Plano de Manejo para Polinização da CULTURA DO CAJUEIRO

Conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica

Plano de Manejo para Polinização da CULTURA DO CAJUEIRO

Conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica

Editor: Fundo Brasileiro para Biodiversidade - FUNBIO

EQUIPE TÉCNICA

Coordenador:
Breno Magalhães Freitas - Universidade Federal do Ceará

Pesquisadores:

Breno Magalhães Freitas - Universidade Federal do Ceará
Claudia Inês da Silva - Universidade Federal do Ceará
Ahmad Saeed Khan - Universidade Federal do Ceará
Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima - Universidade Federal do Ceará
Afonso Odério Nogueira Lima – Instituto Centec
João Paulo de Holanda Neto – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Raimundo Maciel Sousa – Instituto Federal do Ceará

Bolsistas:

Ana Cristina Nogueira Maia (FUNBIO)
Ana Vládia da Costa Brito (FUNBIO)
Antônio Diego de Melo Bezerra (CNPq)
Antônio Ermeson Chaves de Azevedo (CNPq)
Camila Queiroz Lemos (FUNBIO)
David Silva Nogueira (CNPq)
Elison Lucas Braúna (CNPq)
Epifânia Emanuela de Macêdo Rocha (CNPq)
Francisco Arivaldo Moreira Junior (CNPq)
Jamille Albuquerque de Oliveira (FUNBIO)
Keniesd Sampaio Mendonça (CNPq)
Natália de Oliveira Pereira (FUNBIO)
Neuto Chaves e Silva (CNPq)
Odaci de Sousa Aguiar (CNPq)
Ramayanno Lopes de Alencar (CNPq)
Roberto Felipe Rocha (CNPq)

Autores:

Breno Magalhães Freitas - Universidade Federal do Ceará (Coordenador)
Claudia Inês da Silva - Universidade Federal do Ceará
Camila Queiroz Lemos - Universidade Federal do Ceará
Epifânia Emanuela de Macêdo Rocha - Universidade Federal do Ceará
Keniesd Sampaio Mendonça - Universidade Federal do Ceará
Natália de Oliveira Pereira - Universidade Federal do Ceará

Apoio:

Altamira Apícola, Comércio, Representação, Importação e Exportação Ltda - Ceará
Coopernéctar – Cooperativa dos Apicultores da Região do Semi-Árido Ltda. - Ceará
Associação dos Apicultores do Sertão de Beberibe - Ceará
Associação dos Apicultores de Cristino de Castro - Piauí
Associação dos Apicultores da Serra do Mel – Rio Grande do Norte

Revisão:

Ceres Belchior; Comitê Editorial do Ministério do Meio Ambiente; Pollyane Barbosa Rezende Martins

Projeto Gráfico e Diagramação:

I Graficci Comunicação e Design

Tiragem:

1.000

Editor:

Fundo Brasileiro para Biodiversidade - FUNBIO

Catalogação na Fonte
Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - Funbio

P774 Plano de manejo para polinização da cultura do cajueiro: conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica / Breno Magalhães Freitas... [et al.]. – Rio de Janeiro: Funbio, 2014.

52 p. : il.
ISBN 978-85-89368-06-3

1. Botânica. 2. Agricultura sustentável. 3. Polinização por inseto. 4. Abelha - Pólen. 5. Caju. I. Breno Magalhães Freitas. II. Título.

CDD 581.16

Este material foi produzido pela **Rede de Pesquisa dos Polinizadores do Cajueiro** como parte do Projeto "Conservação e Manejo de Polinizadores para uma Agricultura Sustentável, através de uma Abordagem Ecossistêmica". Este Projeto é apoiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), sendo implementado em sete países, Brasil, África do Sul, Índia, Paquistão, Nepal, Gana e Quênia. O Projeto é coordenado em nível global pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), com apoio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). No Brasil, é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), com apoio do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO).

SUMÁRIO

Lista de figuras 4

1. Introdução 5

2. A Cajucultura no Brasil 9
2.1 Importância econômica e social 10
2.2 Status atual da cajucultura brasileira 12
2.3 Tipos de cajueiro cultivados no Brasil e implicações na produtividade 13

3. A polinização do cajueiro 15
3.1 Biologia floral do cajueiro 16
3.2 Requerimentos de polinização do cajueiro 17

4. Visitantes florais e potenciais polinizadores do cajueiro 20

5. Déficit de polinização da cajucultura brasileira 25

6. Proposta de manejo para a polinização do cajueiro 30
6.1 Propostas de cultivo que favoreçam a polinização 31
6.1.1 Escolha de áreas para implantação de novos cultivos 32
6.1.2 Recuperação do entornos de áreas de cultivo já existentes 33
6.1.3 Tipos e variedades cultivadas 33
6.1.4 Design dos pomares e arranjos de plantio 34
6.1.5 Cultivo consorciado 36

6.2 Propostas de práticas agrícolas amigáveis aos polinizadores 37
6.2.1 Recuperação da vegetação nativa no entorno da área cultivada 37
6.2.2 Disponibilizar flores fora do período de florescimento do cajueiro 38
6.2.3 Disponibilizar fontes de água para os polinizadores 39
6.2.4 Evitar práticas destrutivas aos ninhos dos polinizadores 40
6.2.5 Evitar o uso de agrotóxicos 40

6.3 Propostas de manejo de polinizadores 41
6.3.1 Disponibilização de bancos de areia para nidificação no solo 41
6.3.2 Disponibilização de substrato de madeira para nidificação 42
6.3.3 Introdução de populações de polinizadores 42
6.3.4 Manejo das populações de polinizadores 43
6.3.5 Remoção de plantas competidoras por polinização 44

7. Referências bibliográficas 45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 | O caju é formado pelo fruto do cajueiro (castanha) e o pedúnculo floral desenvolvido (a), enquanto que a amêndoa é extraída da castanha (b) 11

Figura 2 | Municípios mais expressivos na produção de castanha de caju nos estados de maior produção no Brasil 12

Figura 3 | Tipos de cajueiros cultivados nos plantios brasileiros 14

Figura 4 | Desenho esquemático das flores do cajueiro 17

Figura 5 | Flores jovens do cajueiro 17

Figura 6 | Flores do cajueiro em várias fases 19

Figura 7 | Visitantes florais e polinizadores do cajueiro 23

Figura 8 | Cajueiros com alta e baixa produção de frutos 27

Figura 9 | Cajueirais circundados por remanescentes de mata 33

Figura 10 | Duas ou mais variedades clonais de cajueiro anão devem ser cultivadas no mesmo pomar para fornecerem pólen compatível uma para outra 34

Figura 11 | Cultivos de cajueiros de centenas de hectares contínuos, paisagem homogênea e longe de matas fornecedoras de polinizadores devem ser evitados 34

Figura 12 | Tipos de arranjos de plantios de variedades clonais de cajueiro anão precoce 35

Figura 13 | Cultivos consorciados de cajueiro com outras culturas 36

Figura 14 | As abelhas do gênero *Centris* necessitam de flores fornecedoras de óleo para estabelecer populações grandes o suficiente para aumentar a produtividade do cajueiro 37

Figura 15 | A conservação das matas nativas no entorno dos cajueirais é uma prática importante para assegurar polinizadores durante o florescimento da cultura 38

Figura 16 | Flora ruderal importante para manter os polinizadores nos plantios quando os cajueiros não estão florescendo 39

Figura 17 | A disponibilização de locais adequados pode levar a formação de agregações de ninhos de abelhas solitárias, importantes polinizadores agrícolas 41

Figura 18 | Substratos vegetais disponibilizados para nidificação de polinizadores 42

Figura 19 | Introdução de polinizadores suplementares 43

Figura 20 | Competição vegetal por polinizadores 44

01
Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) é uma árvore da família Anacardiaceae, nativa do Brasil, mas que foi levada pelos colonizadores portugueses para várias de suas colônias na África e Ásia. A partir dessas localidades, a espécie espalhou-se por vários países tropicais ao redor do mundo, e hoje é economicamente importante tanto para os agricultores que o cultivam, quanto para a economia de seus países (Fontenele 1982).

O cultivo do cajueiro visa a obtenção do seu fruto, a castanha, tanto por sua amêndoa quanto pelo óleo extraído da casca, comumente chamado de LCC (Líquido da Casca da Castanha). Ambos os produtos são altamente valorizados e são usados de formas diversas, que vão desde a alimentação humana e animal com a amêndoa até uma variedade de aplicações industriais do LCC (Agostini-Costa et al. 2005; Blomhoff et al. 2006; Tullo 2008).

A produção mundial de castanha de caju oscila bastante de um ano para o outro. Os dados mais recentes disponíveis mostram que entre 2009 e 2010 ela subiu de 3.8 a 7.0 milhões de toneladas, mas caiu em 2011 para 4.2 milhões de toneladas em uma área plantada de 4.7 milhões de hectares (FAO 2013). O Brasil já foi o maior produtor mundial de castanha de caju, mas atualmente responde por apenas 5,4% do montante, ocupando a quinta colocação entre os maiores produtores, atrás do Vietnam (28,5%), Nigéria (19,3%), Índia (16,0%) e Costa do Marfim (10,7%). Juntos com o Brasil, esses países são responsáveis por mais de 80% da produção mundial de castanha de caju (FAO 2013).

A principal razão da perda de espaço do Brasil no mercado mundial de castanha de caju é a baixa produtividade da cultura no país. Enquanto a média mundial é de 893,5 kg de castanha/ha, no Brasil ela mal chega a um terço deste valor, sendo de 301,9 kg de castanha/ha (FAO 2013). Vários fatores vêm sendo apontados ao longo dos anos como os responsáveis pela baixa produtividade brasileira, tais como a falta de correção dos solos, irrigação, controle de pragas e doenças e a predominância de cajueirais velhos e improdutivos (Aquino et al. 2004; Oliveira 2007; Rossetti e Montenegro 2012). No entanto, apesar dos vários estudos e esforços empregados nessas áreas, não se tem observado melhorias na produtividade brasileira.

O cajueiro

Na verdade, a polinização parece ser o fator mais importante na produtividade do cajueiro. A elevada queda de frutos ainda muito jovens (maturis) poucos dias após a polinização levantou a suspeita de níveis de polinização abaixo do ideal ou uma polinização inadequada como sendo a principal causa da baixa produtividade nessa cultura (Reddi 1987; Freitas et al. 2002). De fato, estudos conduzidos nos últimos vinte anos encontraram déficits de polinização significantes nos plantios e comprovaram que os insetos, particularmente as abelhas, são os principais polinizadores do cajueiro (Reddi 1991; Holanda-Neto et al. 2002; Freitas et al. 2014).

O papel da polinização na produção agrícola e produtividade de muitas culturas já é bem documentado (Garibaldi et al. 2013; Milfont et al. 2013). Estima-se que um terço de toda a alimentação humana tem como origem espécies vegetais que dependem da polinização por insetos para produzirem frutos e sementes. Em termos globais, esses serviços têm sido avaliados em €153 bilhões (R$ 476 bilhões), representando cerca de 9.5% de toda a produção agrícola mundial (Vergara et al. 2014). Por essa razão, sistemas agrícolas de alta produtividade e rentabilidade, como os do melão (*Cucumis melo* L.), maçã (*Malus domestica* Borkh), kiwi (*Actinidia deliciosa* A.Chev.), amêndoas americanas (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A.Webb), dentre outros, usam a polinização como um insumo em suas cadeias produtivas, assegurando que todos os investimentos e esforços colocados no sistema de produção (preparo do solo, mudas selecionadas, irrigação, adubação, combate a pragas e doenças e demais tratos culturais) possam expressar o seu potencial no incremento da produtividade por meio de uma polinização eficiente e adequada das flores da cultura (Free 1993; Freitas e Imperatriz-Fonseca 2004).

Sendo assim, o presente plano de manejo para a polinização do cajueiro tem por objetivo alertar os produtores e demais agentes envolvidos na cadeia da cajucultura sobre a importância da polinização no incremento da produtividade desta cultura no Brasil. Visa também sugerir práticas de cultivo e manejo dos pomares e polinizadores que favoreçam uma polinização adequada, tanto em níveis de polinização quanto na qualidade desta polinização, que possam, associados às demais práticas agrícolas da cultura, maximizar o potencial produtivo dos cultivos de cajueiro no país.

