

CAPÍTULO 14

POLINIZAÇÃO E MANEJO DE POLINIZADORES

*Márcia Motta Maués
Alistair John Campbell
Felipe Deodato da Silva e Silva
Kamila Leão Leão
Cristiano Menezes*



Introdução

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia, encontrada em abundância nas várzeas do estuário amazônico, com alto valor ecológico, cultural e socioeconômico para a região, muitas vezes sendo a principal fonte de renda e segurança alimentar das populações tradicionais (Anderson et al., 1985; Jardim, 2002; Lopes; Santana, 2005; Brondízio, 2018). Trata-se de uma planta predominantemente alógama, ou seja, dependente da polinização cruzada, que possui uma característica que a distingue das outras espécies do gênero *Euterpe*, o perfilhamento na base do estipe principal, formando touceiras (Jardim, 2002; Oliveira et al., 2017).

Desde os anos 1990, despontou como um dos mais rentáveis produtos agrícolas da bioeconomia amazônica (Oliveira et al., 2017; Tavares et al., 2022). O lançamento de duas cultivares pela Embrapa Amazônia Oriental, BRS Pará (Oliveira; Farias Neto, 2004) e BRS Pai d'Égua (Farias Neto, 2019), veio suprir a demanda crescente no mercado interno e externo, impulsionando o cultivo dessa palmeira (Lima, 2023), com aumento de 675% da área plantada em terra firme (Manejo [...], 2022).

Pesquisas realizadas pela Embrapa revelaram a megadiversidade de insetos envolvidos no processo de polinização do açazeiro (Oliveira, 2002; Venturieri et al., 2006; Campbell et al., 2018, 2022, 2023; Bezerra et al., 2020), mostrando que diversos grupos taxonômicos de insetos visitam as flores dessa palmeira, tanto nas áreas de ocorrência natural (várzeas) quanto nas áreas de cultivo (terra firme), permitindo delinear as bases de um programa de manejo de polinizadores.

Os primeiros estudos nesse sentido foram iniciados em 2004, por meio do programa de manejo dos polinizadores autóctones do açazeiro, utilizando duas espécies de abelhas-sem-ferrão (Apidae, Meliponini), a uruçucinzenta (*Melipona fasciculata*) e a uruçuc-amarela (*M. flavolineata*). Porém, essas abelhas não se revelaram eficientes no incremento da polinização (Venturieri et al., 2006, 2014). Mais

recentemente, Muto et al. (2020) e Campbell et al. (2023) avançaram no manejo da abelha-canudo (*Scaptotrigona* aff. *postica*), uma espécie com resultados mais promissores para o incremento da produtividade do açazeiro.

Estudos mais recentes demonstraram que o manejo intensivo dos habitats das várzeas, juntamente com as perdas de espécies florestais em um cenário mais amplo, tem impactos negativos sobre a biodiversidade, incluindo os insetos polinizadores, podendo afetar negativamente a produção agrícola (Moegenburg; Levey, 2002; Freitas et al., 2015; Campbell et al., 2018). Como o açaí é altamente dependente da polinização entomófila para a formação de frutos (Campbell et al., 2018), existe uma necessidade urgente de desenvolver estratégias de manejo que salvaguardem os serviços de polinização e o rendimento de frutos para proteger os meios de subsistência rural na região do estuário do Amazonas.

Estimativas baseadas na taxa de dependência da polinização biótica nas culturas agrícolas existentes no Brasil indicam que o valor monetário do serviço de polinização agrícola gira em torno de R\$ 42 bilhões por ano (Giannini, 2015a). A cultura da soja é responsável por 46% da área cultivada no País, cujo valor econômico da polinização equivale a R\$ 32 bilhões e o açaí responde por pouco mais de US\$ 730 milhões. No mundo, esse valor é estimado em cerca de US\$577 bilhões ao ano (Wolowski et al., 2019).

No que se refere à importância dos polinizadores, sabemos que:

- Melhoram a produtividade das lavouras, a qualidade, o tempo de prateleira, o sabor, a aparência e o valor de mercado dos frutos.
- São fundamentais para a agricultura, conservação ambiental e restauração de áreas naturais.
- Fazem parte de uma relação de ganha-ganha, na qual todos são beneficiados: o produtor, o consumidor e o meio ambiente.

Dessa forma, busca-se aprofundar os conhecimentos sobre os insetos que polinizam efetivamente o açaizeiro nas áreas nativas e cultivadas, os fatores que podem afetar negativamente a presença desses insetos nos plantios e a oferta do serviço ecossistêmico da polinização, bem como as medidas que podem ser tomadas para conservar os polinizadores nas áreas agrícolas e os procedimentos para manejar os polinizadores visando aumentar a produção de frutos do açaizeiro.

Biologia floral

O açaizeiro é uma planta monoica, uma vez que apresenta dois tipos de flores unissexuadas, nas quais os órgãos sexuais ocorrem de forma separada: a masculina (estaminada) e a feminina (pistilada) na mesma planta (Figura 14.1). A diferença entre as flores estaminadas e as pistiladas fica bastante evidente no açaizeiro quando se observa as flores em plena antese (Figura 14.2), pois as flores masculinas contêm um conjunto de seis estames (formado pelas anteras e filetes), em média, e um pequeno pistilódio no centro (pistilo rudimentar não funcional) e ofertam o pólen, necessário para a polinização e fertilização dos óvulos. Já as flores femininas apresentam um estigma dividido em três lobos, e são visivelmente menos perceptíveis (menores) que as flores masculinas (Oliveira, 2002).

Fotos: Cristiano Menezes



Figura 14.1. Flor masculina (A) e feminina (B) do açaizeiro (*Euterpe oleracea*).

Foto: Alistair Campbell



Figura 14.2. Inflorescência do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) na fase feminina.

A inflorescência possui um eixo central (ráquis) e diversas ráquulas que se inserem na ráquis, onde emergem os botões florais e, consequentemente, as flores, organizadas em tríades, sendo duas masculinas para uma feminina e, às vezes, um pouco mais. Isto significa que existem de duas a três vezes mais flores masculinas do que femininas em uma inflorescência (Oliveira, 2002). Em média, 18,5 mil flores masculinas abrem durante 10 a 14 dias, seguido por um período neutro, com duração de 1 a 3 dias e só após surgem entre 5 e 7 mil flores femininas (Figura 14.2), por um período de 5 a 7 dias (Oliveira, 2002).

O infográfico a seguir representa o esquema completo da fenologia de uma inflorescência do açaizeiro (Figura 14.3). Quando ainda está fechada, a inflorescência é recoberta por brácteas esverdeadas (costumeiramente chamadas de facões pelos produtores) por cerca de 2 meses e estas, quando estão próximas da abertura da inflorescência, vão assumindo uma tonalidade amarela-queimada, quase dourada. Assim que as espatas se afastam, o eixo central, com raque e ráquulas, começa a ficar exposto e a abertura das flores masculinas é iniciada.

