

Obtenção de pólen e polinização controlada em espécies do gênero *Euterpe*



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 450

Obtenção de pólen e polinização controlada em espécies do gênero *Euterpe*

*Maria do Socorro Padilha de Oliveira
Patrícia Cardoso Andrade Navegantes
Lucélia Rosa de Jesus Costa*

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2019

Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental
Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903 Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente
Bruno Giovany de Maria

Secretária-Executiva
Ana Vânia Carvalho Luciana Gatto Brito

Membros
Alfredo Kingo Oyama Homma, Alysson Roberto Baizi e Silva, Andréa Liliane Pereira da Silva, Luciana Gatto Brito, Michelliny Pinheiro de Matos Bentes, Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana, Patrícia de Paula Ledoux Ruy de Souza

Supervisão editorial e revisão de texto
Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica
Andréa Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de fotografia e editoração eletrônica
Vitor Trindade Lôbo

Foto da capa
Socorro Padilha

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amazônia Oriental

Oliveira, Maria do Socorro Padilha de.

Obtenção de pólen e polinização controlada em espécies do gênero *Euterpe* / Maria do Socorro Padilha de Oliveira, Patrícia Cardoso Andrade Navegantes, Lucélia Rosa de Jesus Costa. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 39 p. ; 16 cm x 22 cm. – (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 450).

1. *Euterpe*. 2. Açai. 3. Reprodução vegetal. 4. Polinização. 5. Pólen. I. Navegantes, Patricia Cardoso Andrade. II. Costa, Lucélia Rosa de Jesus. III. Título. IV. Embrapa Amazônia Oriental. V. Série.

CDD 21 ed. 634.65

Autores

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Patrícia Cardoso Andrade Navegantes

Engenheira-agrônoma, doutoranda em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia, ex-bolsista Pibic/Embrapa, Belém, PA

Lucélia Rosa de Jesus Costa

Engenheira-agrônoma, doutoranda em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia, ex-bolsista Pibic/Embrapa, Belém, PA

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Oriental, pelo auxílio financeiro na otimização de algumas etapas da técnica via projeto PC-11: Bancos de Germoplasma de Palmeiras. À mestranda Camila Pinto Brandão, pelo auxílio nas fotos, e a todos os estagiários que deram suas contribuições diretas e indiretas, ao longo de vários anos de trabalho, para a otimização das técnicas. Aos funcionários de campo, Euclides da Rosa Ribeiro, Joel Pinheiro da Silva e Antonio Teixeira Costa, pelo incansável apoio.

Apresentação

A Amazônia é o bioma do Brasil que apresenta alta diversidade vegetal, de onde se destacam as palmeiras, que fornecem produtos a diferentes mercados e possuem uso integral às populações tradicionais. Nesse grupo de plantas, têm-se as espécies do gênero *Euterpe*, especialmente *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, conhecidas por açazeiro, cuja polpa processada obtida dos frutos vem contribuindo significativamente ao PIB dessa região. A forte expressão econômica e social dessas duas espécies tem impulsionado o manejo sustentável de suas populações naturais, assim como o investimento de cultivos em escala comercial para o atendimento da demanda de polpa aos mercados local, nacional e internacional.

Vale ressaltar que o abastecimento desses mercados é feito quase exclusivamente por frutos de açazeiros da região Norte, cujos dados estatísticos disponíveis mencionam o estado do Pará como o maior produtor e também consumidor de açáí, considerado um alimento completo, por conter proteínas, lipídeos, fibras, sais minerais, vitaminas e antioxidantes. Em vista de suas importâncias, a Embrapa Amazônia Oriental tem dedicado grande atenção na geração de avanços de conhecimentos, produtos, processos e serviços dessas espécies. Além disso, possui um Banco Ativo de Germoplasma que fornece subsídios e materiais ao programa de melhoramento genético dessas espécies, de forma a permitir ganhos genéticos para o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e de qualidade.

Em programas de melhoramento genético de qualquer espécie, técnicas para a obtenção de pólen e de polinização controlada se fazem presentes, a fim de contribuir na obtenção de cultivares com características desejáveis. No caso das espécies do gênero *Euterpe*, enfatizam-se cachos mais pesados, maior rendimento de frutos por cacho, frutos pequenos, com maior teor de polpa e de antocianina, além da produção centrada na entressafra. Assim, foram desenvolvidas duas metodologias: obtenção e armazenamento de pólen e polinização controlada para essas duas espécies.

A publicação deste trabalho facilitará a divulgação dessas técnicas, as quais foram aperfeiçoadas e vêm sendo aplicadas com sucesso em genótipos de *E. oleracea* desse programa de melhoramento e, também, em subamostras de *E. precatoria*.

Adriano Venturieri

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Introdução	11
Aspectos botânicos	12
Informações sobre a biologia reprodutiva	15
Fenologia	16
Biologia floral	17
Insetos visitantes e polinizadores	19
Etapas para a obtenção do pólen	20
Seleção da planta	21
Escolha da inflorescência	22
Coleta da inflorescência	23
Obtenção do pólen	23
Armazenamento do pólen	27
Etapas da polinização controlada	28
Escolha da inflorescência	29
Emasculação da inflorescência da planta receptora do pólen	29
Isolamento da inflorescência da planta receptora de pólen	30

Polinização controlada	32
Pegamento (fecundação)	35
Eficiência das técnicas	35
Considerações finais	36
Referências	36

Introdução

No gênero *Euterpe* há duas espécies de grande ocorrência natural na Amazônia, *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, conhecidas por açazeiro. São palmeiras perenes e de uso integral, cujos frutos se destacam pela importância econômica e social à população local, como alimento popular e na geração de renda. Além disso, apresentam forte expressão econômica para essa região, em vista da expansão do mercado da polpa e de seus derivados, em nível nacional e internacional. Essa expansão tem ocasionado mudança no padrão agrícola, saindo da base extrativista para a de cultivo, com a presença de novos mecanismos de aprendizado, seja na geração de conhecimentos para dar sustentáculo à cadeia produtiva do açaí seja na obtenção de produtos e processos, uma vez que os cultivos estão sujeitos a adversidades bióticas e abióticas (Santana et al., 2008). Logo, o sucesso do arranjo produtivo local do açaí depende de inovações tecnológicas voltadas ao manejo e desenvolvimento de cultivares mais produtivas e de alta qualidade.

A produção nacional de frutos do açazeiro provém basicamente da região Norte, onde o Pará se configura como o maior produtor e consumidor de açaí, um alimento completo, com alto teor de lipídeos, fibras e antioxidantes, além de conter proteínas, minerais (cálcio, magnésio, potássio, níquel, manganês, cobre, boro e cromo) e vitaminas B1 e E, sendo o segundo alimento mais consumido, superado apenas pela farinha de mandioca (Oliveira et al., 2015).

Em 2017, a produção brasileira em área de cultivo foi de 1.335.040 t, para uma área colhida de 219.709 ha, com a contribuição de 1.331.506 t, em uma área colhida de 201.378 ha da região Norte, contabilizando R\$ 5,5 bilhões (IBGE, 2019). Esses dados demonstram produtividade baixa (6,08 t e 6,61 t de frutos por hectare), necessitando de mais empenho nas pesquisas, como aquelas voltadas ao melhoramento genético dessas espécies, assim como aquelas que venham a fornecer subsídios para seus avanços.