"Estudos conduzidos nos últimos vinte anos encontraram déficits de polinização significantes nos plantios e comprovaram que os insetos, particularmente as abelhas, são os principais polinizadores do cajueiro

02
A cajucultura no Brasil

2.1 Importância econômica e social

O cajueiro tem sido utilizado pelo homem desde antes da descoberta do Brasil. Indígenas nativos da região de ocorrência natural da espécie já exploravam de forma extrativista tanto o pedúnculo, que usavam no consumo *in natura*, no preparo de sucos e bebidas fermentadas, quanto a castanha, que era tostada e a amêndoa consumida diretamente ou transformada em farelos e farinhas como ingredientes de outros preparos alimentícios (Lopes 2012). Os colonizadores e seus descendentes aprenderam a fazer uso da planta e também passaram a explorá-la de forma extrativista (Rossetti e Montenegro 2012).

Cajus

Embora cajueiros fossem plantados em sítios e fundos de quintais, o cultivo visando a extração e o processamento da castanha constitui uma prática bem mais recente, com os registros não ultrapassando sessenta anos atrás. Apesar de relativamente nova, a cajucultura já constitui uma atividade tradicional no Nordeste, e desempenha a importante função de gerar um fluxo de renda para o agricultor nordestino no período de agosto a dezembro, época do ano em que as demais culturas normalmente estão na entressafra. Além disso, em muitos municípios nordestinos a cajucultura é a única atividade geradora de recursos monetários para os agricultores pobres por meio da venda da castanha de caju, já que os produtos gerados pelos demais cultivos (feijão, milho, mandioca, arroz, etc.) geralmente são destinados ao consumo da família. Dessa forma, o cultivo do cajueiro mostra-se adequado e de grande relevância para às condições socioeconômicas da agricultura familiar na região (Guanziroli et al. 2009).

A cajucultura também é importante atividade geradora de empregos no Nordeste. Somando-se à mão de obra necessária para o desenvolvimento da atividade agrícola em si nas propriedades rurais, principalmente a colheita que é toda manual, algumas etapas do processamento agroindustrial como a seleção e corte das castanhas, a despeliculagem e a classificação das amêndoas, também demandam a utilização intensiva de mão de obra, necessárias para complementar e auxiliar algumas etapas atualmente mecanizadas (Figueirêdo Júnior e Sostowski 2010).

Por outro lado, a atividade também apresenta potencial para exploração em larga escala e tem sido desenvolvida, recentemente, por empresas agrícolas de médio e grande porte, a partir da implantação da cajucultura comercial no Nordeste na década de 1970, com o apoio da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene). Mecanismos de incentivo fiscal como o Fundo de Investimentos Setoriais (Fiset), para reflorestamento com cajueiros, e o Fundo de Investimentos do Nordeste (Finor), para o desenvolvimento da indústria processadora de castanha foram utilizados na época para estimular a atividade. Esses incentivos possibilitaram o plantio de aproximadamente 300 mil hectares de cajueiro, e a implantação das dez grandes indústrias processadoras de Fortaleza, Mossoró e Teresina. Na Serra do Mel, no Rio Grande do Norte, hoje uma das áreas de maior produção do estado, o governo estadual usou a colonização rural por meio de assentamentos como um instrumento adicional de incentivo à atividade (Guanziroli et al. 2009).

Figura 1 – O caju é formado pelo fruto do cajueiro (castanha) e o pedúnculo floral desenvolvido (a), enquanto que a amêndoa é extraída da castanha (b). Fonte: Breno M. Freitas.

A geração de renda para pequenos e grandes produtores e divisas para os Estados e União, haja vista a significativa demanda dos mercados internacionais pelos diversos tipos de castanha, constitui uma característica única da cajucultura no Nordeste. Atualmente, o cajueiro é uma das únicas culturas “cash crops” dos agricultores da região, especialmente no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, e

tem gerado receitas entre US$ 185,7 e 250 milhões/ano para o Nordeste (Guanziroli et al. 2009; CONAB 2013).

A exploração da castanha de caju gera como subproduto o pedúnculo, cuja produção é indissociável do fruto (Fig. 1). O pedúnculo pode chegar a representar mais de 90% do conjunto castanha-pedúnculo (o caju propriamente dito) e geralmente é deixado no campo durante a colheita. A utilização industrial do pedúnculo de caju ainda representa uma fração mínima da produção total e é direcionada principalmente para o mercado interno com a produção de sucos e doces, em sua maioria restrita ao consumo local, nas zonas produtoras. Essas indústrias geram resíduos conhecidos popularmente como bagaço de caju, que pode ser reaproveitado para enriquecimento da ração animal ou descartado por falta de incentivo do uso deste subproduto na formulação de ração ou para outros fins (Pinho 2009).

2.2 Status atual da cajucultura brasileira

A produção e a produtividade brasileira de castanha de caju são baixas, tendo sido de apenas 230 mil toneladas para 764,5 mil ha de área colhida e uma produtividade de apenas 301,9 kg de castanha/ha em 2011 (FAO 2013). Por outro lado, os maiores produtores mundiais apresentaram desempenho bem superior no mesmo período: Vietnã (1,2 milhões de toneladas), Nigéria (813 mil toneladas); Índia (674 mil toneladas) e Costa do Marfim (452 mil toneladas), enquanto que a produtividade média mundial chegou a 893,5 kg de castanha/ha, e os países líderes atingiram produtividade acima de 1.000 kg de castanha/ha (FAO 2013).

A cajucultura brasileira concentra-se no Nordeste do país, responsável por 93,2% da produção nacional de castanha de caju. Nesta região, os estados do Ceará (46,3%), Piauí (17,5%) e Rio Grande do Norte (22,2%) produzem 86% da produção brasileira (CONAB 2013). Embora o cultivo do cajueiro seja disseminado de forma geral por esses estados, algumas áreas se destacam por concentrarem grande número de produtores, área plantada e/ou produção (Fig. 2).

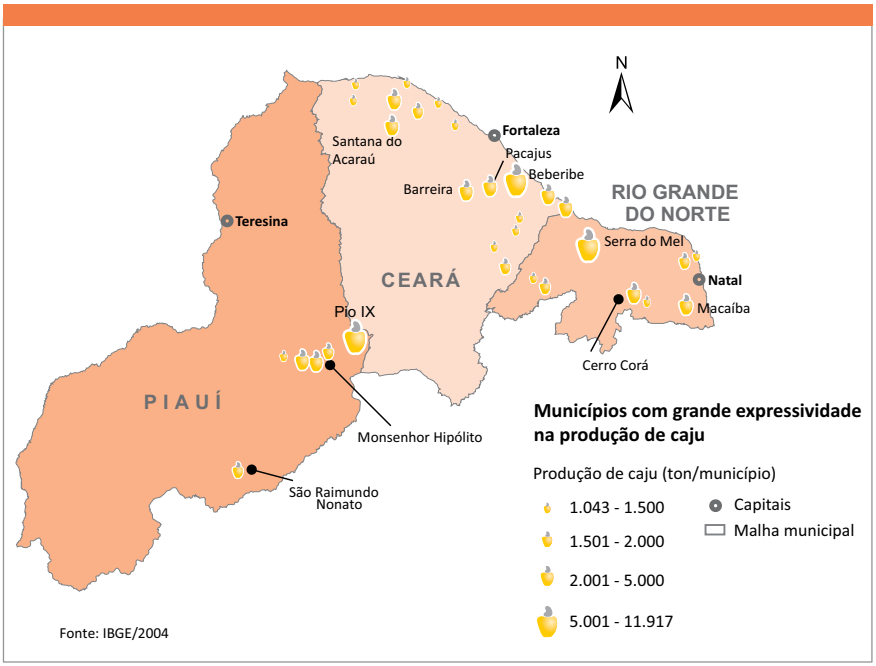

Figura 2 – Municípios mais expressivos na produção de castanha de caju nos estados de maior produção no Brasil. Fonte: CONAB, 2013.

O baixo rendimento dos cajueirais tem sido apontado como um dos principais obstáculos para o desenvolvimento da cajucultura no Brasil. Isso se deve tanto pelo fato de que maioria da área plantada está em produção há mais de 30 anos, portanto já em fase de declínio da produção, como também ao baixo nível tecno-

lógico empregado nos cultivos, que são praticamente semiextensivos (Guanziroli et al. 2009; Rossetti e Montenegro 2012).

Tentando contornar o problema, a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) passou a desenvolver e investir em novas tecnologias, como o desenvolvimento de variedades anãs e produção precoce, a formação de pomares com clones de produção elevada e uniforme e a substituição das copas de cajueiros velhos por material genético selecionado, entre outras (Oliveira 2007; Crisóstomo et al. 2002; Rossetti e Montenegro 2012).

Para viabilizar a expansão do caju com base nessas variedades, em 1998 formou-se um grupo de trabalho denominado Plataforma Caju, com o apoio do Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio a Microempresa), Embrapa, FAEC (Federação de Agricultura do Estado do Ceará), FIEC (Federação da Indústria do Estado do Ceará) e BNB (Banco do Nordeste do Brasil). Como parte desse esforço, o BNB ampliou o financiamento para o plantio de cajueiro anão precoce e para abertura de fábricas de processamento de castanha (minifábricas e cooperativas). O BNB também passou a incentivar o plantio de cajueiro anão por meio do Programa Nacional de Agricultura Familiar (Pronaf) e dando garantia de assistência técnica, pela Emater e ONGs. Posteriormente, a Fundação Banco do Brasil investiu recursos consideráveis na abertura de minifábricas e cooperativas centrais de comercialização, principalmente na região da Serra do Mel, no Rio Grande do Norte (Guanziroli et al. 2009; Rossetti e Montenegro 2012).

Apesar desses incentivos e das novas tecnologias, a produtividade dos cajueirais brasileiros aumentou pouco. Depois de um início animador, quando a produtividade média de castanha dos plantios subiu 100 kg em apenas 11 anos, (de 250 para 350 kg de castanha/ha entre 1995 e 2006), atingindo uma produção nacional de 220 mil toneladas, a produtividade recuou nos últimos cinco anos (301,9 kg/ha em 2011) enquanto que a produção total de castanha praticamente estagnou, tendo crescido apenas 10 mil toneladas entre 2006 e 2011 (FAO 2013).

2.3 Tipos de cajueiro cultivados no Brasil e implicações na produtividade

A cajucultura brasileira baseia-se no cultivo de dois tipos de cajueiros; o cajueiro comum ou gigante e o cajueiro anão precoce (Fig. 3). Ambos pertencem a mesma espécie, mas diferem marcadamente em algumas características importantes para o desenvolvimento de uma agricultura tecnificada, moderna e produtiva.

O cajueiro comum é o tipo que ainda predomina nos cajueirais brasileiros, como consequência da facilidade de obtenção de sementes e as práticas de incentivo da cajucultura desenvolvidas no início dos anos da década de 1970, quando ele era o único material disponível. Esse tipo de cajueiro pode chegar até 20 metros de altura e 15 metros de diâmetro, embora na maioria dos plantios comerciais não passe dos 10 metros de altura. Mesmo assim, tais dimensões dificultam uma série de práticas agrícolas como a poda, pulverização foliar, controle de pragas, prevenção de doenças e seleção de frutos, dentre outras. Além disso, o porte das plantas demanda grandes áreas para o plantio e limita o número de árvores cultivadas por unidade de área. Desta forma, a cajucultura desenvolvida com o cajueiro comum é praticamente uma atividade semiextensiva onde a maioria das praticas agrícolas são pouco aplicadas ou não aplicadas de forma alguma (Cavalcanti e Barros 2009; Rossetti e Montenegro 2012).

O cajueiro anão precoce, por sua vez, engloba um grupo de variedades de cajueiros de pequeno porte selecionadas e desenvolvidas pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) a partir de trabalhos iniciados com uma planta anã identificada pela EPACE (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Esta-

> Torna-se necessário considerar o papel desempenhado por outros fatores, como o déficit de polinização, na baixa produtividade nacional

do do Ceará). A principal característica do cajueiro anão é o seu pequeno porte (2 a 4 metros de altura e 7 metros de diâmetro da copa), o que permite o cultivo do cajueiro de forma intensiva com a aplicação de todas as práticas agrícolas necessárias para cada estágio do desenvolvimento da cultura. Além disso, essas variedades foram selecionadas para iniciar a produção comercial em um período de tempo bem menor do que o cajueiro comum, por serem mais produtivas e atenderem certas demandas do mercado, como o tamanho da castanha e sua resistência a quebra durante o processamento e firmeza e teor de açúcar da polpa (Barros et al. 2000; Crisóstomo et al. 2002; Cavalcanti et al. 2003).