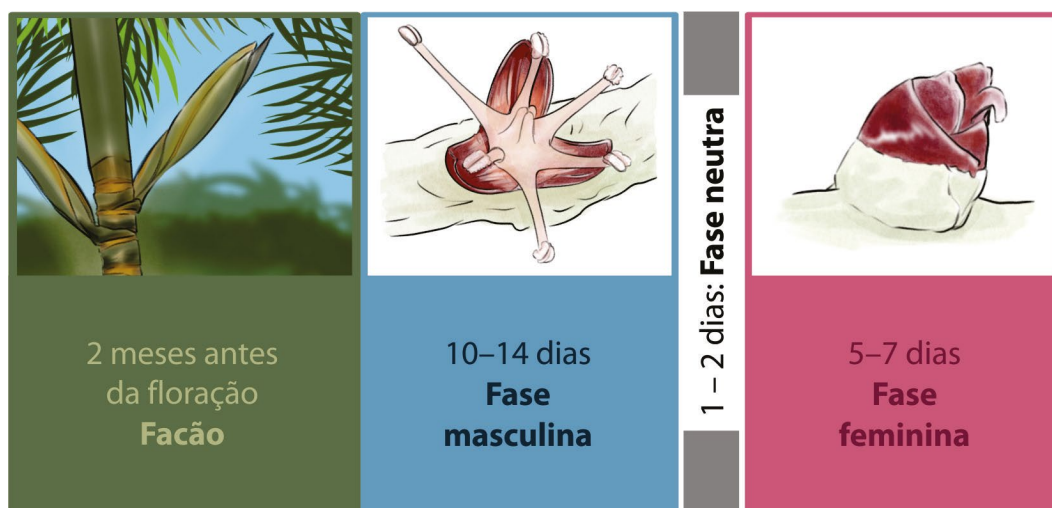


Figura 14.3. Fases fenológicas da inflorescência e flores masculinas e femininas do açaizeiro (*Euterpe oleracea*).

Ilustração: Vitor Lôbo

É importante destacar que a sequência fenológica da abertura das flores masculinas, intervalo neutro e flores femininas acontece na mesma inflorescência, ao longo de 3 semanas. À primeira vista, ao se observar uma palmeira de açaí no campo, é comum encontrar inflorescências contendo apenas flores na fase masculina ou na fase feminina. Isto ocorre porque, dentro de uma mesma inflorescência, os dois tipos de flores não abrem simultaneamente. Essa característica pode levar à interpretação equivocada de que algumas plantas produzem apenas flores masculinas e outras apenas femininas. No entanto, trata-se apenas de uma espécie andrógina, cuja inflorescência apresenta dicogamia temporal, que é um descompasso temporal na abertura das flores masculinas e femininas, mecanismo que reduz a autopolinização e favorece a polinização cruzada.

Para atrair os visitantes florais, as flores se valem de mecanismos e recompensas por meio de atrativos visuais (cor, forma) e olfativos (aroma) e recursos florais (pólen, néctar, resina, óleo), e esses insetos, ao visitarem as flores, realizam sem saber a polinização e ganham recompensas (Agostini et al., 2014).

No caso do açaizeiro, as recompensas florais são o pólen (recurso abundante nas flores masculinas) e o néctar (recurso presente tanto nas flores masculinas quanto nas femininas).

Polinização e biologia reprodutiva

Em um contexto mais amplo, a polinização é um serviço ecossistêmico de provisão, regulação e cultural (Potts et al., 2016), mas, quando se fala do ato da polinização em si, pode-se definir como a transferência do pólen contido nas anteras (estrutura reprodutiva masculina) para o estigma (estrutura reprodutiva feminina) da flor (Embrapa, 2022). Em algumas plantas, esse processo pode ser realizado por autopolinização, já em outras são necessários agentes para realizar a polinização, que podem ser o vento, a água (agentes abióticos) ou os animais (agentes bióticos).

No caso de plantas que não dependem de polinização cruzada, basta que haja a deposição automática sem interferência de um polinizador para que ocorra a formação de frutos (Malagodi-Braga et al., 2024).

Todavia, para a grande maioria das plantas tropicais que dependem da polinização cruzada por serem alógamas, com barreiras genéticas que impedem a autofecundação, é fundamental que haja o agente para transferir o pólen da flor de uma planta para a flor de outra planta da mesma espécie. Resumidamente, o pólen, depositado no estigma da flor, reconhecido e sem barreiras para a fecundação, germina e fertiliza os óvulos que estão no ovário, gerando frutos e sementes (Oliveira; Maruyama, 2014).

O açaizeiro é uma planta predominantemente alógama, depende da polinização cruzada, pois existem barreiras genéticas e funcionais que limitam a sua autofecundação (Venturieri et al., 2006; Campbell et al., 2018). Assim, o fluxo de pólen entre suas flores masculinas e femininas é feito por pequenos insetos, na chamada polinização entomófila (Oliveira; Maruyama, 2014).

Quando a polinização não ocorre de forma eficiente, a produção de frutos cai em até 80% (Campbell et al., 2018). Esses cachos vazios formam uma quantidade muito pequena de frutos, e as ráquias ficam cheias de falhas, sem valor comercial. Logo, a colheita desses cachos não é compensatória. Por sua vez, quando a inflorescência recebe a visita de muitos insetos polinizadores, o resultado são cachos cheios de frutos, grandes e valiosos para o produtor.

Visitantes florais e polinizadores

Antes de falar sobre os polinizadores do açaizeiro, é necessário fazer uma diferenciação entre visitantes florais e polinizadores. Todos os animais ou insetos que pousam numa flor em busca de alimento, abrigo ou local para se reproduzir, são chamados de visitantes florais. Entretanto, para serem considerados polinizadores, é necessário preencher alguns requisitos (Alves-dos-Santos et al., 2016), tais como:

- Seu tamanho deve ser compatível com o da flor. No caso do açaizeiro, que apresenta uma flor pequena, um inseto com tamanho bem maior que a flor feminina pode ser desajeitado, não sendo um bom polinizador e podendo até causar prejuízos.
- O inseto deve fazer contato com os órgãos reprodutivos da flor, tocando as anteras, para que possa transportar o pólen, e o estigma onde deve ser depositado o pólen, para que ocorra a fertilização da flor.
- Deve haver fidelidade floral, ou seja, ter constância nas visitas, bem como realizar visitas frequentes, pois são necessárias diversas visitas às flores, já que existem mais de 20 mil flores em uma inflorescência de açaizeiro que abrem ao longo de 3 semanas.
- Deve movimentar-se entre flores masculinas e femininas de diferentes plantas, pois é preciso fazer a polinização cruzada.

Os visitantes florais do açaizeiro vêm sendo estudados há muitos anos. Estudos realizados por Oliveira (2002) e Venturieri et al. (2006, 2014) destacaram a grande diversidade de visitantes florais em florescências do açaizeiro. Campbell et al. (2018) avaliaram nove áreas de açais nativos nas várzeas e nove em plantios de terra firme, encontrando mais de 10 mil visitantes nas inflorescências, dos quais foram coletados mais de 2 mil espécimes de insetos e identificadas cerca de 200 espécies de visitantes florais. Adicionalmente, nesse trabalho, foram registradas quais espécies de insetos visitavam separadamente as inflorescências que estavam na fase de flor masculina e as que estavam na fase feminina, e aqueles que visitavam ambas, considerados os polinizadores em potencial. Foram encontradas abelhas, besouros, moscas, vespas e formigas (Campbell et al., 2018). Na Figura 14.4, pode-se observar uma pequena amostra deles.