Em programas de melhoramento genético, frequentemente são realizados cruzamentos entre diferentes genótipos para a obtenção de cultivares com características desejáveis, a partir da seleção de genótipos trazendo vários benefícios, especialmente em relação ao tamanho e qualidade dos frutos, estabilização da produção e variabilidade genética das culturas, contribuindo

para resistência às doenças e às mudanças ambientais (Classen et al., 2014). No controle adequado desses cruzamentos, é primordial o domínio da polinização controlada e da coleta e armazenamento do pólen para a disponibilidade nos períodos corretos do ciclo reprodutivo de cada espécie em teste, mas nem sempre isso é possível, em decorrência da assincronia fenológica (Einhardt et al., 2006; Anselmini; Zanette, 2012).

A Embrapa Amazônia Oriental vem se destacando como a pioneira no melhoramento genético do açaizeiro, com o foco principal na espécie *E. oleracea*, sendo responsável pelo desenvolvimento da cultivar BRS Pará (Oliveira; Farias Neto, 2004) e da BRS Pai d'Égua (Farias Neto, 2019). No programa de melhoramento dessa instituição, está prevista a obtenção de híbridos intra e interespecíficos e que necessitam de cruzamentos controlados (Oliveira, 1999).

Para auxiliar no programa de melhoramento dessa instituição, foram desenvolvidas duas metodologias: obtenção e armazenamento de pólen (Oliveira; Ribeiro, 1998a) e polinização controlada no açaizeiro (Oliveira; Ribeiro, 1998b), as quais vêm sendo aplicadas em genótipos de *E. oleracea* desse programa (Menezes; Oliveira, 2009a; Andrade; Oliveira, 2012a) e também em subamostras de *E. precatoria* (Menezes; Oliveira, 2009b; Andrade; Oliveira, 2012b) conservadas no banco de germoplasma de *Euterpe*. Para melhorar seus desempenhos, sofreram pequenas alterações. A divulgação dessas informações é fundamental no melhoramento genético, além de ser adequada para a conservação de seus recursos genéticos, contribuindo para a domesticação dessas espécies.

Este trabalho descreve aperfeiçoamentos nas técnicas de obtenção de pólen e de polinização controlada desenvolvidas para *E. oleracea*, também aplicadas com sucesso em *E. precatoria* na Embrapa Amazônia Oriental.

Aspectos botânicos

E. oleracea e *E. precatoria* são as principais espécies do gênero *Euterpe* com ocorrência na Amazônia. Nessa região, a primeira espécie é conhecida por açaí, açaizeiro, açaí-do-pará e açaí-de-touceira, enquanto a segunda

por palmiteiro, juçara, açaí-do-baixo-amazonas, açaí-solteiro, açaí, açaí-domato, açaí-mirim, açaí-da-mata (Lorenzi et al., 2004).

Essas espécies são palmeiras arbóreas, com estipes eretos ou inclinados que alcançam mais de 18 m de altura e 20 cm de diâmetro. O caule (estipe) é liso, cilíndrico e anelado, sendo em *E. oleracea* (Figura 1A) predominantemente múltiplo (em touceira), enquanto em *E. precatoria* (Figura 2A) é monocaule (solitário). As folhas são compostas com pinas pêndulas ou planas e as raízes visíveis em forma de cone, com ou sem pneumatóforos (Henderson; Galeano, 1996; Lorenzi et al., 2004). A fase reprodutiva é caracterizada pelo surgimento do ramo florífero, embaixo da bainha foliar, que se expõe com a queda da folha; o ramo é formado por duas brácteas de tamanho e formato distintos, denominadas de espatela e espata, sendo fusiformes, coriáceas e que envolvem a inflorescência.

A inflorescência é do tipo espádice, constituída por um pedúnculo curto, uma raque central na qual estão inseridas dezenas de ráquulas de primeira ordem e nelas milhares de flores unissexuais, sésses, de colorações violáceas e dispostas em espiral (Figura 1B), com as masculinas apresentando pistilódio (pistilo não funcional). As flores estão distribuídas nas ráquulas em tríade, com duas flores masculinas e uma feminina, de modo que, na parte final das ráquulas, frequentemente, há apenas flores masculinas (Oliveira, 2002). Em *E. precatoria*, as inflorescências têm a mesma composição (Figura 2B), porém são geralmente maiores, possuem mais ráquulas, sendo essas mais grossas, além de terem mais flores masculinas e femininas (Kuchmeister et al., 1997).

A infrutescência, denominada de cacho, possui centenas a milhares de frutos. O fruto é uma drupa globosa com leve depressão, liso, com epicarpo negro-purpúreo, negro ou verde quando maduro, de peso e diâmetros variáveis, nas respectivas espécies (Figuras 1C e 2C). A semente possui um envoltório fibroso, endocarpo duro, com endosperma abundante, ruminado ou homogêneo e eixo embrionário diminuto (Henderson; Galeano, 1996; Lorenzi et al., 2004).

Foto: Socorro Padilha



Figura 1. Aspecto geral da planta (A), inflorescência (B) e cacho (C) de *E. oleracea*.

Foto: Socorro Padilha



Figura 2. Aspecto geral da planta (A), inflorescência (B) e cacho (C) de *E. precatória*.

Informações sobre a biologia reprodutiva

As espécies do gênero *Euterpe* se reproduzem naturalmente de forma sexuada, ou seja, por sementes. Mas, *E. oleracea* pode se reproduzir vegetativamente, por meio de perfilhos (Nascimento et al., 2011), uma vez que seu caule é predominantemente em touceiras. O processo por via sexuada é prático, rápido e eficiente, pelo fato de uma planta produzir grande quantidade de sementes por safra, com mais de 6 mil sementes, além de a germinação ser alta e em curto período, frequentemente acima de 90%, e entre 15 e 40 dias da semeadura, se obtidas de frutos recém-colhidos (Rocha; Viana, 2004).

As duas espécies apresentam flores masculinas e femininas na mesma inflorescência (Figura 3). Porém, ambas possuem dicogamia, uma estratégia que dificulta a autopolinização, pois condiciona a separação na maturação sexual das flores, ocorrendo nessas espécies a protandria, pois as flores masculinas entram em antese de forma gradativa (Figura 4), antes do período da antese das flores femininas (Oliveira, 2002). Contudo, a autopolinização pode ocorrer se houver coincidência entre as fases de floração de flores masculinas e femininas de diferentes inflorescências da mesma planta, como também entre estipes da mesma touceira.