A estratégia recente de desenvolvimento da cajucultura no Brasil tem se concentrado na conversão da atividade semiextrativista com o cajueiro comum, baseada em plantios com idade avançada feitos a partir de material genético não selecionado e poucas práticas agronômicas, para uma atividade intensiva, usando-se as variedades anãs precoces e um sistema de produção pautado na agricultura moderna.

No entanto, levando-se em conta que a área plantada com cajueiros tem sido renovada e expandida, novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e implementadas e, mesmo assim, a produtividade brasileira continua muito abaixo de outros países produtores com condições agrícolas e tecnológicas até inferiores às do Brasil, torna-se necessário considerar o papel desempenhado por outros fatores, como o déficit de polinização, conforme definido por Vaissière et al. (2011), na baixa produtividade nacional.

Figura 3 – Tipos de cajueiros cultivados nos plantios brasileiros: a – cajueiro comum ou gigante; b – cajueiro anão precoce. Fonte: Breno M. Freitas.

03
A polinização do cajueiro

3.1 Biologia floral do cajueiro

O cajueiro é uma planta andromonóica, ou seja, possui flores estaminadas (masculinas) e perfeitas (hermafroditas) na mesma inflorescência. As inflorescências, por sua vez, são panículas terminais que podem produzir durante sua vida entre 200 e 1600 flores. No período de florada, cada árvore chega a produzir em média cem inflorescências de várias idades diferentes (Freitas 1994; Cavalcanti e Barros 2009). A relação entre flores masculinas e hermafroditas varia bastante em função do estágio de florescimento da planta e do material genético estudado, podendo oscilar de 0,5 a 25 flores masculinas para cada flor hermafrodita (Damodaran et al. 1979; Free 1993).

Flores do cajueiro

As flores são pequenas (4,7 a 5,5 mm de diâmetro) e possuem cinco pétalas brancas no momento da abertura, mas que mudam de cor para róseo e depois vermelho ao longo dos próximos quatro dias antes de murcharem e caírem. Os dois tipos de flores secretam néctar e possuem de 6 a 10 estaminóides com no máximo 5% de pólen viável e um estame grande cuja viabilidade do pólen supera os 90% (Figs. 4 e 5). A produção de pólen é baixa, sendo apenas de 800 a 1.000 grãos no estame e entre 116 e 175 em cada estaminoide.

A flor hermafrodita possui um estilete longo que assume a mesma posição do estame da flor masculina, mas o seu próprio estame é mais curto que o estilete. O ovário é superior e contém apenas um óvulo, portanto necessitando de apenas um grão de pólen viável e compatível para vingar o fruto (Figs. 4 e 5). As flores masculinas, por sua vez, possuem um ovário rudimentar sem óvulo e não podem vingar frutos (Free 1993; Freitas et al. 2002).

As flores masculinas abrem cedo do dia e geralmente começam a liberar pólen tão logo a temperatura atinge 28º C, o que no Nordeste brasileiro ocorre por volta das 7h da manhã. As flores hermafroditas, por sua vez, abrem a partir das 10h e já estão receptivas para serem polinizadas (Damodaran et al. 1979; Freitas 1995a).

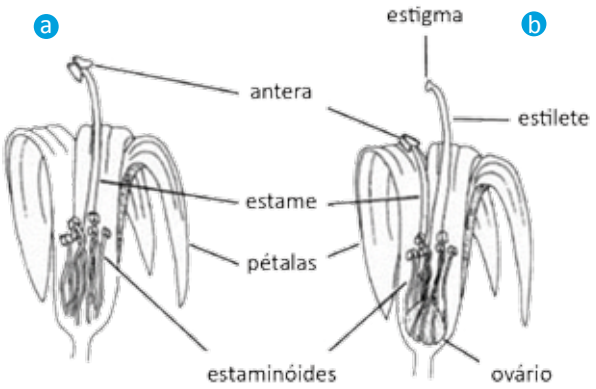

Figura 4 – Desenho esquemático das flores do cajueiro: a – flor estaminada (masculina); b – flor perfeita (hermafrodita). Fonte: adaptado de Freitas e Paxton, 1998.

Figura 5 – Flores jovens do cajueiro: flor estaminada (masculina) em primeiro plano; flor perfeita (hermafrodita) em segundo plano. Fonte: Epifânia E.M. Rocha.

3.2 Requerimentos de polinização do cajueiro

Trabalhos sobre a biologia floral do cajueiro conduzidos na Índia ainda na década de 1950 sugeriram que suas flores seriam polinizadas pelo vento devido

a grande relação entre flores masculinas e hermafroditas, sua origem litorânea onde os ventos são mais fortes e os insetos menos abundantes (Haarer 1954; Aiyadurai e Koyamu 1957; Rao e Hassan 1957). Essa suposição perdurou até o final da década de 1980 e início da década seguinte quando a elevada queda de frutos jovens (maturis) levantou a suspeita de déficit de polinização ou polinização inadequada. Estudos detalhados então demonstraram que os insetos, especialmente as abelhas, são os polinizadores do cajueiro e o vento não desempenha qualquer papel relevante no processo (Reddi 1987; 1991; Freitas e Paxton 1996). A falta de conhecimentos sobre o processo de polinização do cajueiro e a grande dependência que essa cultura tem dos polinizadores bióticos fez com que todos os esforços de aumento de produtividade ao longo de décadas ignorassem totalmente possíveis déficits de polinização.

De forma semelhante, poucos esforços foram feitos para elucidar o sistema de acasalamento do cajueiro. Os poucos estudos realizados apenas sugerem que a planta vingaria tanto por alogamia ou polinização cruzada (pólen vindo de outra planta), geitonogamia (pólen vindo de outra flor da mesma planta), quanto por autopolinização (pólen oriundo da mesma flor), mas sem determinar as taxas de cada tipo de acasalamento (Northwood 1966; Reddi 1987; Cavalcanti e Barros 2009). Esse possível sistema misto de acasalamento também levou a crer que o cajueiro não apresentaria nenhum sistema de autoincompatibilidade (Faluyi 1983). Contudo, pesquisas recentes sugerem que o cajueiro apresenta uma autoincompatibilidade parcial ou alguma forma de autoinfertilidade (depressão endogâmica), que pode variar de leve a severa, dependendo da proximidade genética das plantas (Holanda Neto et al. 2002; Wunnachit et al. 1992; Holanda Neto 2008).

A autoincompatibilidade parcial do cajueiro seria de ação tardia, como observada em outras espécies de Anacardiaceae (Holanda Neto et al. 2002). Nessa situação, os tubos polínicos dos grãos de pólen compatíveis e incompatíveis germinam no estigma das flores hermafroditas, crescem pelo estilete e chegam rapidamente ao ovário (Wunnachit et al. 1992; Holanda Neto 2008). No entanto, a fusão dos gametas pode ser retardada por vários dias e nesse intervalo de tempo, fitormônios produzidos pelo tubo polínico estimulam o crescimento do ovário fazendo com que cerca de sete dias após ele pareça um pequeno fruto. No caso do caju não está claro se o óvulo não é fertilizado ou o zigoto formado é logo abortado quando o material genético daquele grão de pólen for incompatível, impedindo o desenvolvimento do embrião dentro do ovário. De qualquer forma, o fato é que quando os fitormônios produzidos pelo tubo polínico se esgotam, cerca de nove a 15 dias após a po-

> O cajueiro apresenta uma autoincompatibilidade parcial ou alguma forma de autoinfertilidade, que pode variar de leve a severa, dependendo da proximidade genética das plantas

linização ter ocorrido, o ovário é abortado. No entanto, se o grão de pólen for compatível, a fusão dos gametas ocorre e o embrião se desenvolve assumindo a produção dos fitormônios até a maturação do fruto. Após o período crítico da fecundação do óvulo e formação inicial do embrião, o fruto se desenvolve bem e qualquer aborto posterior não está mais relacionado a polinização, mas provavelmente a outras causas como pragas e doenças. O cajueiro, portanto, possui um sistema misto de acasalamento no qual a polinização cruzada produz maior vingamento devido a autoincompatibilidade parcial (Wunnachit et al. 1992; Freitas et al. 2002; Holanda Neto 2008).

Dessa forma, o cajueiro requer polinizadores bióticos para transferir o pólen entre as flores de plantas geneticamente compatíveis, para o vingamento do fruto. Os momentos diferentes de abertura das flores masculinas e hermafroditas forçam os polinizadores a visitarem as flores masculinas primeiro, onde adquirem pólen em seus corpos podendo depositá-los posteriormente nos estigmas das flores hermafroditas, quando essas abrem mais tarde naquele dia (Figs. 6a,b). A polinização das flores hermafroditas deve acontecer principalmente nas primeiras quatro horas após a sua abertura, quando a receptividade dos estigmas é alta. Após esse período, a receptividade cai abruptamente e, embora algumas flores possam permanecer receptivas por até 48 horas após a abertura, elas representam menos de 3% do total e são pouco relevantes em termos de produção agrícola (Fig. 6c). A viabilidade do pólen apresenta um padrão semelhante, sendo altamente viável quando a antera abre e libera os grãos de pólen, mas cai rapidamente após as primeiras quatro horas (Freitas e Paxton 1998; Freitas et al. 2002).

O período relativamente longo entre a polinização da flor e o vingamento efetivo do fruto explica a elevada queda de maturis (fruto jovem do cajueiro) observada na maioria dos cultivos. Ao contrário do que comumente se acredita, essa queda não constitui o aborto do fruto, pois na verdade não havia um fruto em formação, mas somente o ovário distendido (Fig. 6d). Por isso, flores autopolinizadas ou que recebem pólen de outras plantas geneticamente muito próximas podem apresentar altas taxas de queda de maturis devido ao não vingamento dos frutos causado pela autoincompatibilidade parcial. No entanto, como a autoincompatibilidade não é total, uma pequena proporção das flores polinizadas produzirá alguns frutos, o que explica a baixa produtividade (Holanda Neto et al. 2002).

Portanto, as flores hermafroditas do cajueiro precisam ser polinizadas até quatro horas após a abertura. O pólen deve vir de plantas geneticamente compatíveis e os visitantes florais presentes nesse período crítico de polinização e que favoreçam a polinização cruzada constituem os polinizadores efetivos do cajueiro. Esses fatores são essenciais para assegurar uma elevada produtividade agrícola.

Figura 6 – Flores do cajueiro em várias fases: a – masculinas, velhas sem pólen; b – masculinas, jovens com pólen disponível e viável; c – hermafrodita, velha e pouca ou nenhuma receptividade; d – hermafrodita, velha, sendo possível observar o início do crescimento do ovário. Fonte: Epifânia E.M. Rocha.

04
Visitantes florais e potenciais polinizadores do cajueiro

Várias espécies de insetos têm sido relatadas visitando as inflorescências do cajueiro em cultivos agrícolas, principalmente formigas, abelhas, borboletas, mariposas e vespas (Free e Williams 1976; Freitas et al. 2002; Bhattacharya 2004). Embora diversos estudos tenham sugerido um ou grupo desses insetos como polinizadores efetivos do cajueiro, nem todo visitante floral é, de fato, um polinizador. As formigas, incluindo *Camponotus*, são comuns nas inflorescências dos cajueiros, mas normalmente se restringem a coletar néctar de nectários extraflorais e não tocam nos órgãos reprodutivos das flores.

Apis mellifera visitando flor do cajueiro

De forma semelhante, a maioria das vespas buscam presas nas flores e também não entram em contato com as anteras e estigmas. Outros insetos como borboletas e mariposas, além de pouco frequentes nas flores dos cultivos de cajueiro não discriminam entre as flores novas com pólen fresco e estigma receptivo e aquelas velhas que não conseguem mais vingar frutos, visitam as flores fora do horário de liberação de pólen altamente viável e/ou maior receptividade do estigma, ou tarde do dia ou à noite, quando não há mais pólen disponível nas flores e a maioria dos estigmas não está mais receptivo. Além disso, alguns visitantes florais não apresentam constância às flores do cajueiro alternando frequentemente entre as flores do cultivo e as de espécies silvestres que ocorrem na área (Freitas e Paxton 1996; Freitas et al. 2002).