Fotos: Kézia Ferreira Alves (A e B) e Raquel Giselli Assis do Rosário (C, D, E)

Figura 14.4. Visitantes florais do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) no estado do Pará: abelha-sem-ferrão *Scpatotrigona* aff. *postica* em flor masculina (A); abelha-sem-ferrão *Trigona branneri* em flor feminina (B); abelha solitária *Habralictus* sp. (C); moscas da família Sarcophagidae (D, E, F); besouro da família Curculionidae (G); formiga em flor feminina (H); vespa em flor feminina (I).

Assim, as flores do açaizeiro atraem uma megadiversidade de visitantes florais, como já relatado por Campbell et al. (2018), mas, para produzir frutos, é essencial que as flores femininas sejam visitadas por insetos que transportam cargas de pólen obtidas quando as flores masculinas são visitadas. Oliveira (2002) mostrou que a falta de polinização adequada resulta em déficit de polinização de até 80%. A megadiversidade e abundância de visitantes florais evidenciada por Campbell et al. (2018, 2023) e Bezerra et al. (2020) apresentou predominância de abelhas-nativas-sem-ferrão (47%), incluindo *S. aff. postica*, abelhas solitárias como os halictídeos (9%), abelha exótica *Apis mellifera* (5%) e outros insetos voadores como moscas (26%), vespas (4%), besouros (< 0,5%) e

formigas (7%) (Campbell et al., 2023; Maués et al., 2024).

Além de ter realizado poucas visitas nas flores pistiladas, a abelha africanizada, no açaizeiro, não apresenta o comportamento de um polinizador de alta eficiência, pois o seu corpo é bem maior do que as flores femininas. Essa abelha visita preferencialmente as flores na fase masculina em busca de pólen e néctar, em detrimento das flores femininas, que só oferecem néctar. A cada cinco visitas de *A. mellifera* nas flores masculinas, é feita somente uma visita na fase feminina. De modo contrário a esse comportamento, a maioria das abelhas nativas (abelhas-sem-ferrão e solitárias) visitam de forma mais equilibrada as duas fases sexuais das flores do açaizeiro (Campbell et al., 2023), mostrando-se mais aptas a realizar a polinização.

A quantidade de pólen transportada pelos insetos que visitam as flores femininas de açaí foi avaliada por Bezerra et al. (2020). De acordo com esses autores, as abelhas nativas carregavam oito vezes mais pólen nos seus corpos do que os outros insetos, sendo responsáveis por 90% do serviço de polinização (Figura 14.5), revelando que elas são o grupo mais importante tanto em relação à abundância quanto ao transporte de pólen, seguido pelas moscas, vespas, formigas e besouros (Bezerra et al., 2020).



Figura 14.5. Abelhas nativas na polinização do açaizeiro (*Euterpe oleracea*).

Infográfico: Giselle Aragão

Manejo da abelha-canudo (*Scaptotrigona aff. postica*, Apidae, Meliponini) em plantios de açaizeiro

A vegetação nativa é uma rica fonte de oferta de polinizadores silvestres. Quanto mais

conservadas as áreas de mata, maior a diversidade e abundância desses agentes tão importantes para a polinização. Entretanto, nem sempre a vegetação natural no entorno de plantios ou nos açaizais nativos está bem conservada, o que leva à redução na diversidade e abundância desses animais (Campbell et al., 2022).

Como várias espécies nativas da região do estuário amazônico já são criadas em meliponários locais visando à produção de mel (Jaffé et al., 2015), poderiam também ser manejadas nas áreas agrícolas para mitigar déficits de polinização (Venturieri et al., 2014; Campbell et al., 2018, 2023; Muto et al., 2020). O manejo de polinizadores nativos evita problemas associados a introduções de polinizadores exóticos, tais como a competição com espécies nativas, invasões biológicas, entre outros, e pode contribuir para a conservação da flora local (Thomson, 2004; Giannini et al., 2015b; Magrach et al., 2017). As abelhas-sem-ferrão também podem potencialmente fornecer aos produtores uma renda alternativa através da venda de mel, resina e cria (Jaffé et al., 2015).

Atualmente, a abelha manejada mais utilizada no mundo é a *Apis mellifera* L., introduzida no Brasil no período colonial, em que se propagou por todo o País após a introdução da raça africana *Apis mellifera scutellata* (Kerr, 1967). Hoje é conhecida no território nacional como abelha-africana, africanizada, abelha-italiana ou abelha-de-mel (Minussi; Alves-dos-Santos, 2007). Observa-se, que assim como as abelhas-uruçus do gênero *Melipona*, essa abelha não tem o tamanho ideal e não demonstra fidelidade de visita nas flores femininas (Campbell et al., 2023), portanto, não se recomenda manejar a abelha africanizada, para fins de polinização assistida no açaizeiro.

Campbell et al. (2023) e Bezerra et al. (2020) relatam que há mais de 60 espécies de abelhas que atendem aos requisitos de ser bons polinizadores dessa palmeira, dentre as quais cerca de 40 espécies são abelhas-indígenas-sem-ferrão, nativas da região amazônica. Além delas, existem mais 14 espécies de abelhas solitárias que também visitam as flores masculinas e femininas do açaizeiro, entretanto, seu manejo não é simples e fácil, pois elas não vivem em colônias.

Dentre os meliponíneos, pelo menos 14 espécies já possuem protocolos de criação racional e potencial para manejo adequado em ampla escala (Jaffé et al., 2015; Wolowski et al., 2019).

Considerando a demanda de produtores pela indicação de uma abelha para garantir a polinização do açaizeiro, as pesquisas foram iniciadas a partir da escolha de uma espécie nativa, que visitasse tanto as flores masculinas como as femininas, tivesse tamanho compatível com as flores femininas, de modo a fazer um acoplamento perfeito para a transferência do pólen no estigma, fosse fácil de criar e, se possível, ainda oferecesse outros produtos, como o mel.

O manejo das abelhas do gênero *Melipona* realizado por Venturieri et al. (2006, 2014) não apresentou os resultados esperados quanto ao incremento da frutificação e o estudo de Muto et al. (2020) demonstrou que há um grande potencial de manejar a abelha-canudo, pois, quando avaliada a introdução de colônias dessa espécie em um plantio de açaí no Pará, foi registrado um aumento de 30 a 70% na frutificação. Vale ressaltar que as colônias dessa espécie estão entre as mais populosas dentre os meliponíneos, com 7 a 15 mil operárias, facilitando seu manejo, por não requerer um grande número de colônias, serem abelhas nativas da Amazônia, apresentando boa plasticidade e adaptabilidade, além da boa qualidade do mel (Leão et al., 2016).

O estudo de Campbell et al. (2023) intensificou o manejo dessa abelha nos açaizais, usando a abordagem da polinização integrada de cultivos (PIC), que consiste no manejo de polinizadores aliado à avaliação da contribuição dos polinizadores existentes em cada local e das práticas de conservação dos polinizadores silvestres (por exemplo, manejo de habitat), buscando mitigar os impactos negativos sobre os polinizadores e maximizar os benefícios socioeconômicos para os produtores de frutos dessa palmeira na Amazônia oriental brasileira.