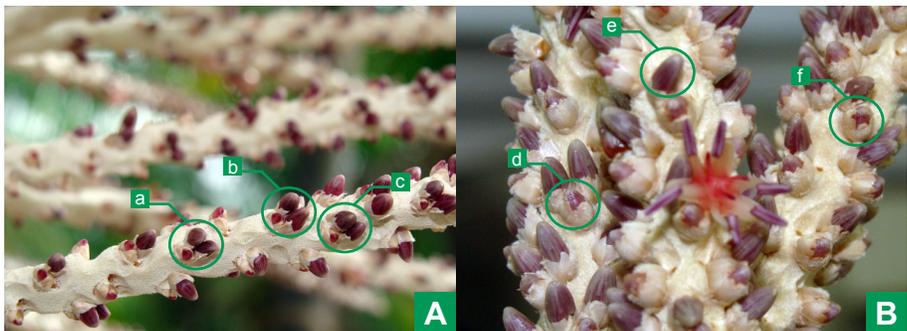


Foto: Socorro Padilha

Figura 3. Distribuição das tríades (a, d) das flores masculinas (b, e) e das femininas (c, f) na inflorescência de *E. oleracea* (A) e *E. precatória* (B).

O sistema reprodutivo dessas espécies é caracterizado como do tipo misto, uma vez que pode ocorrer tanto a autofecundação, quanto a fecundação cruzada em taxas intermediárias, frequentemente entre 10% e 90% (Shivanna; Tandon, 2014).

Foto: Socorro Padilha

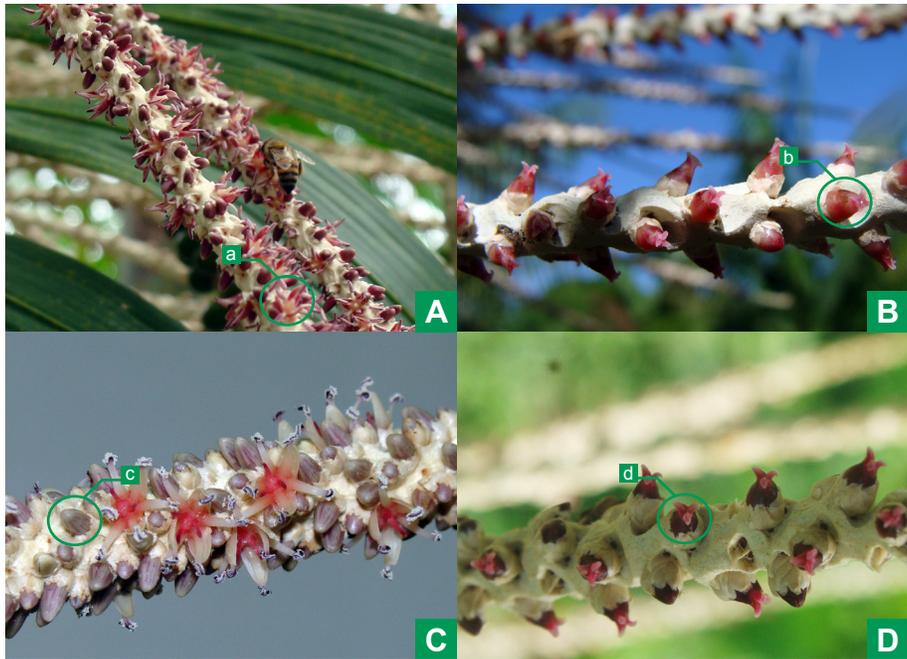


Figura 4. Detalhe da antese gradativa das flores masculinas (a, c) e das femininas (b, d) na inflorescência de *E. oleracea* (A) e *E. precatoria* (B)

Fenologia

As duas espécies apresentam picos de floração e frutificação em diferentes épocas do ano. *E. oleracea* floresce e frutifica o ano todo, mas tem pico de florescimento nos meses de janeiro a maio e de frutificação de agosto a dezembro (Figura 5), podendo variar com o local e o tipo (Oliveira, 2002). *E. precatoria* também pode apresentar floração e frutificação durante o ano, porém o pico da floração ocorre entre os meses de junho e julho e o da frutificação de fevereiro a maio, variando com o ambiente de ocorrência (Kuchmeister et al., 1997; Ferreira, 2005). No Pará, a floração dessa última espécie é mais intensa de setembro a novembro.



Figura 5. Meses de maior floração e frutificação em *E. oleracea* (a) e *E. precatoria* (b) em terra firme.

Biologia floral

E. oleracea inicia a fase reprodutiva por volta do terceiro ano de plantio, sendo *E. precatoria* mais tardia, entre o quinto e o sétimo ano.

Da queda da folha até a maturação da segunda espata e exposição da inflorescência são gastos por volta de 60 dias em *E. oleracea*, quando a espata atinge a coloração amarelo-queimado. A exposição da inflorescência se dá pelo rompimento de estrias longitudinais da espata, quase sempre pela manhã. Porém pode ocorrer pela parte da tarde, com a mudança brusca de temperatura. Em *E. precatoria* esse mesmo evento tem duração de mais de 60 dias.

Nas inflorescências dessas duas espécies, a sucessão dos eventos de floração é lenta e gradativa, sendo denominada de fases (Figura 6), com as anteses se iniciando sempre do ápice para a base das ráquias. A fase masculina é a primeira a ocorrer, começa no mesmo dia da exposição da inflorescência, é longa e tem duração aproximada de 15 dias em *E. oleracea* e 17 dias em *E. precatoria*. Em seguida, há um período de latência sem a ocorrência de anteses, chamado de intervalo, o qual é curto em *E. oleracea* (1 a 2 dias) e mais acentuado em *E. precatoria* (5 a 6 dias). A fase feminina vem logo em seguida, com duração de 7 a 9 dias em *E. oleracea* e 7 dias em *E. precatoria*. No geral, o tempo médio gasto na sucessão desses eventos é de 26 dias em *E. oleracea* e 30 dias em *E. precatoria* (Kuchmeister et al., 1997; Oliveira,

2002). Ressalta-se que a duração de cada fase, nessas espécies, pode variar com o tamanho da inflorescência, com a quantidade de flores unissexuais existentes e com a época do ano (inverno ou verão amazônico), podendo ocorrer redução ou aumento e inclusive pequena sobreposição entre as fases em vez de intervalo, principalmente em *E. oleracea* (Oliveira, 2002).

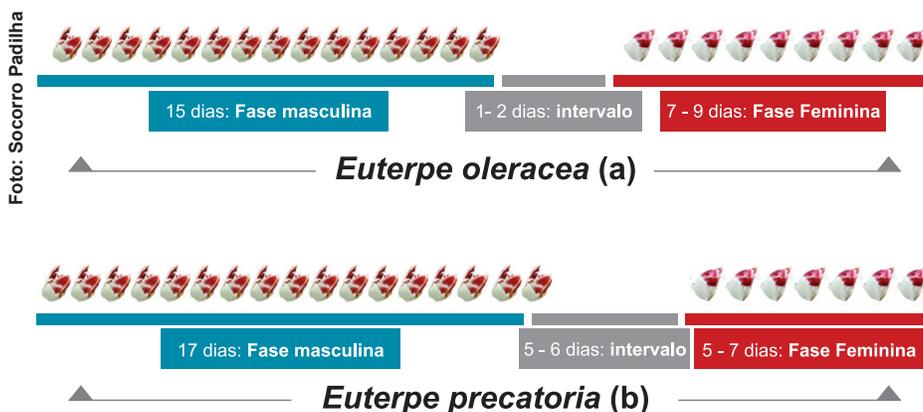


Figura 6. Sucessão dos eventos de floração, em dias, em inflorescência de *E. oleracea* (a) e *E. precatoria* (b).