Moscas e mariposas têm sido apontadas como polinizadores importantes do cajueiro devido a observações pontuais de muitos indivíduos visitando flores de cajueiro em certas localidades. No entanto, não existem estudos que demonstrem a eficiência desses insetos como polinizadores do cajueiro. Na verdade, considerando o curto intervalo de tempo que as flores permanecem receptivas e o comportamento das moscas em flores, parece pouco provável que elas possam transferir grandes quantidades de pólen compatível e viável enquanto os estigmas ainda estão receptivos. No caso de mariposas, geralmente quase não há pólen disponível e estigmas receptivos quando elas visitam as flores no final da tarde ou início da noite, embora ainda possam polinizar uma ou outra flor. De qualquer maneira, fica claro que as moscas e mariposas podem ocasionalmente polinizar algumas flores e até contribuir para o incremento da produtividade do cajueiro, mas não constituem os principais polinizadores do cajueiro.

A maioria dos estudos conduzidos sobre a polinização do cajueiro tem apontado as abelhas como principais polinizadores (Reddi 1991; Free 1993; Freitas e Paxton 1996; 1998). Além de serem os visitantes florais mais abundantes, as abelhas também apresentam comportamento de forrageio adequado para a polinização das flores do cajueiro (Figs. 7a-f). Elas apresentam constância floral visitando somente flores de cajueiro e não alternando com flores de outras espécies vegetais, possuem horário de visita às flores coincidindo com os momentos de maior viabilidade de pólen e receptividade dos estigmas, entram em contato com as anteras com a mesma área do corpo que faz contato com o estigma propiciando a transferência de pólen entre eles, reconhecem e visitam apenas as flores jovens (brancas) que ainda possuem pólen fresco e estigmas receptivos e carregam grande quantidade de pólen nos pelos do corpo (Freitas e Paxton 1996; Freitas 1997a). As abelhas sociais ainda apresentam a vantagem de possuírem colônias numerosas, podendo estar presentes no cultivo em grandes números. Por isso, a abelha-melífera (*Apis mellifera*) tem sido usada para a polinização de cajueirais em vários países e, recentemente, espécies de abelhas sem ferrão e solitárias foram apontadas como polinizadores importantes do cajueiro no Brasil (Freitas 1994; Aidoo 2009; Freitas et al. 2014) (Tabela 1).

"Além de serem os visitantes florais mais abundantes, as abelhas também apresentam comportamento de forrageio adequado para a polinização das flores do cajueiro

Outros visitantes florais como diversas espécies de abelhas solitárias, besouros, outros insetos e até pássaros, podem também ser capazes de polinizar algumas flores do cajueiro (Figs. 7c-h). No entanto, eles normalmente apresentam poucos indivíduos nos cultivos e podem contribuir pouco para a alta produtividade almejada em plantios comerciais, onde um polinizador abundante e eficiente é necessário (Freitas e Paxton 1998; Freitas e Pereira 2004). Mesmo assim, trabalhos recentes com várias culturas agrícolas têm mostrado que esses relativamente escassos polinizadores silvestres podem desempenhar um papel essencial na polinização porque a soma de seus serviços pode ser significante (Garibaldi et al. 2013; Milfont et al. 2013; Freitas et al. 2014).

Portanto, as flores do cajueiro devem receber uma quantidade adequada de visitas, tanto de colônias de abelhas manejadas e introduzidas no cultivo para esse fim, quanto de uma diversidade de polinizadores silvestres, para que vingue o maior número de frutos possível e a produtividade seja maximizada.

Figura 7 – Visitantes florais e polinizadores do cajueiro: a – abelha melífera (*Apis mellifera*); b – abelha arapuá (*Trigona spinipes*); c – abelha mamangava (*Xylocopa* sp.); d – abelha solitária Anthidiini; e - abelha solitária *Centris flavifrons*; f - abelha solitária *Centris tarsata*; g – besouro; e h – beija-flor. Fonte: Breno M. Freitas e Epifânia E.M. Rocha.

Tabela 1 – Alguns táxons e espécies de abelhas efetivas ou potenciais na polinização do cajueiro.

Espécie	Justificativa
Apis mellifera	Espécie mais comum nos cajueirais e mais utilizada para a polinização. Comprovadamente eficiente (Freitas e Paxton 1998).
Melipona subnitida	Abelha sem ferrão nativa do Nordeste brasileiro, visitante do cajueiro e com alguns criatórios já estabelecidos na região (Nogueira-Neto 1997).
Trigona spinipes	Abelha sem ferrão nativa de todo o Brasil. Visita e poliniza as flores do cajueiro, mas pode danificar flores e frutos na ausência de recursos naturais necessários (Freitas et al. 2014).
Centris spp.	Gênero de abelhas solitárias silvestres. Os adultos visitam as flores do cajueiro em busca de néctar e são polinizadoras eficientes, especialmente *C. tarsata*. Normalmente são pouco presentes nos cajueirais por falta de plantas com flores fornecedoras de óleos usados na confecção dos ninhos e alimentação das crias (Freitas e Pereira 2004).
Xylocopa spp.	Gênero de abelhas solitárias de grande porte bastante comum em todo o país, mas *X. griscescens* e *X. frontalis* são as mais comuns nos cajueirais. São polinizadoras comprovadamente eficientes de várias culturas e há experiências bem sucedidas de criatório em ninhos-armadilha e ninhos-racionais (Freitas e Oliveira Filho 2001).
Bombus brevivillus	Única espécie de *Bombus* comprovadamente nativa na região (Silveira et al. 2002). Visita flores de cajueiro e é um polinizador potencial dessa cultura.

Fonte: Freitas (2009), Rede de pesquisa dos polinizadores da cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) no Brasil. Fortaleza, 2009.

05
Déficit de polinização da cajucultura brasileira

Os cajueirais brasileiros são predominantemente formados por plantas do tipo comum, produzidas a partir de sementes coletadas ou compradas pelos agricultores sem muita preocupação com o uso de variedades ou cultivares selecionadas (Rossetti e Montenegro 2012). Como consequência, cada árvore do plantio possui uma constituição genética única e difere substancialmente das demais em características como a altura, qualidade do fruto, tolerância à falta de água ou a solos salinos, resistência a pragas e doenças, potencial de produção, etc. (Cavalcanti e Barros 2009).

Frutos jovens (maturis)
Fonte: Breno M. Freitas

No que diz respeito à polinização, essas diferenças se expressam na duração das floradas, proporção de flores masculinas/hermafroditas, volume, concentração e açúcar total do néctar das flores, etc., afetando a atração do polinizador para a planta e, consequentemente, a sua eficiência de polinização (Free 1993; Freitas 1997a,b). Normalmente, essa é a razão pela qual as vezes pode-se observar centenas de abelhas visitando as flores de uma planta, enquanto que a sua vizinha possui poucas ou nenhuma abelha. Da mesma maneira, uma planta pode produzir muitos frutos enquanto outra planta quase não produz frutos (Figs. 8a,b). Essas diferenças resultam em uma produção desigual entre as plantas de um mesmo plantio e entre plantios de uma mesma região. Segundo Cavalcanti e Barros (2009), a produção observada por planta de cajueiro comum varia de menos que 1kg a cerca de 100kg de castanha por planta/safra.

Considerando os requerimentos de polinização do cajueiro em função da autoincompatiblidade parcial da espécie, a diversidade genética dos plantios de cajueiro comum pode contribuir significativamente para reduzir ou evitar déficits de polinização. Nesse caso, qualquer grão de pólen transferido entre plantas com material genético diferente seria potencialmente compatível e, considerando que apenas um grão de pólen é necessário para fertilizar o único óvulo e vingar o fruto, as chances de cada flor hermafrodita ser polinizada adequadamente passam a depender mais da abundância de polinizadores e suas eficiências de polinização do que da compatibilidade genética entre as plantas que compõe o plantio.

Figura 8 – Cajueiros com alta e baixa produção de frutos: a – planta com grande carga de frutos em vários estágios de desenvolvimento e ainda florescendo; b – planta com baixo vingamento de frutos e ainda florescendo. Fonte: Breno M. Freitas.

Isso não quer dizer, no entanto, que a autoincompatiblidade parcial não ocorra em cultivos de cajueiro comum. O grande tamanho das plantas favorece a ocorrência de geitonogamia (quando a polinização ocorre entre flores da mesma planta), porque os polinizadores têm o comportamento de visitarem várias flores da mesma inflorescência ou inflorescências próximas antes de mudarem para outra planta vizinha (Free 1993; Freitas 1995a). Sendo assim, as primeiras flores visitadas na nova planta recebem pólen da planta anterior, mas à medida que o visitante floral visita mais flores daquela mesma planta, ele esgota o pólen que trouxe da planta anterior e passa a transferir pólen entre as flores da nova planta. Quanto maior a planta e mais flores ela possuir, maior será tendência do visitante floral permanecer naquela planta e visitar mais flores antes de mudar para outra planta. Nessa situação, como o pólen é geneticamente muito próximo (originado na própria planta), a autoincompatibilidade pode ocorrer.

Na verdade, a geitonogamia é o tipo de polinização que predomina em cajueiros nativos, em função de nem sempre haver outra planta muito próximo ou o fluxo de pólen entre as plantas não ser o adequado e isso pode acarretar em severos déficits de polinização (Holanda Neto 2008; Vaissière et al. 2011). Porém, como os grãos de pólen incompatíveis não fertilizam o óvulo, desde que o estigma receba pelo menos um grão de pólen compatível enquanto ainda estiver receptivo, a predominância da geitonogamia não deve interferir na

> O uso de um material genético mais uniforme selecionado tanto para características agronômicas desejáveis quanto para promover a polinização cruzada pelos polinizadores, aumentaria o nível e a qualidade da polinização

polinização adequada e na alta produtividade das plantas quando polinizadores eficientes em promover a polinização cruzada entre as plantas estejam presentes na área (Wunnachit et al. 1992). Por isso, embora os cajueiros comuns dos cultivos brasileiros em geral não sejam selecionados, não apresentem grande potencial produtivo ou não recebam cuidados agronômicos adequados, algumas plantas apresentam boa produtividade devido às condições daqueles cultivos que favorecem a polinização cruzada adequada.

Ponderando as práticas de cultivo e a questão da polinização, o uso de um material genético mais uniforme, selecionado tanto para características agronômicas desejáveis quanto para promover a polinização cruzada pelos polinizadores, aumentaria o nível e a qualidade da polinização e, consequentemente, a produtividade da cultura (Holanda Neto et al. 2002). Nessa linha de pensamento, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) tem investido esforços no desenvolvimento de variedades clonais de cajueiro anão precoce visando tornar a cajucultura brasileira uma atividade mais intensiva e produtiva. Essas variedades, além de serem selecionadas para atender certas demandas de mercado e condições ecológicas distintas que permitiriam a expansão da cajucultura para outros ecossistemas brasileiros, também possuem características agronômicas desejáveis como um potencial de produção por planta mais elevado, e uniformidade no tamanho e formato das plantas que permitem o cultivo do cajueiro aplicando todas as práticas agrícolas recomendadas para cada estágio da cultura (Barros et al. 2000; Crisóstomo et al. 2002; Cavalcanti et al. 2003). Como resultado, as variedades de cajueiro anão precoce têm sido recomendadas para o estabelecimento de novos cultivos, substituição da copa de plantios velhos e improdutivos feitos a partir de sementes ou simplesmente o replantio dessas áreas com uma das novas variedades (Oliveira 2007; Rossetti e Montenegro 2012).

As variedades anãs precoces, no entanto, possuem um problema do ponto de vista da polinização. Como todas derivam de uma única planta a partir de um processo de seleção iniciado no final da década de 1960, elas são geneticamente muito próximas. Além disso, após uma variedade ter sido estabelecida a sua propagação passa a ser predominantemente por reprodução assexual, o que resulta em mudas clonadas para povoar os plantios que, por sua vez, são constituídos com apenas uma variedade (Cavalcanti e Barros 2009). Porém, como todas as plantas no plantio pertencem a mesma variedade e são clones, toda a polinização que ocorre naquele cultivo é tecnicamente uma autopolinização, mesmo que o pólen seja transportado entre duas plantas ‘diferentes’. Nessa situação, a

presença, abundância e eficiência dos polinizadores em promover a polinização cruzada são irrelevantes, porque todo o material genético existente no plantio é basicamente o mesmo (Delaplane et al. 2013).