Foram avaliados os efeitos do manejo da *S. aff. postica* e do percentual de conservação da vegetação natural (florestas ou matas secundárias) em nível de paisagem, sobre a produtividade e os índices socioeconômicos em 18 plantações de açaizeiro no nordeste do estado do Pará (Figura 14.6). De forma mais detalhada, foram introduzidas e manejadas 15 colônias da abelha-canudo em nove plantios de açaí e outros nove plantios ficaram sem a introdução da abelha-canudo, para servir como controle desse experimento, em propriedades rurais localizadas nos municípios de Acará (quatro áreas), Colares (uma área), Santa Bárbara (duas áreas), Santa Isabel (duas áreas), Santa Maria do Pará (uma área), Santo Antônio do Tauá (duas áreas) e Tomé-Açu (seis áreas, sendo duas na área experimental da Embrapa).

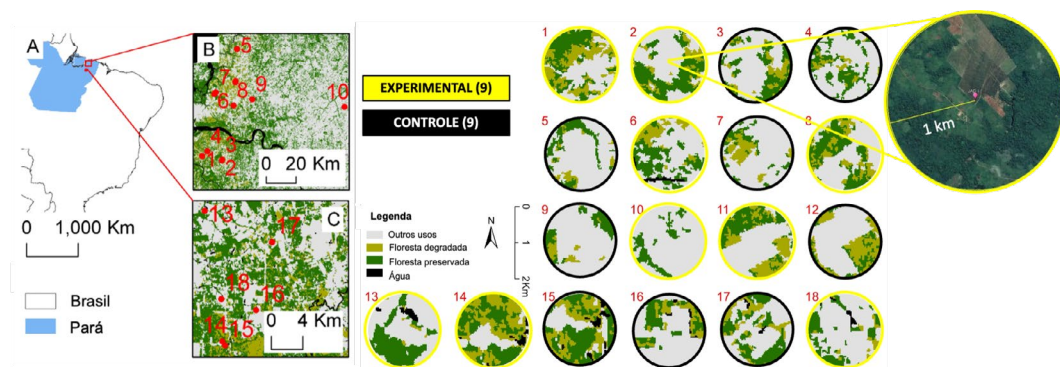


Figura 14.6. Áreas de estudo do projeto PolinizAçaí no estado do Pará, com o percentual de cobertura vegetal em um buffer de 1 km.

Fonte: Campbell et al. (2023).

Como relatado em Campbell et al. (2023), após a instalação das colônias de abelha-canudo (Figura 14.7), foram avaliadas a diversidade e a frequência de visitas de todas as abelhas que pousavam nas flores femininas do açazeiro, por meio do inventário desses insetos nas flores, seguido da identificação taxonômica das espécies (Figura 14.8) e o efeito causado pela visita das abelhas manejadas na polinização.



Figura 14.7. Manejo da abelha-canudo: instalação das caixas com colônias de *Scaptotrigona* aff. *postica* em um meliponário móvel no plantio de açazeiro (*Euterpe oleracea*), nordeste do Pará.



Figura 14.8. Coleta de insetos visitantes nas inflorescências do açazeiro (A); morfotipagem e preparação dos insetos coletados (B).

Os autores relatam que, por não ter recomendações quanto ao número de colônias que deve ser usado em plantios de açaí, optaram por estabelecer uma proporção entre as

densidades usadas no manejo de *A. mellifera* em frutíferas como a macieira (Abrol, 2012), na qual se recomenda usar 5 a 7 colônias por hectare, o que equivaleria a 15–21 colônias de *S. aff. postica* em termos de população adulta (Geslin et al., 2017; Leão, 2019). Em seguida, obtiveram os dados de produtividade de açaí (quilograma por cacho), tanto nas áreas com visita de polinizadores silvestres quanto naquelas onde foi feito o manejo das abelhas-canudo. A produtividade dos cachos onde foram feitas as observações de visitantes florais foi obtida considerando-se o efeito do número e da diversidade dos visitantes florais.

A Tabela 14.1 traz os 25 insetos que mais visitaram as flores do açazeiro no artigo de Campbell et al. (2023), com destaque para as abelhas-indígenas-sem-ferrão (meliponíneos), abelhas solitárias da família Halictidae (abelhas-do-suor), moscas e vespas. A lista completa dos insetos visitantes das flores masculinas e femininas do açazeiro foi publicada em Campbell et al. (2018).

Tabela 14.1. Visitantes mais frequentes nas flores femininas do açazeiro (*Euterpe oleracea*), considerados potenciais polinizadores no Nordeste Paraense.

Ordem/Família/Tribo	Espécie	Nome comum
HYMENOPTERA		
Apidae		
Apinae		
Meliponini	<i>Trigona pallens</i>	olho-de-vidro
	<i>Trigona branneri</i>	arapuá, irapuá, abelha-cachorro
	<i>Trigona guianae</i>	bunda-de-vaca
	<i>Plebeia minima</i>	abelha-mosquito
	<i>Scaptotrigona</i> aff. <i>postica</i>	abelha-canudo
	<i>Oxytrigona tataira</i>	caga-fogo
	<i>Partamona pearsoni</i>	boca-de-sapo
	<i>Frieseomelitta longipes</i>	marmelada
	<i>Trigona recursa</i>	abelha-feiticeira
	<i>Scaura amazonica</i>	jataí-preta
	<i>Ptilotrigona lurida</i>	abelha-piranha, corta-cabelo
	<i>Plebeia alvarengai</i>	abelha-mosquito
	<i>Celetrigona longicornis</i>	abelha-formiga
	<i>Nannotrigona punctata</i>	iraí

Continua...

Tabela 14.1. Continuação.

Ordem/Família/ Tribo	Espécie	Nome comum
	<i>Partamona ailyae</i>	cupira
Apini	<i>Apis mellifera</i>	abelha melífera, italiana ou africanizada
Halictidae		
Halictini	<i>Augochloropsis</i> sp.	abelha solitária, abelha-do-suor
	<i>Dialictus</i> sp.	abelha solitária, abelha-do-suor
	<i>Habralictus</i> sp.	abelha solitária, abelha-do-suor
Vespidae		
Polistinae		
Epiponini	<i>Protopolybia chartergoides</i>	vespa-do-papel, enxuí, caba-mirim
DIPTERA		
Syrphidae		
Eristalinae		
Eristalini	<i>Palpada fasciata</i>	mosca-das-flores, mosca flutuante
Syrphinae		
Toxomerini	<i>Toxomerus</i> sp.	mosca-das-flores, mosca flutuante
Brachycera		
Fanniidae	<i>Fannia</i> sp.	pequena mosca- doméstica
Calliphoridae		
Luciliinae		
Luciliini	<i>Lucilia eximia</i>	mosca-varejeira
Sarcophagidae	<i>Peckia</i> spp.	mosca-da-carne

Fonte: Adaptado de Campbell et al. (2018, 2023).

Impacto do manejo da abelha-canudo nos plantios de açaizeiro sobre os visitantes florais e produtividade em um gradiente de cobertura florestal

O manejo da abelha-canudo feito por Campbell et al. (2023), com a introdução das 15 colônias, aumentou a frequência dessa espécie

nas flores do açaizeiro, correspondendo a quase metade dos visitantes florais (42,7%) e superando todos os demais visitantes florais. Nas áreas controle, que não receberam as colônias da abelha-canudo, os visitantes florais mais abundantes foram *Trigona pallens* e *Trigona branneri*.

A introdução de abelhas manejadas aumentou a taxa de visitas nas flores em torno de 28% nas áreas experimentais. Porém, os autores relatam que esse aumento das visitas da abelha-canudo impactou negativamente a abundância e riqueza das abelhas silvestres, registrando-se uma drástica redução de 50 e 65%, respectivamente (Figura 14.9A). Dessa forma, constatou-se que a introdução das 15 colônias da abelha-canudo não teve apenas efeitos positivos, uma vez que reduziu as visitas dos polinizadores silvestres, aparentemente deslocando-os.

