

Fases de floração e viabilidade polínica em acessos híbridos interespecíficos de açaizeiro

Flowering phases and pollen viability in interspecific hybrid accessions of açai palm

Fases de floración y viabilidad del polen en accesiones híbridas interespecíficas de açai

Recebido: 31/07/2023 | Revisado: 09/08/2023 | Aceitado: 10/08/2023 | Publicado: 14/08/2023

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

Resumo

Avaliou-se as fases de floração e a viabilidade polínica em acessos híbridos interespecíficos entre *E. oleracea* Mart. e *E. precatoria* Mart., e comparou com os seus parentais a fim de subsidiar o melhoramento genético do açaizeiro. Em seis plantas representativas de dois híbridos, foi marcada uma bráctea recém-exposta para o acompanhamento da duração da fase masculina (DFM), duração do intervalo ou da sobreposição de fases (IEF/SEF), duração da fase feminina (DFF), duração total da floração (DTF), todas expressas em dias. A viabilidade polínica *in vivo* foi feita com base no método colorimétrico, utilizando a da solução de Baker e obtida de 10 plantas representativas de cada acesso híbrido (H1 e H2), sendo realizada para dois estágios: botão floral em pré-antese (BPA) e flor recém-aberta (FRA), coletados pela manhã, entre os horários de 9 às 11 horas. Os híbridos obtiveram média para a fase masculina de 12,2 dias (H1) e 13,2 dias (H2) com variação de 7 a 33 dias, ao passo que a feminina atingiu média de 4,6 dias, com variação de 3 a 8 dias. Quanto a (IEF/SEF) a média foi de 1,8 e 2,7 dias em H1 e H2, respectivamente variando de -4 a 7 dias. A DTF nos dois híbridos foi de 19,8 dias. As taxas de viabilidade polínica foram satisfatórias para os dois estágios avaliados (> 70%) importante na hibridação. A duração das fases de floração nos acessos híbridos é semelhante ao parental feminino (*E. oleracea*), porém com registro de anomalias florais.

Palavras-chave: Açai; Biologia floral; Hibridação; Melhoramento de planta.

Abstract

Flowering stages and pollen viability were evaluated in interspecific hybrid accessions between *E. oleracea* Mart. and *E. precatoria* Mart., and compared with their parents, in order to subsidize the genetic improvement of the açai. In six plants representing the two hybrids, a newly exposed bract was marked to monitor the duration of the male phase (DFM), duration of the interval or overlap of phases (IEF/SEF), duration of the female phase (DFF), total duration of flowering (DTF), all expressed in days. The *in vivo* pollen viability was made based on the colorimetric method, using Baker's solution and obtained from 10 representative plants of each hybrid access (H1 and H2), being performed for two stages: flower bud in pre-anthesis (BPA) and newly opened flower (FRA), collected in the morning, between the hours of 9 to 11 hours. The hybrids obtained an average for the male phase of 12.2 days (H1) and 13.2 days (H2) with a variation of 7 to 33 days, while the female phase reached an average of 4.6 days, with a variation of 3 to 8 days. As for (IEF/SEF) the average was 1.8 and 2.7 days in H1 and H2, respectively ranging from -4 to 7 days, with an average of (DTF) in the two hybrids of 19.8 days. The pollen viability rates were satisfactory for the two stages evaluated (> 70%) important in hybridization. The duration of flowering stages in the hybrid accessions is resembled the female parent (*E. oleracea*), but with floral anomalies.

Keywords: Açai; Floral biology; Hybridization; Plant breeding.