Consequentemente, em plantios de cajueiro formados por uma única variedade clonal de cajueiro anão precoce, todas as plantas são geneticamente idênticas, e embora as variedades tenham sido selecionadas para uma alta produção de castanhas, a autoincompatibilidade parcial ou autoesterilidade do cajueiro reduz drasticamente a produtividade. Isso é agravado ainda mais porque algumas variedades anãs apresentam baixa viabilidade de pólen, chegando a níveis de apenas 33% (cerca de um terço da viabilidade do pólen do cajueiro comum), provavelmente devido ao processo endogâmico pelo qual elas foram desenvolvidas (Freitas 1995a; Cavalcanti e Barros 2009). De fato, estudos com algumas dessas variedades mostram que o estigma recebe uma carga média de 33 grãos de pólen para vingar o fruto, sugerindo que a grande maioria desses grãos não é adequada para a polinização por não serem viáveis ou compatíveis (Freitas 1995a; Freitas e Paxton 1998). Como consequência, variedades desenvolvidas com a expectativa de produzirem cerca de 1.200 kg de castanha/ha mal chegam a um terço dessa produtividade devido aos altos déficits de polinização observados nos cultivos (Barros et al. 2000; Freitas et al. 2014).

Portanto, as iniciativas de desenvolver variedades selecionadas e potencialmente mais produtivas só se tornarão efetivas em aumentar a produtividade da cajucultura brasileira se forem levados em consideração os requerimentos de polinização do cajueiro e tomadas medidas que venham a mitigar os elevados déficits de polinização atuais.

"Iniciativas de desenvolver variedades selecionadas e potencialmente mais produtivas só se tornarão efetivas em aumentar a produtividade se forem levados em consideração os requerimentos de polinização do cajueiro

06
Proposta de manejo para a polinização do cajueiro

Os resultados dos estudos recentes sobre a biologia floral, requerimentos de polinização e polinizadores do cajueiro demonstram que o déficit de polinização adequada nos cultivos é um dos fatores determinantes da baixa produtividade brasileira desta cultura. Baseado nessas informações, o presente plano de manejo apresenta algumas propostas de cultivo, práticas agrícolas amigáveis aos polinizadores e manejo de polinizadores visando promover a polinização efetiva nos cajueirais, com consequente redução ou eliminação de déficits de polinização e aumentos significativos de produtividade.

6.1 Propostas de cultivo que favoreçam a polinização

O cultivo do cajueiro, tanto do tipo comum feito a partir de sementes quanto as variedades anãs clonais, nunca levou em consideração a necessidade de polinização predominantemente cruzada dessa planta. Sendo assim, os plantios têm sido implantados em áreas e da forma que mais convém ao produtor, e não onde e da forma que melhor favoreçam os serviços de polinização da cultura.

Pomar em produção
Fonte: Breno M. Freitas

Fatores como a escolha das áreas para a implantação de novos cultivos, recuperação dos entornos de áreas de cultivo já existentes, tipos e variedades de cajueiros cultivadas, arranjos de plantio e o uso de cultivos consorciados com outras culturas podem atrair polinizadores para as áreas de cajueiro, bem como favorecer a ocorrência de polinização cruzada em taxas bem superiores as verificadas atualmente, diminuindo significativamente a queda de maturis e aumentando os índices de produtividade.

6.1.1 Escolha de áreas para implantação de novos cultivos

As pesquisas recentes conduzidas com vários cultivos, inclusive o próprio cajueiro, têm demonstrado que a presença de uma maior diversidade e abundância de visitantes florais visitando as flores da cultura aumentam significativamente a produtividade, comparativamente aos cultivos com poucos polinizadores, tanto manejados quanto silvestres (Flores et al. 2012; Garibaldi et al. 2013; Milfont et al. 2013; Freitas et al. 2014).

No caso específico do cajueiro, Freitas et al. (2014) mostram que áreas distando no máximo 1 km reservas de matas com 100 ha de área ou mais são as que apresentam a maior diversidade de espécies polinizadoras e as maiores produtividades quando comparadas com áreas distando mais que 2,5 km de distância. Além disso, entre as áreas próximas dessas grandes reservas de matas (menos de 1 km de distância), aquelas circundadas por pequenos remanescentes de mata nativa (cerca de 5 ha) são as que alcançam os melhores índices de diversidade de espécies de polinizadores, abundância de indivíduos visitando as flores e produtividade média por planta (Figura 9).

Esses resultados são devido ao fato de que os polinizadores silvestres encontram condições adequadas para viver e reproduzir nas grandes reservas de matas que funcionam como fornecedores desses polinizadores para os plantios situados dentro do raio de voo de 1 km da maioria deles. Nesses casos os polinizadores com autonomia de voo de 1km ou mais, visitam as flores do cajueiro e voltam para seus ninhos nas grandes reservas de mata. No entanto, naqueles plantios que também possuem pequenos remanescentes de mata próximos, quando o cajueiro floresce ele atrai os polinizadores das grandes reservas de mata que facilmente superam a distância de 1 km e se estabelecem nos remanescentes ao redor do plantio, que embora não possam manter populações estáveis desses polinizadores por longos períodos, servem como abrigo e locais de nidificação temporários bem mais próximos das flores e permitindo que o mesmo polinizador possa fazer um maior número de viagens do ninho à cultura e vice-versa, aumentando o número de flores visitadas e a eficiência de polinização. Ao final do florescimento, geralmente as condições nesses pequenos remanescentes não são suficiente para manter essas populações de polinizadores que podem se retrair de volta ao grande remanescente de mata novamente até o próximo ciclo da cultura. No caso de cultivos distando mais de 1 km dos grandes remanescentes, não se observa esse movimento de polinizadores devido a distância ser maior do que o raio de voo da maioria deles, e consequentemente há uma diversidade de espécies e quantidades de polinizadores bem menor, com reflexos diretos na produtividade da cultura.

Portanto, na escolha de novas áreas para implantação de cultivos de cajueiro, é importante levar em consideração a existência e conservação na proximidade de reservas vegetais que possam funcionar como fornecedoras de polinizadores para o cajueiral.

> A presença de uma maior diversidade e abundância de visitantes florais visitando as flores da cultura aumentam significativamente a produtividade

Figura 9 – Cajueirais circundados por remanescentes de mata nativa e até 1 km de distância de grandes de reservas de matas (100 ha) possuem maior diversidade e abundância de polinizadores e apresentam maiores produtividades. Fonte: Freitas et al. (2014). Foto: Epifânia E.M. Rocha.

6.1.2 Recuperação do entornos de áreas de cultivo já existentes

No caso de áreas já existentes de cajueiros, não há muito o que fazer caso ela estejam localizadas onde não há grandes reservas de matas nas proximidades. No entanto, os cajucultores podem contribuir para a recuperação da vegetação silvestre nas áreas do entorno do plantio, evitando cortar e queimar a vegetação remanescente e estimulando a presença de plantas que possam servir tanto como fonte de alimento como abrigo para os polinizadores silvestres. Esse tipo de cuidado, quando feito em todas as áreas cultivadas da propriedade e por vários cajucultores vizinhos, principalmente quando formam corredores ou áreas contíguas de vegetação natural, pode contribuir para o aumento significativo da população dos polinizadores silvestres nos cultivos e para a produtividade dos pomares em déficits severos de polinização.

6.1.3 Tipos e variedades cultivadas

Conforme apresentado e discutido na seção sobre os requerimentos de polinização do cajueiro, o tipo e as variedades de cajueiro cultivadas podem ter uma influência determinante na produtividade do cultivo. A constatação de que a espécie apresenta uma incompatibilidade parcial elucidou tanto as observações de alta produtividade, às vezes atingidas por cajueiros do tipo comum quando o padrão predominante seria de produções menores, como baixas produtividades em variedades anãs desenvolvidas para produções elevadas, mesmo quando bons índices de polinização eram atingidos.

No caso do tipo comum, apesar das árvores apresentarem constituição genética distinta e, portanto, não favorecer a ocorrência de autoincompatibilidade entre as plantas, o grande porte dos cajueiros e o hábito de forrageio dos polinizadores favorece a geitonogamia (polinização entre flores da mesma planta), o que leva ao surgimento da autoincompatilidade parcial. Segundo Holanda Neto (2008), essa é a forma de polinização predominante nos cajueiros comuns silvestres, sendo esse um dos fatores que explicam a alta taxa de queda de maturis e a baixa produtividade dessas plantas. Portanto, os cajucultores devem evitar o cultivo do tipo comum sempre que possível e, quando não for o caso, usar a poda para reduzir a copa das plantas estimulando uma troca de árvores mais frequentes por parte dos polinizadores.

Para as variedades anãs precoces a questão é inversa. As copas são pequenas e os casos de geitonogamia, embora ainda ocorram, são bem mais reduzidos do que com o tipo comum. No entanto, a autoincompatibilidade parcial pode se expressar mais severamente porque os pomares são plantados com apenas uma variedade anã e as plantas são clones. Sendo assim, mesmo havendo a polinização cruzada entre plantas 'diferentes', do ponto de vista genético essa é uma autopolinização pois ocorre entre plantas com material idêntico. A situação se agrava mais pelo fato de que as variedades anãs apresentam baixa viabilidade do pólen. No entanto, essa é uma situação fácil de contornar, bastando que se passe a cultivar o cajueiro como é feito com outras culturas que também apresentam incompatibilidade dentro ou entre variedades.

Nessas espécies, como é o caso da macieira (*Malus domestica*), por exemplo, duas variedades distante geneticamente e, portanto, compatíveis são cultivadas juntos no mesmo pomar, de forma que uma funciona como doadora de pólen compatível para a outra e apenas a variedade receptora produz frutos comerciais, já que os frutos da outra variedade não têm valor de mercado. No caso do cajueiro seria ainda mais simples, haja vista que os frutos de todas as variedades anãs desenvolvidas pela Embrapa têm valor comercial (Figura 10).

Segundo Cavalcanti e Barros (2009), depois dos primeiros clones de cajueiro anão precoce CCP 06, CCP 76, CCP 09 e CCP 1001 lançados pela Embrapa a partir da década de 1990, novos clones comerciais foram disponibilizados posteriormente, sendo seis de cajueiro anão precoce (Embrapa 50, Embrapa 51, BRS 189, BRS 226, BRS 253 e BRS 265), o primeiro clone de cajueiro comum (BRS 274) e o primeiro clone de híbrido anão x comum (BRS 275), proporcionando aos produtores alternativas para a exploração desta cultura. Nesse caso, bastaria somente identificar os clones mais compatíveis entre si e o produtor escolher a combinação mais adequada aos seus interesses, podendo inclusive combinar variedades desenvolvidas para produção de amêndoas com aquelas para produção de caju de mesa, ou não (Figura 10).

6.1.4 Design dos pomares e arranjos de plantio

Considerando que o raio de voo da maioria dos polinizadores é curto, poucas vezes ultrapassando os 1.000 m, para favorecer os serviços de polinização o ideal é que os pomares sejam planejados de forma que todas as plantas estejam dentro dessa distância até a borda de vegetação nativa mais próxima. Para tanto, o uso de áreas de cultivo menores ao invés de uma única grande extensão, áreas de formato retangular com o máximo de 1.000 m de largura ou mais alongadas e estreitas, a manutenção ou cultivo de bordas de mata nativa e/ou a implantação ou manutenção de faixas de vegetação nativa entre as áreas de cultivo beneficiaria não só os serviços de polinização, como também minimizaria a dispersão de pragas e doenças. Plantios de centenas de hectares contínuos, paisagem homogênea e longe de matas fornecedoras de polinizadores devem ser evitados sempre que possível (Figura. 11).

Figura 10 – Duas ou mais variedades clonais de cajueiro anão devem ser cultivadas no mesmo pomar para fornecerem pólen compatível uma para outra. Foto: Breno M. Freitas

Figura 11 – Cultivos de cajueiros de centenas de hectares contínuos, paisagem homogênea e longe de matas fornecedoras de polinizadores devem ser evitados. Foto: Epifânia E.M. Rocha

Somando-se a isso, dentro dessas áreas as variedades de cajueiro anão precoce devem ser plantadas em arranjos que favoreçam a polinização cruzada, de maneira que ao mudar de planta o polinizador tenha uma chance bem maior de visitar uma planta de outra variedade clonal do que da mesma na qual já vinha forrageando. O objetivo é aumentar significativamente as taxas de polinização cruzada entre variedades clonais dentro do cultivo e minimizar os casos de cruzamento entre plantas da mesma variedade, o que como já discutido anteriormente leva a altos índices de queda de maturis devido a autoincompatibilidade parcial do cajueiro.

Como o cajueiro apresenta um longo período de florescimento, que no caso das variedades anãs chega a prolongar-se por até 8 meses, não há a necessidade de muitas variedades diferentes no mesmo plantio para assegurar que pelo menos duas delas estejam em florescimento simultâneo, como ocorre com culturas de ciclo de florescimento muito curto. Portanto, o cultivo de apenas duas variedades clonais compatíveis entre elas já é o suficiente.