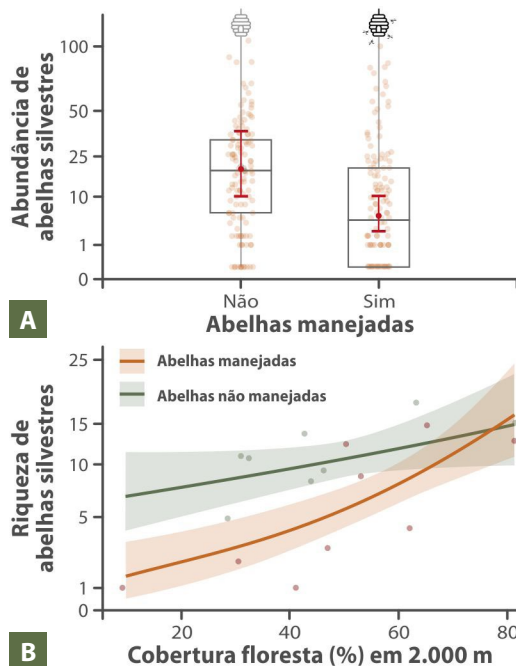


Figura 14.9. Impacto da introdução de abelhas manejadas (*Scaptotrigona* aff. *postica*) na abundância (A) e da cobertura florestal (B) na riqueza de abelhas silvestres em plantios de açaí (*Euterpe oleracea*) no nordeste do Pará.

Fonte: Adaptado de Campbell et al. (2023).

Foi observado que a cobertura florestal tem um efeito significativo na riqueza de espécies de abelhas silvestres. Quanto mais floresta, maior a diversidade de abelhas visitando as flores do açaizeiro (Figura 14.9B). Nas áreas com maior cobertura florestal, a dominância da abelha-canudo foi menor do que nas áreas mais alteradas, enquanto nas áreas cuja mata nativa no entorno estava empobrecida, com baixa cobertura florestal, o manejo da abelha-canudo compensou a perda de abelhas silvestres (Campbell et al., 2023), especialmente daquelas mais sensíveis à exposição ao sol e falta de recursos para alimentação ou formação de ninhos.

Campbell et al. (2022) registraram redução de quase 80% das abelhas minúsculas, como abelhas-mosquito (*Plebeia* spp.), irai (*Nannotrigona* spp.) e *Trigonisca* spp., polinizadores importantíssimos do açaizeiro. Verificou-se que a cobertura florestal influencia positivamente a presença dos polinizadores ao longo do campo agrícola (Figura 14.10).

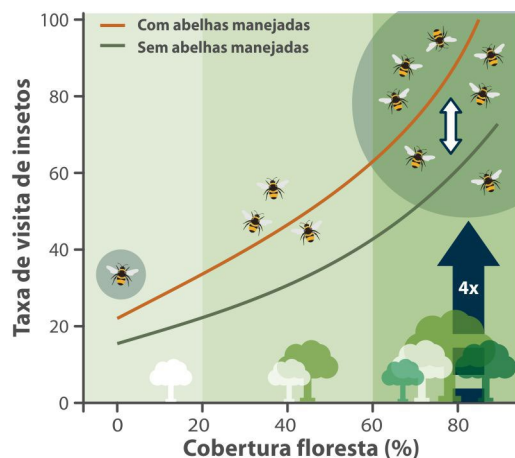


Figura 14.10. Impacto da cobertura florestal na taxa de visitas dos insetos nas flores do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) em um gradiente de cobertura florestal.

Considerando esses fatores, percebe-se como esses polinizadores contribuíram para a produtividade do açaizeiro. Na Figura 14.11,

o eixo vertical apresenta a produtividade e o eixo horizontal apresenta a cobertura florestal, variando de 0 a 80%.

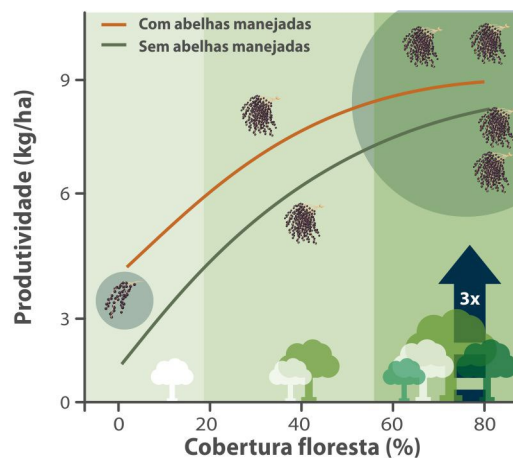


Figura 14.11. Produtividade do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) com e sem a introdução de 15 colônias da abelha-canudo em um gradiente de cobertura florestal.

Campbell et al. (2023) revelaram que, tanto no cenário com abelhas manejadas quanto naquele sem abelhas manejadas, houve um efeito positivo da cobertura florestal, refletindo em um ganho substancial para a produtividade do açaizeiro associado ao aumento de polinização. Porém, esse ganho variou de 0,5 a 2,4 kg por cacho em um cenário com 0 a 80% de floresta, equivalente a aproximadamente cinco vezes a produtividade medida em quilograma por cacho. Em outros termos, há um ganho de produtividade em decorrência da polinização natural (aquela decorrente da presença da cobertura florestal), portanto a cobertura florestal tem um papel basilar na produtividade porque oferece os serviços de polinização essenciais para a produção do açaizeiro.

Quando se analisa a produtividade com o manejo das abelhas-canudo, Campbell et al. (2023) mostraram que houve um salto de 4 t/ha para cerca de 14 t/ha, ou seja, um crescimento aproximado de mais de três vezes.

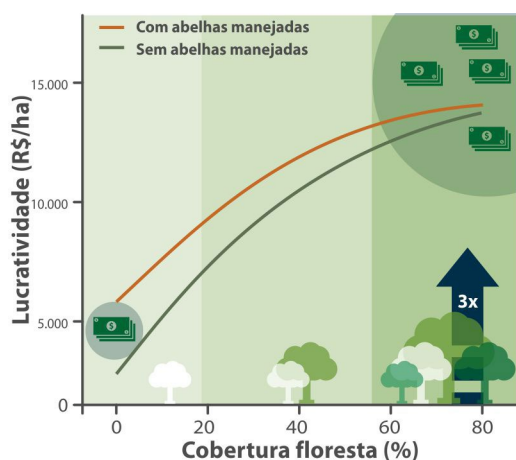


Figura 14.12. Produtividade e lucratividade do açaí (*Euterpe oleracea*) com uso da abelha-canudo num gradiente de cobertura florestal.

Um fator importante a se levar em conta no manejo de polinizadores do açaizeiro é a lucratividade do produtor. Campbell et al. (2023) mostraram que, tanto no cenário com abelhas manejadas quanto naquele sem a presença delas, a lucratividade foi positivamente associada à cobertura florestal (Figura 14.12). Em outras palavras, quanto maior for a cobertura florestal, maior será o lucro em termos de reais por hectare para o produtor, decorrente da polinização selvagem.

