias Neto, J. T. (2009). Domesticação e melhoramento do açaizeiro. In: Borem, A.; Lopes, M. T. G.; Clement, C. R. (Ed.). *Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas*. Universidade Federal de Viçosa. p. 207-235.

- Oliveira, M. do S. P., & Rios, S. D. A. (2014). Potencial econômico de algumas palmeiras nativas da Amazônia. In: EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTALARTIGO 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, 2014.
- Oliveira, M., de Farias Neto, J. T., & de Queiroz, J. A. L. (2014). Cultivo e manejo do açaizeiro para produção de frutos. In: *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. 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.; Navegantes, P., & Costa, L. D. J. (2019). Obtenção de pólen e polinização controlada em espécies do gênero *Euterpe*. *Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)*.
- Oliveira, M. S. P.; Mattietto, R. A.; Domingues, A. F. N.; Carvalho, A.V.; Oliveira, N. P.; & Farias Neto, J. T. (2022a). *Euterpe oleracea* e *E. precatoria*. In: Coradin, L.; Camillo, J.; Vieira, I. C. G. (ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte*. MMA, 2022. p. 1199-1214. (*Série Biodiversidade*, 53). Biblioteca(s): *Embrapa Amazônia Oriental*.
- Oliveira, M., de Oliveira, N. P., Domingues, A., Mattietto, R. D. A., Teixeira, D., & de Farias Neto, J. T. (2022b). *Euterpe oleracea* e *E. precatoria*: açai. In: Coradin, L.; Camillo, J.; Vieira, I. C. G. (ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte*. MMA, 2022. p. 379-393. (*Série Biodiversidade*, 53). Biblioteca(s): *Embrapa Amazônia Oriental*.
- Pagliarini, M. S.; Pozzobon, M. T. (2004). Meiose em Vegetais: Um enfoque para a caracterização de germoplasma. II Curso de Citogenética Aplicada a Recursos Genéticos Vegetais. 8 a 12 de novembro. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, DF. *Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)*.
- Pesce, C. (2009). *Oleaginosas da Amazônia*. (2a ed.), rev. e atual. Belém: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural. 135 p.
- Queiroz, J. A. L.; & Mochiutti, S. (2001). Cultivo de açaizeiros e manejo de açai para produção de frutos. *Embrapa Amapá-Documentos (INFOTECA-E)*.
- R Core Team (2016). R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available. <https://www.R-project.org>.
- Rocha, A. E. S. D., & Silva, M. F. F. D. (2005). Aspectos fitossociológicos, florísticos e etnobotânicos das palmeiras (Arecaceae) de floresta secundária no município de Bragança, PA, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 19, 657-667.
- Rosa, L. Z., de Almeida, C. G. M., de Assis Brasil, A. M., Laindorf, B. L., de Melo Cogo, M. R., Kuhn, S. A., & de Souza, V. Q. (2021). A importância da hibridização para a preservação da variabilidade genética da família Arecaceae (palmeiras) frente a fatores antropogênicos: uma revisão sobre o caso da palmeira x *Butyragrus nabonnandii* (Prosch.) Vorste. *Research, Society and Development*, 10(14), e347101422104-e347101422104.
- Silva, S. E. L., Souza, A., & Berni, R. (2005). O cultivo do açaizeiro. *Embrapa Amazônia Ocidental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/676204/1/ComTec29.pdf>.
- Sousa, N. R. Filho, F. J. N & Souza A. G. C (2009). Caracterização, avaliação e documentação de recursos genéticos de espécies amazônicas. In: Borém A, Lopes M.T.G e Clemente C.R (ed.). *Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas*. Editora UFV, 88-99.
- Tavares, M. D. S. (2020). Fenologia, viabilidade do pólen, emergência de semente e conteúdo de DNA nuclear de açaizeiros (*Euterpe spp.*).66p. *Dissertação* (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Venturieri, G. R. (2015). Ecologia da polinização do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) com e sem a introdução de colônias da abelha urucu-amarela (*Melipona flavolineata*). 122 p. *Dissertação* (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Florianópolis.
- Yokomizo, G. K.-I., Queiroz, J. A. L. d., Cavalcante, E. d. S., Pinheiro, I. d. N., Silva, P. A. R. d., & Mochiutti, S. (2012). Caracterização fenotípica e genotípica de progênies de *Euterpe oleracea* coletados no Afuá-Pará nas condições do Amapá. *CERNE*, 18(2), 205–213. <https://doi.org/10.1590/s0104-77602012000200004>.