Resumen

Se evaluaron las fases de floración y la viabilidad del polen en accesiones híbridas interespecíficas entre *E. oleracea* Mart. y *E. precatoria* Mart. y se compararon con sus progenitores con el fin de subvencionar la mejoramiento genético del açai. En seis plantas representativas de los dos híbridos, se marcó una bráctea recién expuesta para controlar la duración de la fase masculina (DFM), la duración del intervalo o solapamiento de fases (IEF/SEF), la duración de la fase femenina (DFF), la duración total de la floración (DTF), todo ellas expresadas en días. La viabilidad del polen *in vivo* se realizó a partir del método colorimétrico, utilizando solución de Baker y obtenida de 10 plantas representativas de cada acceso híbrido (H1 y H2), realizándose para dos fases: botón floral en preantesis (BPA) y flor recién abierta (FRA), recolectada por la mañana, entre las 9 y las 11 horas. Los híbridos obtuvieron una media para la fase masculina

de 12,2 días (H1) y 13,2 días (H2), con una variación de 7 a 33 días, mientras que la fase femenina alcanzó una media de 4,6 días, con una variación de 3 a 8 días. En cuanto a (IEF/SEF) la media fue de 1,8 y 2,7 días en H1 y H2, respectivamente con una variación de -4 a 7 días, con una media de (DTF) en los dos híbridos de 19,8 días. Los índices de viabilidad del polen fueron satisfactorios para las dos etapas evaluadas (> 70%) importantes en la hibridación. La duración de las etapas de floración en las accesiones híbridas es semejante a la del parental femenino (*E. oleracea*), pero con anomalías florales.

Palabras clave: Açaí; Biología floral; Hibridación; Mejora vegetal.

1. Introdução

O gênero *Euterpe* pertence à família Arecaceae, de importante fator socioeconômico, cultural e alimentar, seja, pela polpa processada de seus frutos e seus subprodutos ou pela extração de palmito (Oliveira et al., 2019; Muscarella et al., 2020). Destacam-se duas espécies desse gênero: *Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart., sendo ambas não endêmicas (Leitman et al., 2015). São espécies vegetais proeminentes nos ambientes tropicais (Mendes et al., 2016), a primeira se distribui principalmente ao longo do estuário amazônico, sobretudo em terra firme, várzeas e igapós, mais amplamente nos estados do Pará, Amapá e Amazonas (Jardim, 2002; Feitosa et al., 2022). Enquanto a segunda predomina em áreas de terra firme, mas também tem ocorrência ao longo das margens dos rios, em áreas periodicamente inundadas da bacia do Solimões (Yuyama et al., 2011; Tavares & Homma, 2015).

De um modo geral, ambas as espécies possuem a mesma morfologia dos órgãos reprodutivos, apresentam ramo florífero interfoliar, protegida por duas brácteas com forma e tamanho díspares (espatela e espata), que ao se romperem exhibe a inflorescência (Oliveira et al., 2002, Oliveira et al., 2009; Oliveira et al., 2014; Oliveira et al., 2019). Essa inflorescência é formada por uma raque e múltiplas ráquulas, onde as flores femininas e masculinas se ordenam em tríades; cada flor feminina é ladeada por duas flores masculinas; e se utilizam de uma estratégia reprodutiva denominada de dicogamia do tipo protandria em graus diferentes, no qual as flores masculinas entram em antese antes das femininas, favorecendo a alogamia, ou seja, a polinização cruzada (Oliveira, 2002). As inflorescências apresentam uma diversidade de polinizadores, com destaque para a presença de abelhas e moscas (Venturieri et al., 2014).

Com a demanda alta no mercado interno e externo de frutos e polpa, a cadeia do açaí tem se expandido a cada dia (Cartaxo et al., 2020; Oliveira et al., 2021; Tavares et al., 2022). Para atender a esses mercados com material de procedência confiável e de maior potencial produtivo, foram viabilizadas duas cultivares de *E. oleracea*: BRS Pará, em 2004 (Oliveira; Farias Neto, 2004) e BRS Pai d'Égua, em 2019 (Farias Neto, 2019). Assim como estratégias dentro do melhoramento genético, como a hibridação entre espécies do gênero *Euterpe* que pudessem viabilizar características complementares desejáveis com vista a reduzir o tempo de obtenção de novos produtos. Embrapa Amazônia Oriental como precursora na conservação e uso dos recursos genéticos de *Euterpe* spp., no seu Banco Ativo de Germoplasmas (BAG), vem obtendo acessos híbridos interespecíficos, entre *E. oleracea* Mart. e *E. precatoria* Mart., por meio de polinização controlada (Oliveira et al., 2019). No entanto, estudo sobre o comportamento desses híbridos se faz necessário, como sobre as fases de floração e a viabilidade polínica, para subsidiar o melhoramento genético de *Euterpe* spp. Tais estudos auxiliam na compreensão dos padrões de desenvolvimento florístico e nos aspectos reprodutivos da espécie, visto que os grãos de pólen viáveis influenciam diretamente na fertilização (Oliveira et al., 2000; Kalume et al., 2002; Ramos et al., 2019), além de auxiliar na definição da seleção e técnica de hibridação de melhor adaptação a espécie (Pereira et al., 2007).