Também, considerando que todas as variedades comerciais de cajueiro anão precoce disponíveis no mercado produzem frutos de valor comercial, o arranjo de 1:1 entre as duas variedades seria o mais adequado pois permitiria que cada planta de uma variedade estivesse cercada por outras quatro da outra variedade, aumentando muito as taxas de polinização cruzada no cultivo. Mesmo na situação na qual plantas da mesma variedade estão próximas e favorecendo a polinização cruzada entre elas, cada uma também se encontra cercada por outras quatro plantas da variedade diferente (Figura 12). Caso haja preferência do produtor por frutos de alguma variedade em particular, outros arranjos de plantio que levem a uma quantidade maior de plantas daquela variedade em particular podem ser adotados (Figura 12). Nestes casos, no entanto, deve-se tomar cuidado para usar arranjos que não comprometam significativamente os serviços de polinização cruzada dos polinizadores, levando a déficits de polinização que comprometam a produtividade desejada (Figura 12). Os arranjos de plantio entre as variedades de cajueiro devem sempre favorecer a polinização cruzada entre os clones para aumentar a produtividade da cultura.

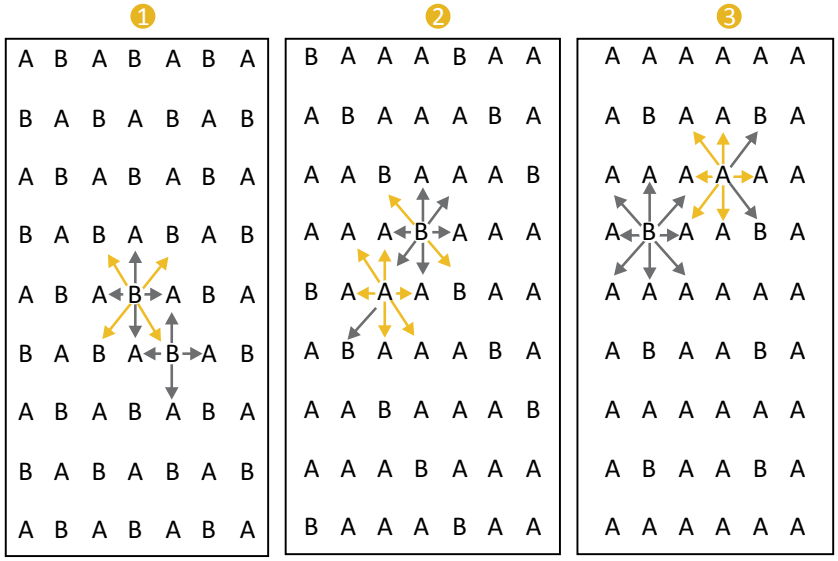

Figura 12 – Tipos de arranjos de plantios de variedades clonais de cajueiro anão precoce: 1 – proporções iguais entre duas variedades (A e B). Cada planta está cercada por quatro da outra variedade; 2 – variedade B como doadora de pólen dentro da linha no sistema de substituição de cova; 3 – variedade A com linhas dedicadas alternando linhas de proporções iguais entre A e B. Nos casos 2 e 3 há predominância de plantas da variedade A, mas o cruzamento com a variedade B é prejudicado para algumas plantas. Setas amarelas indicam favorecimento a cruzamentos entre plantas da mesma variedade (indesejado) e setas cinza entre plantas de variedades diferentes (desejado). Fonte: Breno M. Freitas

6.1.5 Cultivo consorciado

Algumas espécies de visitantes do cajueiro obtêm das flores dessa cultura apenas parte dos recursos que precisam para sobreviver. Sendo assim, esses polinizadores frequentam os cultivos em números bem menores do que o necessário para uma polinização efetiva porque precisam buscar os demais recursos fora da área cultivada e, na maioria das vezes, não conseguem estabelecer populações grandes o suficiente para produzirem incrementos na produtividade.

O consórcio do cajueiro com outras culturas constitui uma boa estratégia para diversificar os recursos ofertados na área de cultivo e atrair e manter uma gama maior de polinizadores (Figura 13). Em Gana, produtividades de 1.250 kg de castanha/ha, quase quatro vezes a produtividade média brasileira, tem sido associada a uma grande diversidade e abundância de abelhas nativas polinizando as flores dos cajueiros, favorecidas pelo sistema agroecológico adotado naqueles plantios (Aidoo 2009).

Figura 13 – Cultivos consorciados de cajueiro com outras culturas (nesta foto feijão caupi – *Vigna sinensis*) aumentam e diversificam na mesma área os tipos de recursos utilizados pelos polinizadores, incrementando a riqueza de espécies, abundância de indivíduos e a qualidade da polinização realizada, com consequentes ganhos e produtividade para ambos os cultivos. Fonte: Epifânia E. M. Rocha.

No Brasil, a situação geralmente é a oposta. Um exemplo típico são as abelhas solitárias coletoras de óleo, especialmente aquelas pertencentes ao gênero *Centris*, que ocorrem apenas nas Américas Central e do Sul e algumas ilhas do Caribe. Embora as abelhas adultas visitem e sejam eficientes polinizadoras das flores do cajueiro quando estão forrageando por néctar e pólen, as fêmeas também necessitam visitar espécies vegetais cujas flores produzem óleos vegetais usados pela abelha *Centris* fêmea como fonte de energia na dieta de suas larvas (Oliveira e Schlindwein 2009). Portanto, a falta de espécies fornecedoras desses óleos dentro ou próximo dos cajueirais impede o estabelecimento de grandes populações de espécies de abelhas do gênero *Centris*, necessárias para polinizar eficientemente a grande quantidade de cajueiros e suas flores existentes em um plantio comercial. Como consequência, essas abelhas são pouco comuns nos cultivos, apesar da grande quantidade de pólen e néctar disponíveis para elas e do enorme benefício em termos de polinização que elas poderiam trazer para a produtividade da cultura.

Em condições naturais, onde cajueiros silvestres crescem em dunas do litoral nordestino e há uma baixa ocorrência de outros visitantes florais devido às condições de vento, aridez, altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, todas desfavoráveis à sobrevivência da maioria das espécies, populações de abelhas *Centris* são encontradas polinizando as flores dos cajueiros graças também à abundante presença do murici (*Byrsonima verbascifolia*), uma espécie com flores fornecedoras de óleos vegetais (Pereira e Freitas 2002).

Portanto, uma boa estratégia para atrair e manter essas abelhas nos plantios comerciais, assegurando maiores produtividades, seria o consórcio do cajueiro com uma outra cultura de valor econômico cujas flores produzam os óleos vegetais necessários para o estabelecimento das populações de abelhas *Centris*. Nesse caso, o consórcio do cajueiro com a aceroleira (*Malpighia emarginata*), uma cultura com flores muito procurada pelas abelhas *Centris* para a coleta de óleos

e com grande aceitação e mercado no país, além de ter se mostrado bem adaptada à região Nordeste do país, seria uma excelente opção para fornecer os recursos naturais necessários às abelhas, que por sua vez assegurariam altas produtividades tanto para as aceroleiras quanto para os cajueiros (Freitas e Pereira 2004) (Figura 14).

Figura 14 – As abelhas do gênero *Centris*, como *C. caxiensis* (acima), necessitam de flores fornecedoras de óleo para estabelecer populações grandes o suficiente para aumentar a produtividade do cajueiro. O consórcio com a aceroleira (*Malpighia emarginata*) asseguraria esses recursos nos cajueirais. Fonte: Breno M. Freitas

6.2 Propostas de práticas agrícolas amigáveis aos polinizadores

A manutenção dos polinizadores nos plantios de cajueiro depende da existência de condições favoráveis à sua alimentação, reprodução e proteção contra as condições ambientais adversas e predadores. Dessa forma, é importante que o cajucultor adote práticas agrícolas amigáveis a esses polinizadores evitando atividades que possam ser danosas a qualquer uma dessas condições necessárias à sua permanência na área agrícola, bem como passe a fazer uso de práticas não agrícolas, mas também importantes para a sobrevivência e persistência dos polinizadores nos cultivos (Freitas et al. 2009; Maia et al. 2012). Algumas dessas práticas são descritas a seguir.

> É importante que o cajucultor adote práticas agrícolas amigáveis aos polinizadores evitando atividades que possam ser danosas a qualquer uma das condições necessárias a sua permanência na área agrícola

6.2.1 Recuperação da vegetação nativa no entorno da área cultivada

A grande maioria dos polinizadores não consegue sobreviver somente na área agrícola. Na verdade, eles precisam da vegetação nativa diversa na qual evoluíram e têm vivido por milhões de anos, fazendo uso das áreas cultivadas apenas quando essas florescem e oferecem uma abundância de recursos momentaneamente. Nesses poucos momentos, ao longo do ano, os cultivos se tornam extremamente atrativos aos polinizadores pela grande quantidade de alimentos que oferecem, mas logo após o fim do florescimento convertem-se em áreas pouco interessantes para os visitantes florais que se retiram desses locais. Mesmo no caso do cajueiro, cuja florada pode se prolongar por vários meses, o período sem flores pode tornar o cajueiral uma área inóspita para os polinizadores.

Dessa forma, é de fundamental importância conservar ou recuperar as matas nativas originais da área nos entornos dos cajueirais (Freitas et al. 2014). Elas servem como reservatórios de polinizadores, onde eles sobrevivem e reproduzem nos períodos que o plantio de cajueiro não é atrativo (sem flores), para fornecê-los aos plantios nos momentos de floradas. Sem essas matas próximas, os polinizadores não têm onde se refugiarem quando as floradas acabam, nem o cajueiral recebe polinizadores quando entra em florescimento, porque não há refúgios grandes o suficiente para manter a quantidade de polinizadores necessária para polinizar eficientemente os pomares (Figura 15).

Figura 15 – A conservação das matas nativas no entorno dos cajueirais é uma prática importante para assegurar polinizadores durante o florescimento da cultura.

6.2.2 Disponibilizar flores fora do período de florescimento do cajueiro

O cajueiro pode florescer por até oito meses por ano, mas na maior parte deste florescimento a quantidade de flores é baixa e insuficiente para manter na área uma boa população de insetos polinizadores. Quando o florescimento termina a situação se agrava ainda mais e todos aqueles que dependem das flores para obter seus recursos alimentares abandonam o cultivo ou morrem por falta de alimento. Nenhuma dessas duas alternativas é interessante para o cajucultor. Isso porque na próxima safra, quando as plantas voltam a florescer, toda a polinização a ser obtida dependerá da atração de polinizadores de outras áreas, e isso nem sempre acontece no tempo e quantidade adequados.

Para evitar o êxodo ou morte dos polinizadores, o cajucultor pode manter entre as fileiras de cajueiros e/ou nos contornos dos plantios espécies vegetais que floresçam nos períodos de baixa ou nenhuma florada do cajueiro. Essa estratégia assegura alimento suficiente para manter na área uma população razoável de polinizadores até a próxima florada (Figura 16). No caso de espécies de abelhas coletoras de óleo do gênero *Centris*, a presença de plantas nativas com flores fornecedoras de óleos, como as diversas espécies do gênero *Byrsonima*, principalmente *B. crassifolia*, ou a acerola (*M. emarginata*), é importante tanto durante quanto entre as floradas dos cajueiros, uma vez que essa espécie não fornece os óleos vegetais necessários àquela espécie de abelha.

Várias espécies ruderais herbáceas crescem dentro dos plantios de cajueiro tanto durante o período chuvoso como no período seco do ano. Essas ervas normalmente são encaradas pelo agricultor como prejudiciais porque acredita-se que compete por recursos como água e nutrientes com as plantas de cajueiro. De fato, quando presentes em quantidades exageradas essas plantas podem causar problemas não somente por esses descritos acima, mas também por impedir a aeração e insolação do caule e copa inferior de plantas baixas como no caso do cajueiro anão precoce, acumulando umidade e favorecendo doenças fúngicas, sem falar na atração para pragas e doenças. No entanto, quando em quantidades razoáveis, fora da área de projeção das copas das árvores e, principalmente, na parte central entre as fileiras, essas plantas além de propiciarem uma boa cobertura do solo, evitando a sua exposição direta aos raios

solares, o que pode afetar a microbiota superficial do solo, e prevenir erosão no período chuvoso, fornece uma diversidade de nutrientes e recursos aos polinizadores do cajueiro por meio do seu pólen, néctar, óleos vegetais, resinas e outras possíveis recompensas buscadas por esses visitantes florais quando o cajueiro não está florescendo (Figura 16).