Grande parte das flores masculinas se abre entre o 1º e o 5º dia da floração em *E. oleracea* e no 9º dia em *E. precatoria*. A antese dessas flores é diurna e se inicia por volta das 8h30, com o afastamento das pétalas e exposição lenta das anteras; próximo das 10h30 estão totalmente abertas, com os estigmas inclinados e as anteras iniciando a deiscência; o período de maior disponibilidade de pólen se dá das 11h00 às 12h30 e, por volta das 13h30, as flores que se abriram senescem e se soltam das ráquulas, com a estimativa de 5 a 6 horas de vida útil de cada flor (Kuchmeister et al., 1997; Oliveira, 2002).

O maior número de flores femininas entra em antese do 2º ao 4º dia da fase feminina, correspondendo ao 19º, 20º, 21º e 22º dias da floração total em *E. oleracea*. Nessas espécies, a antese é diurna entre 6h e 8h, sendo marcada pelo desenvolvimento do estigma, que fica exposto com papilas esbranquiçadas, depois de 22 horas se tornam brilhosas e com néctar e após 48 horas as papilas secam e começam a escurecer (Kuchmeister et al., 1997; Oliveira, 2002).

As recompensas florais oferecidas pelas flores dessas duas espécies são pólen em abundância, néctar e um suave odor presente nas flores masculinas e femininas, similar ao do refresco de açaí. A viabilidade polínica das flores abertas e dos botões florais é alta, acima de 90% (Kuchmeister et al., 1997; Oliveira, 2002).

O tempo gasto da fecundação das flores à maturação dos frutos é de, aproximadamente, 6 meses em *E. oleracea* (Oliveira et al., 2015) e 7 a 8 meses em *E. precatória* (Rocha; Viana, 2004).

Insetos visitantes e polinizadores

Nas inflorescências dessas espécies, existem milhares de flores unissexuais, sendo mais da metade masculina e que atraem inúmeros insetos, especialmente as abelhas, muitos dos quais são necessários à polinização (Kuchmeister et al., 1997; Oliveira, 2002; Venturieri et al., 2014). Estudos recentes indicam alta diversidade de insetos visitantes das inflorescências de *E. oleracea*, com mais de 200 taxa, sendo 102 presentes nas fases masculina e feminina (Campbell et al., 2018).

Os visitantes florais de *E. oleracea* são insetos das ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Heteroptera e Lepidoptera, entre outros (Oliveira, 2002; Venturieri et al., 2014). Os Himenópteros são mais abundantes, especialmente os da família Apidae, com destaque para as espécies de *Trigona* spp., cujos registros alcançam mais de 345 e 230 insetos nas fases masculina e feminina, respectivamente. Esses insetos chegam às inflorescências por volta das 8h30, visitam as flores abertas e coletam pólen das 9h30 às 12h30. Os coleópteros também ocorrem com certa frequência, com destaque para os curculionídeos, principalmente nas flores masculinas.

Estudos destacam as abelhas como os principais polinizadores das espécies do gênero *Euterpe* (Figura 7). No caso de *E. oleracea*, os Apoidea do gênero *Partamona*, *Trigona* e *Augochlropsis* são sugeridos como polinizadores potenciais, sendo outros Apoidea, Diptero e Vespidae considerados como polinizadores suplementares ou eventuais, conforme Venturieri et al. (2014). Nessa espécie, outros insetos são relacionados como frequentes, como os do gênero *Trigona*, *Partamona*, *Plebeia*, *Scaptotrigona* (Meliponini),

Augochloropsis (Halictidae), além de *Apis mellifera* (abelha exótica), moscas (famílias Syrphidae e Sarcophagidae) e vespas (Campbell et al., 2018). Já em *E. precatória*, as abelhas Halictidae são indicadas como polinizadores (Kuchmeister et al., 1997).



Figura 7. Abelha (*Apis mellifera*) em flores masculinas: *E. oleracea* (A), *E. precatória* (B).

De um modo geral, pode-se considerar que as características florais dessas espécies favorecem a polinização entomófila e, em alguns casos, a anemofilia (Kuchmeister et al., 1997; Oliveira, 2002; Venturieri et al., 2014). Porém, a espécie é generalista e não tem relação fixa ou especializada com nenhum inseto. Há indícios de que, mais de cem espécies podem ser relacionadas como polinizadoras de *E. oleracea* (Campbell et al., 2018).

Etapas para a obtenção do pólen

O pólen é material fundamental no processo da polinização. Assim, quando se deseja realizar cruzamentos controlados, a obtenção, o controle e o armazenamento do pólen são essenciais, por permitir a disponibilidade de pólen de todos os genótipos desejáveis nos cruzamentos (Nascimento, 2015).

O desenvolvimento biológico dos grãos de pólen pode ser utilizado tanto na biologia reprodutiva, quanto no melhoramento genético de determinada espécie e de espécies afins, permitindo sucesso nos cruzamentos e, principalmente, viabilizando cruzamentos em casos da ocorrência de assincronia floral entre os progenitores (Almeida et al., 2004; Einhardt et al., 2006). As informações

sobre métodos adequados para obtenção e manutenção de grãos de pólen viáveis são de extrema importância.

A técnica para a obtenção e armazenamento de pólen do açazeiro (*E. oleracea*) desenvolvida por Oliveira e Ribeiro (1998a) foi testada com sucesso em *E. precatoria*, com vista a auxiliar nas etapas do melhoramento genético dessas espécies que envolvam cruzamento controlado. Porém, é de suma importância para a verificação da taxa de viabilidade do pólen, bem como requer alguns cuidados durante o processo de obtenção e polinização. As etapas são descritas a seguir.

Seleção da planta

Para dar início à obtenção do pólen, deve-se fazer, primeiramente, a seleção da planta e, depois, a escolha da inflorescência. A planta fornecedora de pólen deve apresentar características desejáveis a um determinado mercado. Por exemplo, ao mercado de frutos (Figura 8) deve possuir cachos grandes e bem formados, frutos pequenos (< 1 g), alto rendimento de frutos por cacho e da parte comestível por fruto, coloração violácea, entre outras (Oliveira, 1999).



Foto: Socorro Padilha

Figura 8. Plantas de *E. oleracea* (A) e *E. precatoria* (B) desejáveis ao mercado de frutos.

Escolha da inflorescência

Após a seleção das plantas, devem-se coletar, primeiramente, amostras de flores recém-abertas e de botões florais em pré-antese de inflorescências recém-abertas para a realização do teste de viabilidade polínica (Oliveira et al., 2001). Na otimização da técnica, as viabilidades obtidas, em botões florais e flores, com base na solução de Baker, foram de 84,3% e 90% para *E. oleracea* (Andrade; Oliveira, 2012a) e 79,8% e 89% para *E. precatória* (Andrade; Oliveira, 2012a, 2012b).