Os eventos de floração em ambas as espécies são lentos e gradativos, com anteses iniciando do ápice para a base das ráquulas (Oliveira, 2002; Oliveira et al., 2009; Oliveira et al., 2019). Onde a antese masculina, inicia-se logo após o desenvolvimento da inflorescência e dura em média 15 dias em *E. oleracea* e 17 dias em *E. precatoria*. Ao final da fase masculina, segue um breve intervalo de 1-2 dias em *E. oleracea* e 5-6 dias em *E. precatoria*, em seguida, inicia-se a antese feminina com duração média de 7-9 dias para *E. oleracea* e 7 dias para *E. precatoria*, com duração total dessas fases de 26 dias

em *E. oleracea* e 30 dias em *E. precatoria*, em média (Oliveira et al., 2019). Embora sendo espécies de fecundação cruzada, Oliveira et al. (2000) pontuaram a ocorrência de sobreposição de fases de floração, podendo ocorrer na mesma inflorescência ou não de uma mesma planta, o qual foram observadas nas espécies de *E. oleracea*.

Quanto às técnicas para estimar a viabilidade polínica, existem várias, contudo, teste com corantes químicos, é uma técnica que permite obter resultados rápidos, além de serem procedimentos simples e baratos (Alvim, 2008). Em estudo desenvolvido por Oliveira et al., (2001), esse método corroborou com a determinação da viabilidade dos grãos de pólen de indivíduos de açaizeiro. Mas, para a híbridos dessas espécies não há relatos. Acredita-se que seja indispensável pólen com alta viabilidade, principalmente, quando se busca sucesso nos cruzamentos genéticos (Cysne et al., 2015).

Este trabalho objetivou avaliar as fases de floração e a viabilidade polínica dos acessos de híbridos interespecíficos entre *E. oleracea* Mart. e *E. precatoria* Mart., e comparar com os seus parentais, a fim de subsidiar o programa de melhoramento genético de açaizeiro.

2. Metodologia

O estudo ocorreu em dois acessos híbridos interespecíficos entre *E. oleracea* Mart. e *E. precatoria* Mart., que apresentam características importantes ao mercado de polpa: H1- Belém e H2- Santa Izabel, obtidos em 2014, dentro do programa de melhoramento genético de açaizeiro utilizando a técnica de polinização controlada (Oliveira et al., 2019). Os dois acessos possuem o mesmo parental feminino (♀), ou seja, uma planta da CV. BRS Pará de alta produção (L19P19). Já os parentais masculinos (♂) possuem procedências distintas com o do H1 sendo do Acre e o do H2 de Yurimáguas, Peru.

Os híbridos encontram-se conservados no BAG Açaí (BAG – *Euterpe spp*) da Embrapa Amazônia Oriental, representados por um stand diferente, o H1 por 24 plantas e o H2 por 30 plantas. Esses acessos foram instalados 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 (Af_i), descrito por uma estação chuvosa abundante, durante o ano todo com precipitação média acima de 2.500mm e temperatura média de 27 °C.