Estratégias para manter os polinizadores silvestres nas áreas agrícolas

Estudos realizados no estado do Pará recomendam estratégias que devem ser adotadas para manter o serviço de polinização na agricultura, cuidando da integridade e/ou recomposição das áreas de vegetação nativa que ocorrem dentro ou no entorno da propriedade rural, pois, quanto maior a área de vegetação natural, maior a diversidade e abundância de polinizadores e a visitação

de insetos nas flores e, consequentemente, a produção de frutos de açaí (Campbell et al., 2022; Maués et al., 2024). As comunidades de insetos polinizadores respondem às condições ambientais adequadas para que esses insetos possam completar seus ciclos de vida dentro do plantio ou nos habitats ao seu redor.

Os principais fatores que determinam a presença e sobrevivência de insetos num local são a oferta de recursos alimentares e abrigo, ou seja, onde esses insetos vão morar e o que eles irão precisar de comida (néctar e pólen). Quanto ao abrigo, a maioria das abelhas-sem-ferrão constroem seus ninhos em árvores, algumas em ocos e outras em galhos e troncos, como as do gênero *Trigona*, que inclui algumas espécies conhecidas, como a arapuá e a olho-de-vidro (Campbell et al., 2018). Esses ninhos podem ser encontrados em áreas de vegetação nativa, onde há maior disponibilidade e oferta de árvores de grande porte ou em árvores grandes que podem ter sido deixadas dentro do plantio (Figura 14.13), ou usadas em sistemas agroflorestais para sombreamento.



Fotos: Márcia Maués

Figura 14.13. Árvore palheteira da família Leguminosae com uma colônia da abelha-sem-ferrão olho-de-vidro (*Trigona pallens*) na base do tronco em Tomé-Açu, PA.

No caso das abelhas solitárias, a estratégia é diferente. Abelhas solitárias da família Halictidae são polinizadores importantes do açaizeiro. Essas abelhas constroem seus ninhos em solo exposto, o que não é um recurso limitado às áreas de vegetação nativa. Portanto, os ninhos são encontrados tanto nas áreas de vegetação nativa quanto em áreas de plantio. Fora do pico de floração, o açaizal tem pouca oferta de alimento para as abelhas. Por isso, a vegetação nativa é fundamental, pela diversidade de plantas com flores (Maués et al., 2024).

As moscas mais comuns encontradas nas flores do açaizeiro são as moscas-da-carne, da família Sarcophagidae, para as quais o alimento é material orgânico de origem animal, ou seja, fezes e carniça (Bänziger; Pape, 2004). A abundância dessas moscas não teve uma relação direta com as áreas nativas, estas foram mais presentes em propriedades com áreas alteradas no entorno.

Existem diversas ameaças no âmbito da propriedade rural à presença dos polinizadores nas áreas agrícolas, tais como as práticas intensivas usadas no plantio, como a eliminação da diversidade vegetal de outras árvores dentro do plantio; o uso indiscriminado de agrotóxicos; o adensamento das palmeiras; o uso do fogo; a remoção ou extermínio de colônias da abelha-irapuá ou arapuá (*Trigona branneri*), a qual, apesar de ser bastante defensiva, é uma das abelhas mais frequentes e abundantes nas flores do açaizeiro, visitando ambas as fases sexuais (feminina e masculina), e considerada um dos principais polinizadores da espécie, pois carrega muito pólen no corpo e visita inúmeras flores (Bezerra et al., 2020).

Numa escala mais ampla, destaca-se a expansão agrícola, ou seja, o aumento das áreas agrícolas à custa da perda de florestas ou matas secundárias, que causa forte impacto negativo aos polinizadores pela perda de habitat. Mais uma vez, o grupo que sofre o maior impacto é o das abelhas-sem-ferrão, porque elas constroem seus ninhos em árvores que estão dentro da floresta, além de buscarem alimento fora do pico da floração do açaizeiro. Tal impacto

também é observado no grupo das abelhas solitárias (Campbell et al., 2022).

É possível evitar ou mitigar a perda de polinizadores, recompondo a vegetação nativa dentro e fora do plantio, ou seja, aumentando a diversidade vegetal, tanto na escala local quanto na escala mais ampla, estimulando outros produtores a fazerem o mesmo, criando refúgios da vida silvestre. É fundamental manter a diversidade vegetal no entorno dos plantios como estratégia para manter serviços de polinização em açaizeiro. Além disso, manter ou repor a diversidade vegetal dentro do plantio é crucial, investindo no aumento da oferta de habitats de ninhos e recursos florais, principalmente para as abelhas e para outros insetos, podendo aumentar essa oferta de recursos para os polinizadores.

Para realmente aumentar a conservação desses insetos em longo prazo, exige-se um trabalho em escala mais ampla, conservando e restaurando a vegetação nativa, fazendo corredores ecológicos conectados, que permitam a recomposição e estabelecimento da biodiversidade animal e vegetal.

Recomendações

O açaizeiro tem uma megadiversidade de visitantes florais e polinizadores. Sabe-se que os polinizadores oferecem o serviço de polinização nessa palmeira, que é um importante serviço para a produção. Dessa maneira, podemos considerá-los como um significativo insumo agrícola, que precisa e deve ser manejado para aumentar a produtividade. As áreas de floresta são repositórios da biodiversidade, de onde os polinizadores silvestres vêm para as áreas cultivadas. Quanto mais próximo das áreas de vegetação natural, maior a quantidade e a diversidade desses insetos. Nesse sentido, na medida em que os cultivos se afastam dessas áreas, o serviço de polinização vai diminuindo em termos de quantidade e diversidade – número de espécies de polinizadores. Esse é um padrão encontrado em diversos cultivos,

o qual já está definido e identificado pela literatura (Ulyshen et al., 2023).

A perda de floresta reduz a presença dos polinizadores mais eficientes. Por isso, é fundamental manter a floresta em pé no entorno das áreas de cultivo do açaizeiro e

pensar na paisagem de forma integrada à agricultura, assegurando que o serviço de polinização seja ofertado naturalmente e, nos casos em que houver redução da cobertura florestal, incrementar a polinização com o manejo de abelhas compatíveis com as pequenas flores do açaizeiro (Figura 14.14).

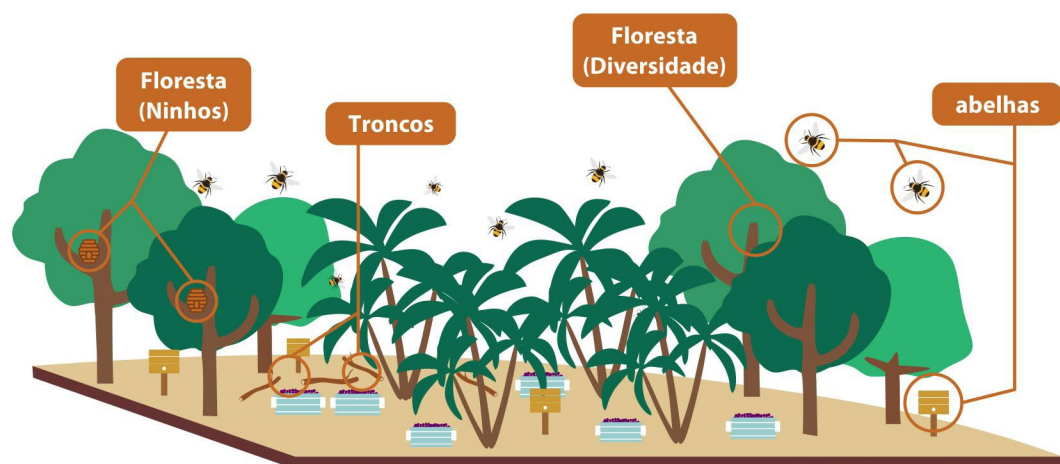


Figura 14.14. Polinização integrada do cultivo do açaizeiro (*Euterpe oleracea*), integrando a floresta e a agricultura.