Coletar a inflorescência dessas espécies quando ainda estiver encoberta pela segunda espata e esta apresentar coloração de dourada a marrom (Figura 9A, B), estando próxima da abertura. A inflorescência deve estar em perfeito estado, sem furos ou manchas. Em alguns casos, pode-se utilizar inflorescência recém-aberta (Figura 9C, D).

Fotos: Socorro Padilha



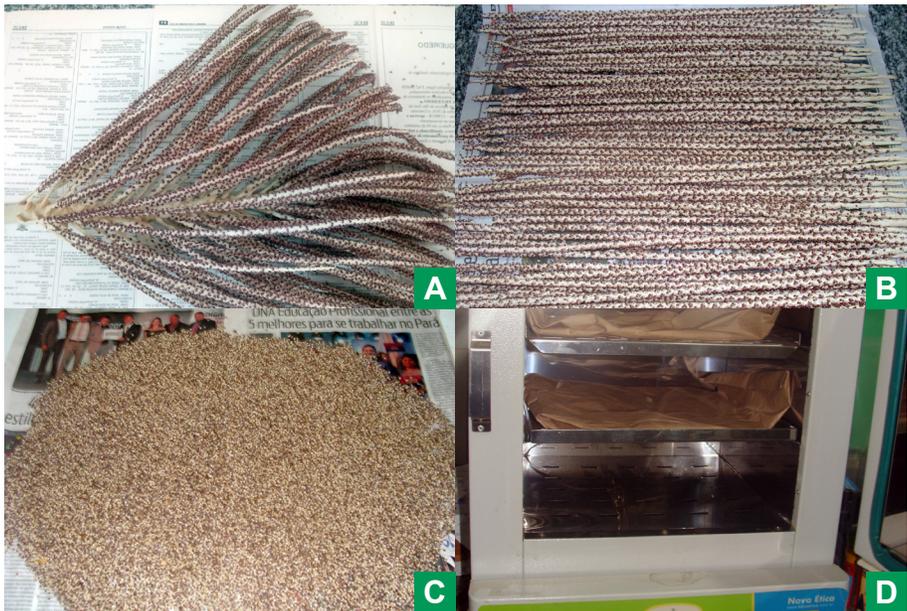
Figura 9. Estágios para a coleta da bráctea (A, C) e da inflorescência (B, D) em *E. oleracea* e *E. precatória*, respectivamente, para a obtenção de pólen.

Coleta da inflorescência

Com o auxílio de uma faca ou canivete, deve-se cortar a bráctea próxima da maturação ou a inflorescência recém-aberta próximo ao pedúnculo, ponto de inserção no estipe. Após a coleta, identificar, colocar em um saco de polipropileno e levar ao laboratório para o procedimento de obtenção do pólen.

Obtenção do pólen

No laboratório, retirar a espata do saco e abrir com um canivete para expor a inflorescência (Figuras 10A e 11A). Em seguida, cortar todas as ráquulas da raque, espalhá-las uniformemente sobre uma folha de jornal (Figuras 10B e 11B) e colocar para secar, em local fresco e seco, em temperatura ambiente, por 24 horas. Passado esse período, todos os botões florais masculinos se encontram destacados das ráquulas (Figuras 10C e 11C), distribuí-los em camadas finas e uniformes dentro de sacos de papel de 2 kg, identificando-os e levando-os para secar em estufa com $\pm 35\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 24 horas (Figuras 10D e 11D).



Fotos: Socorro Padilha

Figura 10. Inflorescência exposta (A), ráquulas secando (B), botões masculinos destacados das ráquulas (C), sacos de papel com botões masculinos secando em estufa de *E. oleracea* para a obtenção de pólen (D).



Figura 11. Inflorescência exposta (A), ráquias secando (B), botões masculinos destacados das ráquias (C), sacos de papel com botões masculinos secando em estufa de *E. precatória* para a obtenção de pólen (D).

Os botões florais devem ser retirados da estufa e macerados com o auxílio de um rolo semelhante ao de pastel (Figuras 12A e 13A), dentro do próprio saco. Após a maceração peneirar a mistura (restos florais + pólen) em peneira com malha de $0,105 \mu\text{m}$ e, em seguida, repassar em outra de malha menor de $0,380 \mu\text{m}$, com o auxílio de um pincel (Figuras 12C, D, E e 13C, D, E), tendo o cuidado de retirar toda a impureza. O pólen obtido deve ser guardado em recipiente hermético, podendo ser usados frascos de ampola de anestesia odontológica ou tubos de plástico estéril (Figuras 12F e 13F).



Fotos: Socorro Padilha

Figura 12. Maceração dos botões florais masculinos secos (A), local do manuseio (B), peneiras para separar o pólen dos resíduos florais (C, D, E) e recipientes para o acondicionamento do pólen (F) de *E. oleracea*.

Fotos: Socorro Padilha



Figura 13. Maceração dos botões florais masculinos secos (A), local de manuseio (B) peneiras para separar o pólen dos resíduos florais (C, D, E), recipientes para o acondicionamento do pólen (F) de *E. precatória*.

Outra forma testada foi cortando as ráquulas de inflorescência recém-aberta, em que grande parte dos botões florais masculinos está em pré-antese e imediatamente colocando as bases das ráquulas imersas em recipiente com água e o restante disposto para fora do recipiente, sendo o local forrado com papel preto para facilitar a coleta do pólen (Figura 14). Os pólenes devem ser coletados 24 horas após, com o auxílio de um pincel. Para a retirada das impurezas, os pólenes obtidos devem ser peneirados em peneira de malha de 0,380 μm . Em seguida, foi também colocado em recipiente hermético. Por esse processo há menor rendimento de pólen.



Foto: Socorro Padilha

Figura 14. Ráquulas imersas em recipiente com água para a obtenção de pólen.

Armazenamento do pólen

Antes das amostras de pólen serem armazenadas, deve-se realizar testes de viabilidade (Figura 15B) e germinação (Chia et al., 2009), preferencialmente no mesmo dia da obtenção. Após os testes, distribuir os recipientes plásticos com pólen dentro de caixas pequenas de isopor, colocando sílica gel, e armazená-las em freezer ou em local com baixa temperatura ($\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Nessas condições, os pólenes do açazeiro permanecem viáveis e germinam bem por até 12 meses (Oliveira et al., 2001).

Foto: Socorro Padilha

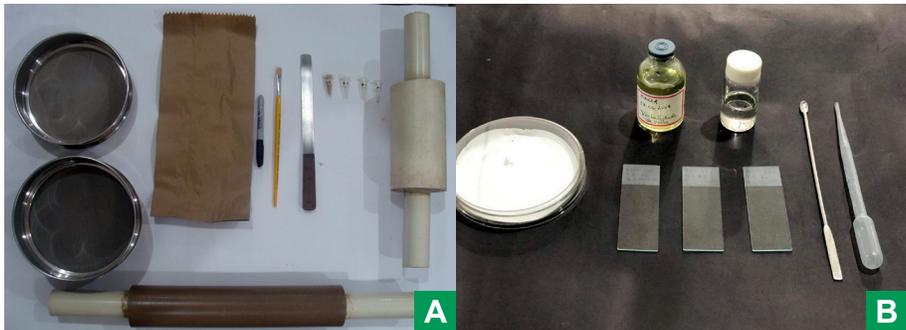


Figura 15. Materiais necessários para a obtenção (A) e viabilidade (B) de pólen.