6.2.3 Disponibilizar fontes de água para os polinizadores

Os polinizadores, como quaisquer outros animais, necessitam de água para satisfazerem suas necessidades metabólicas. Embora a água normalmente não seja um fator limitante durante o período chuvoso, visto que uma pequena quantidade acumulada em poças ao longo do plantio ou até mesmo as gotas de chuva presentes nas folhas das plantas cultivadas e/ou silvestres da área já são suficientes para atender a demanda dos visitantes florais. No entanto, durante o período seco do ano, exatamente quando o cajueiro floresce, a temperatura se eleva acima dos 35°C e as pequenas reservas de água evaporam.

Nessa situação é fundamental a presença de grandes fontes permanentes de água, como açudes, lagos ou lagoas nas proximidades imediatas ao plantio ou a disponibilização de fontes temporárias (bebedouros) para os polinizadores. Embora no caso de abelhas solitárias o néctar normalmente tenha água suficiente para atender as necessidades do indivíduo que o obtenha da flor, nessa época ele se torna mais viscoso e proporcionalmente mais rico em açúcares e pobre em água. Além disso, a temperatura elevada no campo e o esforço de voo nessas condições elevam a temperatura corporal dos insetos a níveis perigosos, nos

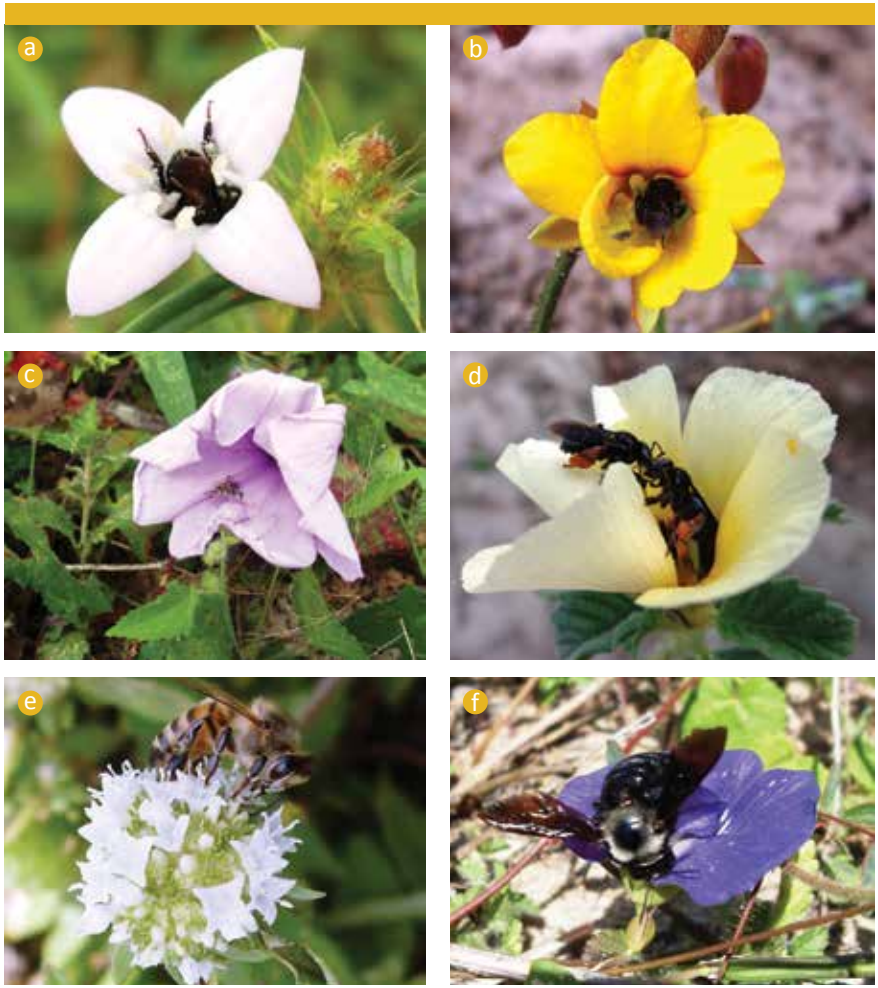

Figura 16 – Flora ruderal importante para manter os polinizadores nos plantios quando os cajueiros não estão florescendo: a – *Scaptotrigona* sp. coletando pólen e néctar; b – Trigonídeo em busca de pólen; c – Abelha solitária saindo de flor de Convolvulaceae; d – Duas operárias de *Trigona spinipes* interagindo em flor de *Turnera* sp.; e – *Apis mellifera* coletando néctar em *Spermacoce verticillata*; f – *Xylocopa* sp. em flor de Fabaceae. Fonte: Epifânia E.M. Rocha

quais somente a água do néctar não é suficiente para contornar a situação. Sendo assim, essas abelhas também precisam de fontes extras de água. No caso das abelhas sociais, a situação é ainda mais grave porque além de saciar suas próprias necessidades, essas abelhas têm que levar água para as irmãs que ficam desempenhando as tarefas internas da colônia, para a rainha, para as larvas e também para o uso no controle da temperatura e umidade relativa do ar dentro do ninho, assegurando o conforto interno e que os favos não derretam. Então, a demanda por água dessas abelhas é grande e caso ela não se encontre disponível em abundância nas proximidades, toda a colônia pode abandonar o local em busca de outro lugar mais favorável, justo quando os cajueiros estão florescendo e a demanda por polinização é grande.

Portanto, a colocação de fontes de água para os polinizadores durante o período seco do ano é uma medida importante para assegurar a atração e permanência destes nos plantios no período que os cajueiros mais precisam das suas presenças (Figura 17).

6.2.4 Evitar práticas destrutivas aos ninhos dos polinizadores

Várias das práticas agrícolas são prejudiciais à reprodução dos polinizadores e, portanto, ao estabelecimento de populações estáveis nas áreas cultivadas e grandes o suficiente para realizarem uma polinização adequada dos plantios. Dentre essas práticas, podemos citar a remoção de troncos e galhos de madeira morta das áreas de plantio, tanto aqueles oriundos de broca quanto da poda dos cajueiros quanto o revolvimento do solo por meio de arados, grades e cultivadores.

No primeiro caso, ou seja, na remoção dos troncos e galhos de madeira morta, o cajucultor pode estar eliminando centenas de ninhos de várias espécies de abelhas potencialmente importantes na polinização do cajueiro, como as mamangavas (*Xylocopa* spp.), Centris (*Centris* spp.), Megachile (*Megachile* spp.), Epanthidium (*Epanthidium* spp.) e muitas outras que fazem ninhos nesse tipo de substrato. Ao retirar esse material do seu cultivo, além de descartar a futura geração desses polinizadores de suas áreas, o agricultor também impede que outros ninhos venham a ser formados, pois essas abelhas só reproduzem em madeira morta.

Por outro lado, outros grupos de polinizadores, só nidificam no solo. Para tanto, necessitam de áreas estáveis e que possam usar geração após geração. Sendo assim, o uso de implementos que revolvam o solo, como os arados, grades e cultivadores devem ser evitados sempre que possível, pois destroem os ninhos e matam as larvas dos futuros polinizadores do cultivo, além de tornar a área imprópria para a construção de novos ninhos. Quando não for possível evitar o uso desses implementos, deve-se tomar cuidado para reconhecer e evitar as áreas de nidificação em massa dos polinizadores para não usá-los nesses locais.

As áreas de nidificação em massa são de fácil localização porque geralmente situam-se em locais descobertos de vegetação rasteira e várias fêmeas constroem seus ninhos próximos uns dos outros, havendo muitos buraquinhos no solo fazendo a entrada de cada ninho e intenso movimento de entra e sai de abelhas. No entanto, muitos polinizadores solitários fazem ninhos longes de aglomerações e espalhados por todo o plantio, sendo impossível evitar a destruição de muitos ninhos quando do uso de implementos que revolvam o solo.

6.2.5 Evitar o uso de agrotóxicos

A cultura do cajueiro tradicionalmente recorre pouco ao uso de agrotóxicos. No entanto, com a utilização mais recente das variedades selecionadas de cajueiro anão precoce, cujo porte permite uma aplicação eficiente dos produtos, e a disseminação e aumento dos danos causados por pragas e doenças outrora pouco impactantes ou inexistentes nessa cultura, uma proporção cada vez maior de cajucultores vem fazendo uso de produtos químicos no controle dos agentes causadores de danos em seus plantios.

Todos sabem que agrotóxicos são desenvolvidos para matar principalmente insetos, no caso em questão, insetos -praga. No entanto, a maioria dos polinizadores do cajueiro também são insetos, que, embora insetos benéficos, também são afetados pelos agrotóxicos com as mais drásticas consequências (Freitas e Pinheiro 2012; Rocha 2012). O ideal seria não usar agrotóxicos de forma alguma na cultura, principalmente quando ela estiver em florescimento. No entanto, sabemos que nem sempre isso é possível e muitas vezes o produtor se vê forçado a usar agrotóxicos para controlar as pragas e doenças do cultivo. No caso do cajueiro, que floresce por até oito meses por ano, torna-se particularmente difícil aplicar agrotóxicos somente quando a cultura não estiver em florescimento. Mesmo assim, algumas alternativas podem ser usadas para minimizar o efeito dos agrotóxicos sobre os polinizadores.

Dentre essas alternativas, encontram-se: a busca por produtos naturais que possam controlar a praga ou doença em questão sem a necessidade do uso de agrotóxicos; a identificação de agrotóxicos eficientes contra a praga, mas menos nocivos aos polinizadores; considerando que o mesmo princípio ativo pode ser mais ou menos tóxico para os polinizadores em função da sua formulação, procurar fazer uso daquela formulação menos impactante para eles; adotar horários de aplicação que os polinizadores não estejam ativos no plantio ou, pelo menos, estejam menos ativos; e assim por diante (Freitas e Pinheiro 2012). O uso racional dos agrotóxicos, se não elimina de todo o seu risco e impacto sobre a população de polinizadores, pode, pelo menos, torná-los menos nocivos.

6.3 Propostas de manejo de polinizadores

A diversidade de espécies de polinizadores e a quantidade desses polinizadores visitando as flores do cajueiro contribuem significativamente para maiores produtividades. Sendo assim, além de atrair esses polinizadores para os cultivos de cajueiro oferecendo mais recursos utilizados por eles, como néctar, pólen, óleos florais, abrigos e locais de nidificação, é importante saber manejá-los para maximizar o uso potencial dos seus serviços de polinização.

No caso específico da cultura do cajueiro, algumas das técnicas de manejo de polinizadores descritas a seguir devem ser empregadas.

6.3.1 Disponibilização de bancos de areia para nidificação no solo

A maioria das abelhas solitárias e outros polinizadores importantes nidificam no solo. Enquanto algumas espécies fazem ninhos isolados e dispersos, muitas espécies são gregárias e fazem seus ninhos próximos uns dos outros criando grandes agregações que podem envolver de centenas a milhares ou milhões de ninhos. A presença de milhares de polinizadores pode ser incentivada em cultivos fornecendo áreas limpas e abertas próximas ou dentro do perímetro da cultura, cujo solo tenha as características ideais de nidificação da(s) espécie(s) que ocorre em sua região (Figura 17).

Figura 17 – A disponibilização de locais adequados pode levar a formação de agregações de ninhos de abelhas solitárias, importantes polinizadores agrícolas.Fonte:http://www.bwars.com/index.php?q=bee/andrenidae/andrena-nigroaenea

6.3.2 Disponibilização de substrato de madeira para nidificação

Muitos polinizadores também escavam ou usam cavidades pré-existentes em substratos de madeira, como troncos, galhos e ramos de árvores para construírem seus ninhos. Esses polinizadores somente estarão presentes visitando as flores do cultivo se as plantas a serem polinizadas estiverem dentro do raio de voo de cada espécie a partir do local do seu ninho. Desta forma, a existência de substratos de madeira dentro ou nos arredores dos plantios é importante tanto para assegurar que muitos desses polinizadores estejam presentes nas áreas cultivadas, como também para assegurar que um grande número de plantas esteja dentro do seu raio de voo e possam ser visitadas por esses polinizadores.