Infográfico: Giselle Aragão.

O manejo da abelha-canudo foi muito promissor e inovador, pois aumentou a taxa de visitantes florais e compensou a perda de espécies em plantios cujo entorno era composto por baixa cobertura florestal, porém afetou a presença das abelhas silvestres, devido ao número elevado de colônias utilizado em cada plantio, revelando que reduzir a enorme diversidade de polinizadores do açaizeiro para uma única espécie não é vantajoso quando há áreas com floresta conservada no entorno das áreas agrícolas. O custo-benefício que envolve a compra ou aluguel de colônias de abelhas só se mostrou proveitoso para a produtividade do açaí quando a vegetação das redondezas está degradada, mas, ainda assim, não substitui o serviço prestado pelos polinizadores silvestres. Por esse motivo, novos estudos deveriam considerar a

instalação de um número menor de colônias da abelha-canudo e uma diversidade maior de espécies.

Sugerimos instalar cinco colmeias de abelhas diferentes a cada 400–500 m (20 colmeias por hectare) para compensar a falta do polinizador silvestre e aumentar a polinização, entretanto, há de se considerar os custos envolvidos na compra ou aluguel das abelhas e na sua manutenção, além de que nem sempre haverá garantia de aumento na produtividade, pois, quando se trabalha com manejo da biodiversidade, existem muitos fatores envolvidos.

Considerações finais

O processo de produção do açaizeiro é muito complexo e envolve vários fatores, como a

qualidade da água, do solo, o desempenho agrônomo e a genética das mudas que são plantadas, além da qualidade ambiental e dos aspectos biológicos, como biologia floral, polinização e polinizadores. Assim, considera-se toda essa complexidade para avaliar o papel dos polinizadores.

Recomenda-se que sejam adotadas práticas agrícolas amigáveis aplicáveis aos polinizadores do açaizeiro, tais como:

- Verificar a ocorrência de polinizadores no plantio (localizar ninhos de abelhas-sem-ferrão).
- Não exterminar ninhos de nenhuma espécie de abelha (nem mesmo as que tenham comportamentos defensivos, como as irapuás, caga-fogo, abelhas-cachorro, etc.).
- Manter e restaurar a vegetação nativa na Reserva Legal (RL) e na Área de Proteção Permanente (APP) da propriedade rural, respeitando a Lei de Proteção da Vegetação Nativa nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, uma vez que são um bônus para o produtor e é de lá que vêm os polinizadores (quando o açaizeiro não estiver florescendo, são nessas áreas que as abelhas vão procurar alimentação, abrigo, etc.).
- Evitar uso de defensivos agrícolas e incentivar o manejo integrado/controle biológico.
- Evitar o uso do fogo/queimadas e gradeamento do solo.
- Manter árvores de grande porte no plantio ou no seu entorno (elas servem de abrigo e fornecem recursos alimentares para abelhas).
- Evitar grandes extensões de monoculturas, sem faixas de vegetação nativa. Áreas muito extensas provavelmente sofrerão com a falta do inseto polinizador.
- Introduzir abelhas-sem-ferrão compatíveis com a flor do açaizeiro em locais de

baixa ocorrência do polinizador silvestre (abelhas pequenas, nativas e que possam ser criadas em caixas de criação racional).

- Manter a diversidade de espécies que a natureza oferece, não apenas a abelha-canudo, mas também iraiá, jataí, mosquito, marmelada (*Nannotrigona*, *Tetragonisca angustula*, *Plebeia minima*, *Frieseomelitta*) e outras de tamanho pequeno e compatível com as flores femininas do açaizeiro.
- O manejo das abelhas-sem-ferrão é indicado em plantios com áreas degradadas no entorno, distantes de fragmentos de floresta onde estão as abelhas silvestres.

Referências

- ABROL, D. P. Honeybee and crop pollination. In: ABROL, D. P. **Pollination Biology**: biodiversity conservation and agricultural production. Dordrecht: Springer, 2012. p. 85-110. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-1942-2_5.
- AGOSTINI, K.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. Recursos florais. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014. p. 130-150.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; SILVA, C. I.; KLEINERT, A. Quando um visitante floral é um polinizador? **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 295-307, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201667202>.
- ANDERSON, A. B.; GELY, A.; STRUDWICK, J.; SOBEL, G. L.; PINTO, M. C. Um sistema agroflorestal na várzea do estuário amazônico (Ilha das Onças, município de Barcarena, estado do Pará). **Acta Amazônica**, v. 15, n. 1-2, p. 195-224, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921985155224>.
- BÄNZIGER, H.; PAPE, T. Flowers, faeces and cadavers: natural feeding and laying habits of flesh flies in Thailand (Diptera: Sarcophagidae, *Sarcophaga* spp.). **Journal of Natural History**, v. 38, n. 13, p. 1677-1694, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/0022293031000156303>.
- BEZERRA, L. A.; CAMPBELL, A. J.; BRITO, T. F.; MENEZES, C.; MAUÉS, M. M. Pollen loads of flower visitors to açaí palm (*Euterpe oleracea*) and implications for management of pollination services. **Neotropical Entomology**, v. 49, p. 482-490, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00790-x>.
- BRONDÍZIO, E. S. **The Amazonian caboclo and the açaí palm**: farmers in the global market. New York: The New York Botanical Garden Press, 2018. 403 p. (Advances in Economic Botany, v. 16).

CAMPBELL, A. J.; CARVALHEIRO, L. G.; MAUÉS, M. M.; JAFFÉ, R.; GIANNINI, T. C.; FREITAS, M. A. B.; 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, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13086>.

CAMPBELL, A. J.; LICHTENBERG, E. M.; CARVALHEIRO, L. G.; MENEZES, C.; BORGES, R. C.; COELHO, B. W. T.; FREITAS, M. A. B.; GIANNINI, T. C.; LEÃO, K. L.; OLIVEIRA, F. F.; SILVA, T. S. F.; MAUÉS, M. M. High bee functional diversity buffers crop pollination services against Amazon deforestation. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 326, 107777, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107777>.

CAMPBELL, A. J.; SILVA, F. D. S. e; MAUÉS, M. M.; LEÃO, K. L.; CARVALHEIRO, L. G.; MOREIRA, E. F.; MERTENS, F.; KONRAD, M. L. F.; QUEIROZ, J. A.; MENEZES, C. Forest conservation maximises açai palm pollination services and yield in the Brazilian Amazon. **Journal of Applied Ecology**, v. 60, n. 9, p. 1964-1976, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14460>.

EMBRAPA. **O que é polinização?** Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/meio-norte/polinizacao#:~:text=A%20poliniza%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20a%20transfer%C3%Aancia,p%C3%B3len%20%C3%A9%20a%20gameta%20masculino>. Acesso em: 15 maio 2025.

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).