A obtenção do pólen por esse processo possibilita a realização de testes de incompatibilidade, permite a polinização controlada entre indivíduos com assincronia de floração, facilita a autofecundação e, principalmente, viabiliza os cruzamentos intra e interespecíficos entre as espécies *E. oleracea* e *E. precatória*.

Etapas da polinização controlada

O aperfeiçoamento da polinização controlada entre essas duas espécies do gênero *Euterpe* foi feito com base na técnica de polinização controlada de *E. oleracea* desenvolvida por Oliveira e Ribeiro (1998b). O principal objetivo dessa técnica é contribuir para os avanços no programa de melhoramento genético dessas espécies, especialmente na obtenção de híbridos intra e interespecíficos. Neste último caso, uma estratégia adotada para se buscar complementaridade de características desejáveis, como, por exemplo, presença de poucos perfilhos, cachos mais pesados, maior rendimento de frutos por cacho, maior teor de polpa e de antocianina, produção centrada na entressafra, entre outras (Menezes; Oliveira, 2009b). Essa técnica vem sendo aplicada no programa de melhoramento do açazeiro da Embrapa Amazônia Oriental e, ao longo do tempo, passou por modificações para melhorar a sua eficiência.

Os processos de polinização e fertilização são afetados por vários fatores ambientais, apresentando um bom desenvolvimento na temperatura, em torno de 25,9 °C (Slavkovi'c et al., 2016). Logo, para que se tenha sucesso no processo de polinização dessas espécies, é necessário seguir as etapas aqui descritas.

Escolha da inflorescência

Nessas espécies, o sucesso da polinização controlada envolve também a escolha dos parentais e exige cuidados, devendo ser realizada em inflorescências de plantas de açazeiros que apresentem características desejáveis, por exemplo, ao mercado de frutos (emissão de mais de 16 cachos, cachos grandes, frutos pequenos e violáceos, altos rendimentos de frutos por cacho e da parte comestível por fruto). O melhor é escolher inflorescências de plantas selecionadas dentro de programas de melhoramento genético, seja para o cruzamento entre plantas da mesma espécie (*E. oleracea*) ou entre plantas de espécies diferentes (*E. oleracea* x *E. precatoria* ou vice-versa). Neste último caso para a avaliação do vigor híbrido.

Na planta receptora do pólen, não devem ser escolhidas as primeiras inflorescências emitidas, ou seja, aquelas do início da fase reprodutiva, pois quase sempre essas inflorescências possuem apenas flores masculinas. A inflorescência deve apresentar-se bem desenvolvida, coberta pela segunda bráctea e de cor dourada ou marrom, estando próxima à maturação e não possuir furos, manchas, nem ataque de insetos (Oliveira; Ribeiro, 1998b). Após a abertura da bráctea, conferir a existência de flores femininas, identificar a inflorescência e esperar uns dias para realizar a emasculação das flores masculinas. Apesar da emissão de brácteas em *E. oleracea* o ano inteiro, sugere-se o uso das inflorescências abertas na época do período chuvoso.

Emasculação da inflorescência da planta receptora do pólen

Embora as espécies de *Euterpe* apresentem protandria, que consiste no amadurecimento das flores masculinas antes das femininas, com a ocorrência de intervalo curto ou sobreposição de 1 dia entre as fases masculinas e femininas em *E. oleracea* (Oliveira, 2002) e intervalo de 4 dias em *E. precatoria*

(Kuchmeister et al., 1997), aconselha-se, para garantir a legitimidade do pólen, a realização da castração manual de todas as flores masculinas e/ou botões florais masculinos, tendo-se cuidado de não danificar as femininas, para que não diminua a eficiência da polinização e, por conseguinte, a produção de frutos.

O ciclo de floração de uma inflorescência dura por volta de 26 dias em *E. oleracea* (Oliveira, 2002) e 30 dias em *E. precatoria* (Kuchmeister et al., 1997). Logo após a abertura da bráctea e exposição da inflorescência, inicia-se o período de antese das flores masculinas, sendo gradativas com a abertura de certo número de flores masculinas por dia, gastando, em média, 15 dias em *E. oleracea* e 17 dias em *E. precatoria*. Assim, na otimização dessa metodologia, foram feitas várias tentativas para determinar qual o melhor período para realizar a emasculação (Menezes; Oliveira, 2009a, 2009b).

A emasculação feita no dia da exposição da inflorescência ou com poucos dias após é muito trabalhosa, demorando de 4 a 5 horas para finalizar, uma vez que a quantidade de flores masculinas quase sempre é o triplo das femininas e requer muita atenção para que não fique nenhuma flor masculina. Além disso, o manuseio intensivo na inflorescência pode ocasionar danos aos botões florais femininos, que nessa ocasião são bem pequenos, interferindo na taxa de fecundação.

O melhor período para emasculação da inflorescência de *E. oleracea* é 10 dias após a sua exposição para *E. oleracea*, sendo retiradas as flores e os poucos botões florais masculinos que ainda se encontram fixados (Figura 16A). Para *E. precatoria*, não há a necessidade de realizar esse processo, pois o intervalo entre as fases de floração masculina e feminina é longo, de aproximadamente 6 dias.

Isolamento da inflorescência da planta receptora de pólen

O isolamento da inflorescência é de suma importância, para evitar possível contaminação por polens indesejáveis (Mohammadi et al., 2017). Portanto, no mesmo dia da emasculação das flores masculinas, a inflorescência deve

ser isolada em sacola de tecido branco, com visor transparente ou não, para facilitar a visualização das flores, também de menor malha, de modo que impeça a entrada de insetos, seus principais polinizadores.

Outro item otimizado nessa técnica foi a sacola de isolamento, na qual foram testados vários tipos de tecidos (Brim, Tactel, Failet, Morim, Tule, Organza e Voil) para a proteção da inflorescência, todos da cor branca, com e sem visor de plástico e em diversas dimensões, de modo a se adequar ao tamanho da inflorescência (Figuras 16b). As sacolas feitas com tecido do tipo brim tiveram os piores resultados, especialmente quando apresentavam visor de plástico, pois ocasionaram um microclima de alta temperatura, ocasionando altos índices de perdas de flores femininas recém-fecundas.

Os melhores resultados foram com tecidos de organza e *voil mella*. Mas, em termos de custo-benefício, destacam-se as sacolas confeccionadas com *voil mella* liso e branco, que não necessita do visor de plástico (Figuras 16C), nas dimensões de 0,80 cm x 0,65 cm, ou no tamanho mais adequado à inflorescência, para permitir que as ráquulas fiquem expandidas. A sacola deve ter duas aberturas: uma grande para envolver por completo a inflorescência e outra pequena na parte de cima para facilitar a aplicação do pólen.