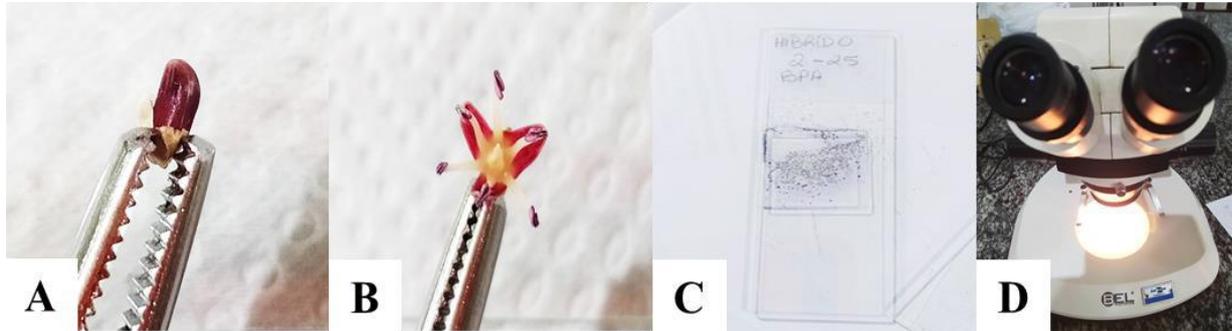
A duração das fases de floração foi acompanhada em seis plantas representantes dos híbridos, sendo marcada uma bráctea recém-exposta para a avaliação de duração da fase masculina (DFM), intervalo ou da sobreposição de fases (IEF/SEF), duração da fase feminina (DFF) e duração total da floração (DTF), todas expressas em dias, conforme Oliveira et al. (2000).

Para a determinação da viabilidade polínica foram utilizadas inflorescências de 10 plantas representantes de cada acesso híbrido (H1 e H2), para a coleta de dois estágios: botão floral em pré-antese (BPA) e flor recém-aberta (FRA), no horário da manhã, entre os horários de 9 às 11 horas. A viabilidade do pólen *in vivo* foi feita com base no método colorimétrico, utilizando a da solução de Baker (Dafni, 1992). No preparo das lâminas foi utilizada seis anteras uma flor (Figura 1B), para a retirada dos grãos de pólen com auxílio de uma pinça e uma seringa com agulha, colocando-o sobre a lâmina identificada com uma gota do corante, homogeneizada e colocada em estufa por 30 minutos em temperatura de 37± 3°C (Oliveira et al., 2001).

Com auxílio de uma lupa estereomicroscópica foram contados 500 grãos de pólen por lâmina (Figura 1D), sendo considerados viáveis aqueles corados (azul) e bem formados. Com os dados obtidos calculou-se a porcentagem de polens viáveis pela equação:

$$\text{Viabilidade polínica (\%)} = \left(\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de grãos de pólen corados}}{\text{N}^{\circ} \text{ de grãos de pólen contados}} \right) \times 100$$

Figura 1 - Preparo das lâminas para o teste de viabilidade de pólen em dois acessos híbridos interespecíficos do gênero *Euterpe* (açazeiro). (A): Botão floral em pré-antese; (B): Flor recém-aberta; (C): lâmina pigmentada pós-estufa; (D): Contagem de pólen viável com auxílio de lupa estereomicroscópica.



Fonte: Autoras (2022).

Todos os dados obtidos foram organizados, digitados em planilhas do Excel para a obtenção das médias por acesso, sendo posteriormente, comparadas com as médias dos seus parentais.

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 constam as médias de duração das fases de floração dos dois híbridos. Para a fase masculina (FM) a duração foi de 12,2 dias (H1) e 13,2 dias (H2) com variação de 7 a 33 dias. Enquanto a feminina (FF) alcançou duração de 4,6 dias nos dois híbridos, expressando variação de 3 a 8 dias. No caso do intervalo (IEF) ou sobreposição de fases (SEF) nos referidos híbridos a duração média foi de 1,8 dias e 2,7 dias em H1 e H2, respectivamente, apresentando variação de sobreposição de até quatro dias (SEF= -4 dias) a intervalo de sete dias (IEF=7 dias). Por conseguinte, a duração total da floração nos dois híbridos foi de 18,6 dias (H1) e 19,8 dias (H2). De um modo geral, percebe-se que o H2 apresentou médias maiores para a duração da fase masculina e intervalo entre fase, de aproximadamente um dia, demorando um dia a mais para finalizar o período de floração em uma inflorescência.