FREITAS, M. A. B.; VIEIRA, I. C. G.; ALBERNAZ, A. L. K. M.; MAGALHÃES, J. L. L.; LEES, A. C. Floristic impoverishment of Amazonian floodplain forests managed for açai fruit production. **Forest Ecology and Management**, v. 351, p. 20-27, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.05.008>.

GESLIN, B.; AIZEN, M. A.; GARCIA, N.; PEREIRA, A. J.; VAISSIÈRE, B. E.; GARIBALDI, L. A. The impact of honeybee colony quality on crop yield and farmers' profit in apples and pears. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 248, p. 153-161, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.07.035>.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, p. 849-857, 2015a. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/fov093>.

GIANNINI, T. C.; GARIBALDI, L. A.; ACOSTA, A. L.; SILVA, J. S.; MAIA, K. P.; SARAIVA, A. M.; GUIMARÃES JUNIOR, P. R.; KLEINERT, A. M. P. Native and non-native supergeneralist bee species have different effects on plant-bee networks. **Plos One**, n. 10, e0137198, 2015b. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137198>.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHTEIN, B.; CARVALHO, C. A. L. de; CARVALHO-ZILSE, G. A.; FREITAS, B. M.; MENEZES, C.; RIBEIRO, M. de F.

VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Bees for development: brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. **PLOS ONE**, v. 10, n. 3, e0121157, Mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121157>.

JARDIM, M. A. G. A. Cadeia produtiva do açaieiro para frutos e palmito: implicações ecológicas e socioeconômicas no estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Antropologia**, v. 18, n. 2, p. 287-305, 2002. Disponível em: <http://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/150>. Acesso em: 15 maio 2025.

KERR, W. E. The history of introduction of African bees to Brazil. **South African Bee Journal**, v. 39, n. 2, p. 3-5, 1967.

LEÃO, K. L. **Desenvolvimento colonial em abelhas nativas sem ferrão Amazônicas (Apidae: Meliponini)**: tamanho populacional, nutrição e alocação fenotípica. 2019. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

LEÃO, K. L.; QUEIROZ, A. C. M. de; VEIGA, J. C.; CONTRERA, F. A. L.; VENTURIERI, G. C. Colony development and management of the stingless bee *Scaptotrigona* aff. *postica* (Apidae, Meliponini) in different hive models. **Sociobiology**, v. 63, n. 4, p. 1038-1045, 2016. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v63i4.1041>.

LIMA, A. L. **Área plantada com açaieiros de terra firme gerados pela pesquisa cresce 675% no Brasil**. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/79157772/area-plantada-com-acaieiros-de-terra-firme-gerados-pela-pesquisa-cresce-675-no-brasil>. Acesso em: 15 maio 2025.

LOPES, M. L. B.; SANTANA, A. C. O. Mercado do fruto do açaieiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estado do Pará. In: CARVALHO, D. F. (org.). **Economia da Amazônia nos anos 90**. Belém, PA: Unama, 2005. v. 2, p. 65-84.

MAGRACH, A.; GONZÁLEZ-VARO, J. P.; BOIFFIER, M.; VILÀ, M.; BARTOMEUS, I. Honeybee spillover reshuffles pollinator diets and affects plant reproductive success. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, p. 1299-1307, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0249-9>.

MALAGODI-BRAGA, K.; MAUÉS, M. M.; GAGLIANONE, M. C.; ALVES, D. Polinização e polinizadores. In: DRUMOND, P. M.; CARVALHO-ZILSE, G. A.; WITTER, S.; ALVES, R. M. de O.; DRUMMOND, M. S. (ed.). **Meliponicultura**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2024. Cap. 5, p. 57-66. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

MANEJO de polinizadores para aumentar a produtividade do açai: programa 21: Norte. In: PROGRAMA Prosa Rural: agosto. Brasília, DF: Embrapa; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022. Programa de rádio. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1159630>. Acesso em: 15 maio 2025.

MAUÉS, M. M.; CAMPBELL, A. J.; SILVA, F. D. S. E.; LEAO, K. L.; CARVALHEIRO, L. G.; MOREIRA, E. F.; MERTENS, F. A. G.; KONRAD, M. L.; SCHWANKE, A.; CARVALHO, W. A.; RODRIGUES, E. B.; MENEZES, C. Manejo e conservação

de polinizadores como apoio à produção sustentável do açaizeiro no estuário amazônico. In: ASSAD, A. L. D.; ALEIXO, K. P. **A ciência das abelhas**: pesquisa e desenvolvimento sobre polinizadores e polinização. [S.l.]: Associação Brasileira de Estudos das Abelhas, 2024. p. 155-174.

MINUSSI, L. C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). **Bioscience Journal**, v. 23, p. 58-62, 2007. Supplement 1.

MOEGENBURG, S. M.; LEVEY, D. J. Prospects for conserving biodiversity in Amazonian extractive reserves. **Ecology Letters**, v. 5, n. 3, p. 20-324, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1461-0248.2002.00323.x>.

MUTO, N. A.; LEITE, R. O. de S.; PEREIRA, D. S.; ROGEZ, H. L. G.; VENTURIERI, G. C. Impact of the introduction of stingless bee colonies (*Scaptotrigona aff. postica*) on the productivity of acai (*Euterpe oleracea*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 3, p. 265-273, 2020.

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). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27765/1/BPD-8.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2023.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; FARIAS NETO, J. T. de. **Cultivar BRS-Pará**: açaizeiro para produção de frutos em terra firme. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 114).

OLIVEIRA, M. do S. P. de; FARIAS NETO, J. T. de; MATTIETTO, R. de A.; MOCHIUTTI, S.; CARVALHO, A. V. **Açaí: Euterpe oleracea**. [Buenos Aires]: IICA/PROCISUR, 2017. 31 p. Disponível em: https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_acai_073.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.

OLIVEIRA, P. E.; MARUYAMA, P. K. Sistemas reprodutivos. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014. p. 71-92.

POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.; NGO, H. T. (ed.). **The assessment report of the Intergovernmental**

Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Bonn: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2016. 556 p.

TAVARES, G. dos S.; HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A. de; PALHETA, M. P. Análise da produção e comercialização de açaí no estado do Pará, Brasil. In: HOMMA, A. K. O. (ed.). **Sinergias de mudança da agricultura amazônica**: conflitos e oportunidades. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 444-463.

THOMSON, D. Competitive interactions between the invasive european honey bee and native bumble bees. **Ecology**, v. 85, n. 2, p. 458-470, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1890/02-0626>.

ULYSHEN, M.; URBAN-MEAD, K. R.; DOREY, J. B.; RIVERS, J. W. Forests are critically important to global pollinator diversity and enhance pollination in adjacent crops. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 98, n. 4, p. 1118-1141, 2023. DOI: 10.1111/brv.12947.

VENTURIERI, G. C.; PEREIRA, A. B. C.; RODRIGUES, T. S. Manejo de polinizadores autóctones de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) na Amazônia oriental. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 7., 2006, Ribeirão Preto. **Anais [...]**. Ribeirão Preto: USP, 2006. Não paginado.

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

WOLOWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, A. R.; VARASSIN, I. G.; MAUES, M. M.; FREITAS, L.; CARNEIRO, L. T.; BUENO, R. de O.; CONSOLARO, H.; CARVALHEIRO, L.; SARAIVA, A. M.; SILVA, C. I. da. **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. São Paulo: Editora Cubo, 2019. 179 p.