Antes da inflorescência, é necessário, primeiramente, fazer borrifações de ar para eliminar possíveis grãos de pólen presentes nas ráquulas e/ou sobre os botões florais femininos. Em seguida, deve-se envolver toda a inflorescência com a sacola de proteção, tomando o cuidado de fechar a menor abertura com fio de algodão e a maior com uma liga de borracha com ± 1 cm de largura, ficando bem aderido ao pedúnculo da inflorescência (Figuras 16D). Após o isolamento da inflorescência, sugere-se colocar um chumaço de algodão com qualquer inseticida próximo ao pedúnculo, para evitar a entrada de insetos.

Fotos: Socorro Padilha



Figura 16. Inflorescência de *E. oleracea* no ponto de emascação (A), exemplo de tecidos testados (B), sacola de isolamento com tecido do tipo “Voil Mella” (C) e detalhe do fechamento da sacola de isolamento (D).

Polinização controlada

A polinização consiste na deposição do pólen no estigma da flor. Por essa técnica, usa-se a mistura de pólen mais talco inerte levada de forma manual (Figura 17), na ocasião da antese das flores femininas, quando os estigmas ficam receptivos (Figuras 18A e 19A).



Foto: Socorro Padilha

Figura 17. Talco inerte, seringa e ampolas com pólen para uso na polinização manual em *E. oleracea* e *E. precatória*.

Como a antese das flores femininas também é gradativa, alcançando até 7 dias em *E. oleracea* e 5 dias em *E. precatoria*, deve-se fracionar a aplicação da mistura do pólen em, pelo menos, três vezes, para garantir maior taxa de fecundação das flores. O fracionamento de pólen tem sido feito com sucesso na polinização controlada do dendezeiro (Cunha et al., 2007) e da tamareira (Mohammadi et al., 2017).

Outro aperfeiçoamento da técnica foi em relação aos dias para a aplicação da mistura do pólen. Inicialmente, as polinizações eram feitas no 1º, 3º e 5º dia da fase feminina. Para aumentar a taxa de fecundação das flores, as pulverizações da mistura do pólen passaram a ser feitas no 2º, 3º e 4º dia da fase feminina, por coincidirem com o maior número de flores femininas em antese na inflorescência dessas espécies.

Nos dias das polinizações, deve-se primeiramente retirar o recipiente com pólen do local armazenado (-10 °C) e deixar em temperatura ambiente. Em seguida, preparar a mistura de pólen mais talco inerte, na proporção de 1:4 para pólen com viabilidade alta (>88%), a exemplo de 1,0 g de pólen para 4,0 g de talco. Aumentar a proporção de pólen, caso a viabilidade seja inferior a 50%.

A mistura deve ser colocada em seringa descartável com capacidade de 20 mL (Figuras 18B e 19B). Em seguida, deve ser levada até a inflorescência isolada e borrifada a nuvem de pólen+talco pela menor abertura da sacola, ou seja, pela parte de cima, para um melhor espalhamento do pólen (Figuras 18C e 19C).

Cada aplicação deve ocorrer sempre pela manhã, preferencialmente das 8h às 11h, pois entre 6h e 8h da manhã inicia a antese das flores femininas nessas espécies, com duração de 22 horas (Kuchmeister et al., 1997; Oliveira; Ribeiro, 1998b; Oliveira, 2002; Venturieri et al., 2014). Logo, há maior intensidade da recepção do pólen pelo estigma.

Fotos: Socorro Padilha



Figura 18. Inflorescência de *E. oleracea* com flores receptivas (A), inflorescência isolada com flores em antese e detalhe do aplicador (B), local de aplicação do pólen (C) e flores fecundadas (D).

Fotos: Socorro Padilha



Figura 19. Inflorescência de *E. precatória* com flores receptivas (A), inflorescência isolada com flores em antese e detalhe do aplicador (B), local de aplicação do pólen (C) e flores fecundadas (D).

Pegamento (fecundação)

Passados 7 dias da última polinização, deve-se remover a sacola de isolamento da inflorescência. Nesse momento, faz-se a verificação da fecundação das flores para a formação e desenvolvimento dos frutos, pois, a polinização ineficaz e/ou pólen incompatível com as flores femininas também podem ser as razões para diminuições severas na taxa de fecundação (Al-Khalifah; Askari, 2011).

As flores fecundadas apresentam estigmas escuros e desenvolvimento do ovário que passa de bege para esverdeado (Figuras 18D e 19D). Certificando-se dessas condições, deve-se identificar no pedúnculo da inflorescência o doador e o receptor do pólen, além da data da fecundação.

A colheita do cacho deverá ser feita aproximadamente 180 dias após a fecundação das flores, quando os frutos encontram-se maduros.

Ressalta-se que, nas polinizações feitas nos meses do período chuvoso (inverno amazônico), as taxas de fecundação das flores são maiores, se comparadas às dos meses mais secos (verão amazônico).

Eficiência das técnicas

A técnica de obtenção de pólen mostra-se viável, pois as taxas de viabilidades polínicas, após 30 dias de armazenamento, alcançam 79,6% (54,4% a 90,2%) em *E. oleracea* e 62,5% (46,3% a 83,6%) em *E. precatória*. Aos 12 meses de armazenamento, as taxas caem um pouco, sendo de 61,3% e 54,6% para *E. oleracea* e *E. precatória*, respectivamente. Mas, podem ser usados em polinizações controladas. Por essa metodologia, obtém-se, em média, quatro e cinco frascos de 2 mL de pólen por inflorescência de *E. oleracea* e *E. precatória*, respectivamente.

Na polinização controlada dessas espécies, deve-se emascular apenas as inflorescências de *E. oleracea*, por volta de 13 dias após a abertura da bráctea, reduzindo o trabalho do castrador e a perda de flores fecundadas.

O melhor tecido na confecção das sacolas de isolamento para essas duas espécie é o *voil mella* liso e branco, pois não necessita do visor de plástico.

Sacolas com esse tecido, se confeccionadas no tamanho da inflorescência, evitam em 100% a fecundação por pólen estranho ou indesejável.

Essas técnicas permitem a conservação de pólen por até 12 meses e viabilizam cruzamentos controlados entre plantas com assincronia de floração em programas de melhoramento de *E. oleracea* e *E. precatoria*. O uso de pólen armazenado de viabilidade alta e compatível favorece a obtenção de taxa de fecundação de mais de 60%, especialmente se forem realizados no período chuvoso. Apesar de serem trabalhosas, têm se mostrado eficientes na obtenção de híbridos (intra e interespecíficos) dessas espécies.

Considerações finais

As alterações realizadas nas técnicas de obtenção de pólen e de polinização controlada do açaizeiro (*E. oleracea*) mostraram-se eficientes, tanto que foram aplicadas com sucesso em *E. precatoria*. Acredita-se que podem ser aplicadas também em outras espécies do gênero *Euterpe*.