Vale ressaltar que a sobreposição de fases foi detectada em apenas em dois indivíduos do H1 com SEF de -2 a -4 dias, porém tal evento já havia sido relatado em plantas do parental feminino (*E. oleracea*) por Oliveira et al. (2000), em Belém, PA, e por Bovi et al. (1986), no Vale do Ribeira, SP, variando de 1 a 4 dias. Küchmeister et al. (1997) ao avaliarem a duração dessas fases em plantas de *E. precatoria*, não detectaram sobreposição e constataram 17 dias para a FM, três dias para a DFF e IEF de 6 dias, bem diferente das obtidas nos híbridos.

Nos parentais dos dois híbridos as durações das fases foram de FM= 15 dias; IEF= 2 dias; FF= 8 dias e DTF= 25 dias para o feminino (Tabela 1), enquanto no masculino as fases tiveram durações de FM= 17 dias; IEF= 6 dias; FF=5 dias e DTF= 28 dias. Percebe-se que no parental masculino as durações da fase masculina e do intervalo entre fase foram maiores que no feminino. Portanto, pode-se considerar que os eventos de floração nas inflorescências dos dois híbridos foram similares aos do parental feminino.

Foi observado nas inflorescências com intervalos longos de floração entre fases (IEF) que, os cachos formados apresentavam ráquulas retorcidas (Figura 2). Essa anomalia floral pode ser em decorrência do cruzamento interespecífico, fatores ambientais, nutricionais ou outros fatores. Chia (2008) também observou em híbridos interespecíficos de dendê anomalias florais, fenômeno conhecido como ginandromorfia, do qual a inflorescência impossibilita a produção de frutos (Chia et al., 2012). No caso da anomalia detectada neste estudo não foi constatada a perda total da fecundação, pois algumas flores foram fecundadas, o que levou a formação de poucos frutos, sendo bem menor que em ráquulas normais.

Tabela 1 - Médias para a duração das fases de floração em dois híbridos interespecíficos do gênero *Euterpe* (açazeiros) em Belém, PA e de seus parentais.

Caracteres	Parentais (H1)		H1	Parentais (H2)		H2
	Feminino	Masculino		Feminino	Masculino	
DFM (dias)	15	17	12,2	15	17	13,2
IEF/SEF (dias)	2	6	1,8	2	6	2,7
DFF (dias)	8	5	4,6	8	5	4,6
DTF (dias)	25	28	18,6	25	28	19,7

DFM: duração da fase masculina; IEF/SEF: duração do intervalo ou sobreposição de fases; DFF: duração da fase feminina e DTF: duração total da floração. Fonte: Autoras (2022).

Figura 2 - Exemplo de cacho oriundo de anomalia floral, ráquulas retorcidas, detectada nos dois híbridos interespecíficos do gênero *Euterpe* (açazeiros), em Belém, PA.



Fonte: Autoras (2022).

Em relação a viabilidade polínica, as médias para botões florais em pré-antese (BPA) e flores abertas (FRA) apresentaram diferenças entre os dois híbridos (Tabela 2). O H1 exibiu taxas de viabilidades menores que o H2, variando de 79% (BPA) a 80,8% (FRA), enquanto no H2 os valores foram de 85,4% para BPA e 90,3% para FRA. Quando se compara as viabilidades dos híbridos com as dos seus parentais verifica-se que o H1 expressou redução na viabilidade (Tabela 2), uma vez que as taxas foram superiores a 82%. No caso do H2 as taxas foram superiores às do progenitor feminino, sendo similar ao parental masculino (*E. precatória*).

Tabela 2 - Porcentagens de viabilidade polínica em dois estágios florais nos dois híbridos interespecíficos do gênero *Euterpe* (açazeiro) em Belém, PA e de seus parentais.

Estágios	Parentais (H1)		H1	Parentais (H2)		H2
	Feminino	Masculino		Feminino	Masculino	
BPA (%)	86,7	82,9	79,0	86,7	82,8	85,4
FRA (%)	88,4	89,6	80,8	88,4	93,5	90,3

(BPA): Botão floral em pré-antese; (FRA): Flor recém-fecundada. Fonte: Autoras (2022).

No geral, as taxas de viabilidade polínica foram consideradas satisfatórias para os dois estágios avaliados (> 70%) quando comparadas às obtidas em outros híbridos interespecíficos de outras espécies (Souza et al., 2002; Sousa et al., 2010). Mosquera et al., (2021) ao avaliarem a viabilidade polínica e a germinação em híbrido interespecífico entre *E. olerífera* x *E. guineenses* observaram resultados bem abaixo do que a dos seus genitores, que poderia ser justificada por sua origem, cruzamento genético próximo entre outros fatores. Por outro lado, Monteiro et al., (2011) quando avaliaram a viabilidade em híbridos de pimentas do gênero *Capsicum* (*C. chinense* Jacq e *C. frutescens* L), verificaram taxas altas, próximas de 94%. Dessa forma, pode-se considerar que as viabilidades altas detectadas nos dois híbridos demonstram grande afinidade em seus genomas, o que se apresenta como uma vantagem na hibridação interespecífica dessas espécies, podendo oferecer ferramentas e avanços no programa de melhoramento do açaizeiro.

4. Conclusão

A duração de fases de floração nos acessos híbridos interespecíficos do gênero *Euterpe* apresenta-se similar ao parental feminino (*E. oleracea*), porém com registro de anomalias florais. As altas taxas de viabilidade polínica desses híbridos interespecíficos demonstram considerável complementariedade nos genomas de seus parentais.

Sugere-se para futuros trabalhos com híbridos interespecíficos do gênero *Euterpe* que o número de plantas para acompanhamento de fases de floração, que seja, preferencialmente de todas as amostras de cada híbrido.

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

- Alvim, P. (2008). Viabilidade e conservação de grãos de pólen de milho. (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras). 13. 2008.
- Bovi, M. L. A., Dias, G. D. S., & Godoy Júnior, G. (1986). Biologia floral do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). In *CONGRESSO DA SOCIEDADE DE BOTÂNICA DE SÃO PAULO* (Vol. 6, p. 91).
- 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., julho, documentos 166, Rio Branco, Acre.
- Chia, G. S., Lopes, R., Da Cunha, R. N. V., Da Rocha, R. N. C., & de Almeida Rios, S. (2012). Gene sh e ginandromorfia em inflorescências masculinas de híbridos F1 entre o caiaué e o dendezeiro. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 55(3), 212-219.
- Chia, G. S. (2008). Repetibilidade da produção de cachos, anomalias florais e germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. Dissertação (Mestrado em ciências agrárias). Manaus, p. 42. 2008.
- Cysne, A., De Lima, W. A. A., Krug, C., & Gomes, F. (2015). Teste de viabilidade polínica em dendezeiro: uma nova proposta. *Comunicado Técnico 116*.
- Dafni, A. (1992). *Pollination ecology: a practical approach*. Oxford University Press.
- Farias Neto, J. T. (2019). BRS Pai d'Égua. (*Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 317*).
- Feitosa, D. de L., Silva, G. L. da, Ferreira, A. L., & Barbosa, D. R. e S. (2022). Emergence and initial growth of açaí palm under different light levels after seed dormancy breaking treatments. *Research, Society and Development*, 11(15), e593111537515.
- Jardim, M. A. G. (2002). A cadeia produtiva do açaizeiro para frutos e palmito: implicações ecológicas e socioeconômicas no estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Antropologia*, 18(2), 287-305.
- Kalume, M. D. A., Oliveira, M. do S. P., & Carreira, L. M. M. (2002). Comportamento da floração em acessos de bacabinha (*Oenocarpus mapora* Karsten.) em Belém, PA. *Embrapa Amazônia Oriental - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*.
- Küchmeister, H., Silberbauer-Gottsberger, I., & Gottsberger, G. (1997). Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. *Plant Systematics and Evolution*, 206, 71-97.
- Leitman, P., Soares, K., Henderson, A., Noblick, L., Martins, R.C. (2015). *Arecaceae*. In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro*.