Essas técnicas podem ocasionar avanços consideráveis no programa de melhoramento genético dessas espécies, seja na realização de cruzamentos intraespecíficos, nos ciclos de seleção recorrente para aumentar a variabilidade genética, seja nos cruzamentos interespecíficos, para a exploração da heterose.

Referências

- AL-KHALIFAH, N. S.; ASKARI, E. Growth abnormalities associated with micropropagation of date palm. In: JAIN, S. M.; AL-KHAYRI, J. M.; JOHNSON, D. V. (Ed.). **Date Palm Biotechnology**. [Berlim]: Springer Netherlands, 2011. p. 205-220.
- ALMEIDA, O. S.; SILVA, H. A. B.; SILVA, A. B.; SILVA, A. B. da; AMARAL, C. L. F. Estudo da biologia floral e mecanismos reprodutivos do alfavacão (*Ocimum officinalis* L.) visando o melhoramento genético. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 3, p. 343-348, 2004.
- ANDRADE, P. C.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. Viabilidade de grãos de pólen conservados *in vitro* em duas espécies do gênero *Euterpe*. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA, 16., 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012a.
- ANDRADE, P. C.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. Viabilidade de pólen em germoplasma de *Euterpe precatoria* Mart. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012b.

- ANSELMINI, J. I.; ZANETTE, F. Polinização controlada em *Araucaria angustifolia*. **Revista Cerne**, v. 18, n. 2, p. 247-255, 2012.
- CAMPBELL, A. J.; CARVALHEIRO, L. G.; MAUES, M. M.; JAFFÉ, R.; GIANNINI, T. C.; FREITAS, M. A. B.; COELHO, B. W. T.; MENEZES, C. Anthropogenic disturbance of tropical forests threatens pollination services to açai palm in the Amazon river delta. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 4, p. 1725-1736, July 2018.
- CHIA, G. S.; LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; ROCHA, R. N. C. Germinação *in vitro* de pólen de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1569-1571, 2009.
- CLASSEN, A.; PETERS, M. K.; FERGER, S. W.; HELBIG-BONITZ, M.; SCHMACK, J. M.; MAASSEN, G.; SCHLEUNING, M.; KALKO, E. K. V.; BÖHNING-GAESE, K.; STEFFAN-DEWENTER, I. Complementary ecosystem services provided by pest predators and pollinators increase quantity and quality of coffee yields. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1779, 20133148, 2014.
- CUNHA, R. N. V.; LOPES, R.; DANTAS, J. C. R.; ROCHA, R. N. C. **Procedimentos para produção de sementes comerciais de dendezeiro na Embrapa Amazônia Ocidental**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 33 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 54).
- EINHARDT, P. M.; CORREA, E. R.; RASEIRA, M. C. Comparação entre métodos para testar a viabilidade de pólen de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 5-7, 2006.
- FARIAS NETO, J. T. de. **BRS Pai d' Égua: Cultivar de açai para terra firme com suplementação hídrica**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 7 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 317).
- FERREIRA, E. Açai solteiro. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas úteis na vida Amazônica**. Belém, PA: CIFOR: Imazon, 2005. p. 171-180.
- HENDERSON, A.; GALEANO, G. **Euterpe, Prestoea, and Neonicholsonia (Palmae)**. Bronx: The New York Botanical Garden, 1996. 89 p. (Flora Neotropica Monograph, 72).
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2017**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- KUCHMEISTER, H.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe pectorata* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. **Plant systematics and evolution**, v. 206, n. 1-4, p. 71-97, 1997.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; COSTA, J. T. de M.; CERQUEIRA, L. S. C. de; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Plantarum, 2004. 432 p.
- MENEZES, R. O.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. Estudos preliminares para obtenção de híbridos intraespecíficos de açazeiro (*Euterpe oleracea*). 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, 2009a.

MENEZES, R.O.; OLIVEIRA, M. do S. P. de. 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, 2009b.

MOHAMMADI, N.; RASTGOOA, S.; IZADIB, M. The strong effect of pollen source and pollination time on fruit set and the yield of tissue culture-derived date palm (*Phoenix dactylifera* L.) trees cv. Barhee. **Scientia Horticulturae**, v. 224, p. 343-350, 2017.

NASCIMENTO, H. R. do. **Viabilidade polínica e polinização controlada em macaúba (*Acrocomia aculeata*)**. 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

NASCIMENTO, W. M. O. do; CARVALHO, J. E. U. de; OLIVEIRA, M. do S. P. de. **Produção de mudas de açaizeiro a partir de perfilhos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 231).

OLIVEIRA, M. do S. P. de. Açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). In: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia Oriental**. Belém, PA, 1999. p. 4-24. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 16).

OLIVEIRA, M. do S. P. de. **Biologia floral do açaizeiro em Belém, PA**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 26 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 8).

OLIVEIRA, M. do S. P. de; FARIAS NETO, J. T. **Cultivar BRS-Pará**: açaizeiro para produção de frutos em terra firme. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 114).

OLIVEIRA, M. do S. P. de; RIBEIRO, E. da R. **Obtenção e armazenamento de pólen de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1998a. Folder.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; RIBEIRO, E. da R. **Polinização controlada no açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1998b. Folder.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; MAUÉS, M. M.; KALUME, M. A. A. Viabilidade de pólen *in vivo* e *in vitro* em genótipos de açaizeiro. **Acta Botânica Brasilica**, v. 15, n. 1, p. 27-33, 2001.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; FARIAS NETO, J. T. de; MOCHIUTTI, S.; NASCIMENTO, W. M. O. do; MATTIETTO, R. de A.; PEREIRA, J. E. S. Açaí-do-pará. In: LOPES, R.; OLIVEIRA, M. do S. P. de; CAVALLARI, M. M.; BARBIERI, R. L.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. H. da (Ed.). **Palmeiras Nativas do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 2, p. 35-81.

ROCHA, E.; VIANA, V. M. Manejo de *Euterpe precatoria* Mart. (Açaí) no Seringal Caquetá, Acre, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 59-69, jun. 2004.

SANTANA, A. C. de; CARVALHO, D. F.; MENDES, F. A. T. **Análise sistêmica da fruticultura paraense**: organização, mercado e competitividade empresarial. Belém, PA: Banco da Amazônia, 2008. 255 p.

SHIVANNA, K. R.; TANDON, R. **Reproductive ecology of flowering plants**: a manual. London: Springer, 2014. 178 p.

SLAVKOVIĆ, F.; GREENBERG, A.; SADOWSKY, A.; ZEMACHA, H.; ISH-SHALOMA, M.; KAMENETSKAYA, R.; COHENA, Y. Effects of applying variable temperature conditions around inflorescences on fertilization and fruit set in date palms. **Scientia Horticulturae**, v. 202, p. 83-90, 2016.

VENTURIERI, G. C.; SOUZA, M. S. de; CARVALHO, J. E. U. de; NOGUEIRA, O. L. Plano de manejo para os polinizadores do açazeiro *Euterpe oleracea* (Arecaceae). In: YAMAMOTO, M.; OLIVEIRA, P. E.; GAGLIANONE, M. C. (Ed.). **Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados**: plano de manejo. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2014. p. 97-129.



Amazônia Oriental