- Monteiro, C. E. D. S., Pereira, T. N. S., & Campos, K. P. D. (2011). Reproductive characterization of interspecific hybrids among *Capsicum* species. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 11, 241-249.
- Mosquera, D. J. C., Salinas, D. G. C., & Moreno, G. A. L. (2021). Pollen viability and germination in *Elaeis oleifera*, *Elaeis guineensis* and their interspecific hybrid. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 51.
- 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.
- Mendes, F. N., Valente, R. D. M., Rêgo, M. M. C., & Esposito, M. C. (2016). Reproductive phenology of *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) in a coastal restinga environment in northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 77, 29-37.
- Oliveira, M. do S. P., Lemos, M. A., & dos Santos, E. O. (2000). Avaliação da sucessão de fases da floração em acessos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). *Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa*. 27, 12-19.
- Oliveira, M. do S. P., Maués, M. M., & Kalume, M. A. D. A. (2001). Viabilidade de pólen *in vivo* e *in vitro* em genótipos de açaizeiro. *Acta botânica brasílica*, 15, 27-33.
- 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 (INFOTECA-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. 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. Viçosa, MG: 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 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, 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. do S. P., Pinheiro, T. D. S., & Fiala, M. A. (2019). Práticas para a renovação do Banco Ativo de Germoplasma de espécies do gênero *Euterpe* (açaizeiros). Belém-PA: *Embrapa Amazônia Oriental- Circular técnica (INFOTECA-E)*.
- Oliveira, A. B., Souza, J. L. da C., Viera, M. do C., Vera, R., & Souza, E. R. B. (2021). Desenvolvimento de mudas de açaí em diferentes tipos de substrato. *Research, Society and Development*, 10(12), e387101219327.
- Pereira, D. D. A., Brito, A. C., & Amaral, C. L. F. (2007). Biologia floral e mecanismos reprodutivos do Mussambê (*Cleome spinosa* Jacq) com vistas ao melhoramento genético. *Revista Biotemas, Jequié-ba*, 4(20), 27-34.
- Ramos, L. P. N., Prestes, Z. M. S. R., Ramos, E. R., Farias, C. B. M., Macedo, W. D. A., Mello, V. S., & Karsburg, I. V. (2019). Evaluation of *Dypsis lutescens* (H. Wendl.) pollinic viability by certain colorimetric tests. *Scientific Electronic Archives*, 12(5), 62-66.
- SOUSA, V. A., Schemberg, E. A., & de Aguiar, A. V. (2010). Germinação *in vitro* de pólen de jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (S.) Cham). *Sci. For.*, 38 (86), 147-151.
- Souza, M. D., Pereira, T. N. S., & Martins, E. R. (2002). Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). *Ciência e agrotecnologia*, 26(6), 1209-1217.
- Tavares, G. D. S., & Homma, A. K. O. (2015). Comercialização do açaí no estado do Pará: alguns comentários. *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Tavares, G. D. S., Homma, A. K. O., de Menezes, A. A., & Palheta, M. P. (2022). Análise da produção e comercialização de açaí no estado do Pará, Brasil. *International Journal of Development Research*, 10(4), 35215-35221.
- Venturieri, G. C., Souza, M. D., Carvalho, J. D., & Nogueira, O. L. (2014). Plano de manejo para os polinizadores do açaizeiro *Euterpe oleracea* (Arecaceae). Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados: *Planos de manejo. Funbio, Rio de Janeiro*, 97-130.
- Yuyama, L. K. O., Aguiar, J. P. L., Silva Filho, D. F., Yuyama, K., Jesus Varejão, M. D., Fávoro, D. I. T., & Caruso, M. S. F. (2011). Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatória* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. *Acta Amazonica*, 41, 545-552.