O cajucultor pode incentivar a presença desses polinizadores em seus cajueirais espalhando troncos e galhos secos, colmos de bambu e/ou tábuas de madeira perfuradas em seus cultivos, de preferência em locais protegidos do sol direto e da chuva, e próximos a fontes de água (Figura 18). Desde que haja uma população desses polinizadores na área e as condições de sobrevivência abordadas anteriormente sejam satisfatórias, eles encontrarão os locais de nidificação disponibilizados e estabelecerão novos ninhos aumentando o tamanho da população e, consequentemente, a força de polinização na área.

Figura 18 – Substratos vegetais disponibilizados para nidificação de polinizadores: a – Ninhos de abelhas *Xylocopa griscescens* em gomos de bambu; b – Entradas de ninhos de *Xylocopa* em tronco de madeira. Fonte: Breno M. Freitas

6.3.3 Introdução de populações de polinizadores

Devido à grande oferta de flores durante os períodos de florescimento, as populações silvestres de polinizadores geralmente não são suficientes para polinizar a cultura de forma eficiente. Sendo assim, se faz necessário a complementação destes polinizadores silvestres com polinizadores criados e manejados para tal fim.

No caso de polinizadores solitários, a introdução de ninhos-armadilha povoados em outros locais eleva imediatamente a população de abelhas daquelas espécies introduzidas nos ninhos (Figura 19). Abelhas do gênero *Centris*, como *C. analis* são importantes polinizadoras do cajueiro e aceitam bem esses ninhos (Magalhães e Freitas 2013). Já para polinizadores sociais, a colocação de colônias nidificadas em colmeias racionais é a alternativa mais adequada. As espécies sociais de abelhas têm a vantagem de possuírem milhares de campeiras por colônia, e a introdução de algumas poucas colmeias por área de plantio já é o suficiente para assegurar que o número de polinizadores necessários seja atingido. *Apis mellifera* é a espécie mais utilizada para esse propósito, mas várias espécies de abelhas sem ferrão também podem ser utilizadas para esse fim (Figura 19).

> Ao contrário da maioria das outras culturas agrícolas, no cultivo do cajueiro deve-se estimular a coleta de néctar, pois do contrário as abelhas buscarão outras plantas ao invés do cajueiro

6.3.4 Manejo das populações de polinizadores

A simples atração ou introdução de populações de polinizadores nas áreas de cajueiro não é suficiente para assegurar a visita às flores por todos eles ou, pelo menos, pela maioria. É necessário que o produtor maneje esses visitantes florais para direcioná-los à sua cultura, uma vez que os mesmos não têm consciência dos serviços que prestam e não irão visitar as flores do cajueiro e polinizá-las simplesmente para satisfazer a vontade do cajucultor.

Um fator importante é procurar distribuir os ninhos-armadilha ou colmeias pela plantação da forma mais uniforme possível, fazendo com que as abelhas também se distribuam de forma homogênea evitando que flores não sejam visitadas ou pouco visitadas, enquanto outras seriam visitadas mais do que o necessário. Isso pode ocorrer porque na presença de recursos florais as abelhas tendem a se concentrar próximas do ninho.

Outro aspecto relevante é que o cajueiro não constitui uma boa fonte de pólen para as abelhas. Sendo assim, ao contrário da maioria das outras culturas agrícolas nas quais estimulamos as abelhas a coletarem o pólen para aumentar sua eficiência como polinizadores, no cultivo do cajueiro deve-se estimular a coleta de néctar, pois do contrário as abelhas buscarão outras plantas ao invés do cajueiro. O está-

Figura 19 – Introdução de polinizadores suplementares: a – Ninhos armadilha povoados com abelhas solitárias coletoras de óleo *Centris analis*; b – Colônias de abelhas sociais *Apis mellifera* em plantio de cajueiro comum. Fonte: Breno M. Freitas.

mulo à coleta de néctar é feito especificamente para as abelhas sociais ao se manter colônias fortes, com rainhas jovens e de boa capacidade de postura, boas reservas de pólen no ninho e amplo espaço para deposição de mel nas melgueiras.

Finalmente, tanto os ninhos-armadilha quanto as colônias de abelhas sociais devem ser inspecionadas regularmente paro controle e combate de inimigos, parasitas e doenças tão logo se manifestem a fim de prevenir danos graves à população de polinizadores e a tomada de medidas tardias que pouco efeito surtem no prejuízo aos serviços de polinização e à produtividade da cultura. Esse aspecto também é importante pelo fato de que essas abelhas, se não bem inspecionadas e tratadas, podem atuar como focos de pragas e doenças e ponto de disseminação das mesmas sempre que forem deslocadas de um cultivo a outro, dentro ou fora daquela região.

6.3.5 Remoção de plantas competidoras por polinização

Plantas cultivadas geralmente são menos atrativas para os polinizadores do que as plantas silvestres, certamente por não precisarem competir com outras espécies por polinizadores para assegurar sua perpetuação. Dessa forma, na grande maioria das culturas, a presença de outras plantas em florescimento dentro ou nas proximidades do cultivo quando do seu florescimento exercem grande competição com as flores da espécie cultivada. No caso do cajueiro não é diferente. As mesmas plantas que devemos deixar na área de plantio na entressafra com a finalidade de fornecer alimento aos polinizadores quando o cajueiro não está florescendo, competem com ele pelos mesmos polinizadores durante o seu florescimento. Dentre elas, a vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*, antes *Borreria verticillata*) se destaca por ser importante fonte de néctar e levar à grande produção de mel em cajueirais exatamente ao desviar as abelhas das flores do cajueiro para as suas próprias flores (Freitas 1995b) (Figura 20).

Para contornar a competição, tão logo o cajueiro inicie o florescimento o cajucultor deve roçar toda a área do cultivo eliminando as flores das demais plantas, sem, no entanto, removê-las ou mata-las. Esse procedimento assegurará que não haverá competição durante o florescimento do cajueiro, mas que essas plantas poderão crescer e voltar a florescer para alimentar os polinizadores quando o cajueiro não mais o fizer. Além disso, o roço evita que o solo fique descoberto e exposto ao sol forte e processos erosivos (Figura 20).

Figura 20 – Competição vegetal por polinizadores: a – *Spermacoce verticillata* florescendo ao mesmo tempo que o cajueiro e desviando seus polinizadores; b - Cajueiral roçado sem plantas competidoras em florescimento. Fonte: Epifânia E. M. Rocha.

07
Referências bibliográficas

AGOSTINI-COSTA, T.S.; VIEIRA, R. F.; NAVES, R. V. Caju, identidade tropical que exala saúde.[online]URL:http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/artigos/2005/artigo.2005-12-29.6574944222. Acessado em: abril de 2013.

AIDOO, K. S. Boosting cashew production in Ghana. Bees for Development, v. 91, p. 8-9. 2009.

AIYADURAI, S. G.; KOYAMU, K. Variations in seedling trees of cashew. South Indian Horticulture, v. 5, p. 153-156. 1957.

AQUINO, A. R. L.; OLIVEIRA, F. N. S.; ROSSETTI, A. G. Correção do solo para cultivo do cajueiro no cerrado piauiense. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 20 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 81). 2004.

BHATTACHARYA, A. Flower visitors and fruitset in *Anacardium occidentale*. Annales Botanici Fennici, v. 41, p. 385-392. 2004.

BLOMHOFF, R.; CARLSEN, M. H.; ANDERSEN, L. F.; JACOBS, D. R. Health benefits of nuts: potential role of antioxidants. British Journal of Nutrition, v. 96, n. S2, p. 52 – 60. 2006.

Produção de caju

BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; PAIVA, J. R.; CRISÓSTOMO, J.R.; CORRÊA, M. P. F.; LIMA, A. C. Seleção de clones de cajueiro-anão para o plantio comercial no estado do Ceará. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, p. 2197-2204. 2000.

CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M. Avanços, desafios e novas estratégias do melhoramento do cajueiro no Brasil. In: 1 Simpósio Nordestino de Genética e Melhoramento de Plantas. Anais...Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. p. 83-101. 2009.

CAVALCANTI, J. J. V.; CRISÓSTOMO, J. R.; BARROS, L. M.; PAIVA, J. R. Heterose em cajueiro anão precoce. Ciência e Agrotecnologia, v. 27, p. 565-570, 2003.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Castanha de caju.2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_05_22_14_32_22_castanhadecajuresumoabril2013.pdf >. Acessado em: 09 de abril de 2014.

CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M.; ALVES, R. E.; FREITAS, J. G.; OLIVEIRA, J. N. Melhoramento do cajueiro-anão-precoce: avaliação da qualidade do pedúnculo e a heterose dos seus híbridos. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 24, n. 2, p. 477-480. 2002.

DAMODARAN, V. K.; VILASACHAN, Y.; VALSALAKUMARI, P. K. Research on cashew in India. Technical Bulletin, p. 10-35. 1979.

DELAPLANE, K. S.; DAG, A.; DANKA, R. G.; FREITAS, B. M.; GARIBALDI, L. A.; GOODWIN, R. M.; HORMAZA, J. I. Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. In V Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for Apis mellifera research. Journal of Apicultural Research 52(4): http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.12. 2013.

FALUYI, M. A. The natural breeding system of cashew (*Anacardium occidentale* L.) and its influence on yield in southwestern Nigeria. Nigeria Journal Science, Ibadan, v. 17, n. 1, p. 51- 60, 1983.

FAO – Food and Agriculture Organization the Units Nations. Statistical Production. Crops Primary. Rome. In: FAOSTAT. FAO statistical data bases: Cantidad de producción. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>.15 maio 2013

FIGUEIRÊDO JÚNIOR, H. S.; SOSTOWSKI, A. D. Competitividade de cadeias produtivas através de uma lente comparativa: oportunidades para a cajucultura brasileira. Revista Econômica do Nordeste, v. 41, p. 741-762, 2010.

FLORES, L. M. A.; PACHECO FILHO, A. J. S.; WESTERKAMP, C.; FREITAS, B.M. A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo. Iheringia, Série Botânica, v. 67, n. 2, p. 189-197. 2012.

FONTENELE, H. O caju e seus derivados: importância sócio-econômica para o Nordeste brasileiro. Fortaleza: Fontenele, H., 1982. 8p.

FREE, J. B. Insect Pollination of Crops, 2nd ed. Cardiff: University Press. 1993. 684p.

FREE, J.B.; WILLIAMS, I.H. Insect pollination of *Anacardium occidentale* L., *Mangifera indica* L., *Blighia sapida* Koenig and *Persea americana* Mill. Tropical Agriculture (Trinidad), v. 53, n. , p. 125-139. 1976.

FREITAS, B. M. Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: The balance of honey and nut production. Bee World, v. 75, p. 160-168. 1994.

FREITAS, B. M. The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica Borkh*) and cashew (*Anacardium occidentale* L.). 1995a. 197 f. Tese (Doutorado) - University of Wales, Cardiff, Reino Unido.

FREITAS, B. M. Does *Borreria verticillata* compete with cashew (*Anacardium occidentale*) for honeybee pollination. In: International Beekeeping Congress of Apimondia, 1995, Lausanne. Proceedings of the XXXIV International Beekeeping Congress of Apimondia. Bucareste: Apimondia Publishing House, 1995b. p. 260-264.

FREITAS, B. M. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinator bees, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. Journal of Apicultural Research, v. 36, p. 15-22. 1997a.

FREITAS, B. M. Changes with time in the germinability of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains found on different body areas of its pollinator bees. Revista Brasileira de Biologia, v. 57, n.2, p. 289-294. 1997b.

FREITAS, B. M. Projeto de pesquisa: rede de pesquisa dos polinizadores da cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Brasil**.** Fortaleza, 2009. 93p.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. The Journal of Agricultural Science, v.126, p. 319-326. 1996.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and an indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale* L.) in its native range of NE Brazil. Journal of Applied Ecology, v 35, p. 109-494. 1998.

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. Criação Racional de Abelhas Mamangavas: para polinização em áreas agrícolas. 01. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001. 96p.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Economic Value of Brazilian Cash Crops and Estimates of their Pollination Constrains. In: Food and Agriculture Organization (FAO) (Ed.). *Economic Value of Pollination and Pollinators.* São Paulo, Food and Agriculture Organization & Universidade de São Paulo, 2004.

FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. Crop consortium to improve pollination: can West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) attract *Centris* bees to pollinate cashew (*Anacardium occidentale*)? In: Freitas B.M. & Pereira J.O.P. (Eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. 1ed. Fortaleza: ImprensaUniversitária da UFC, 2004. p.193-201.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Polinizadores e pesticidas: princípios e manejo para os agroecossistemas brasileiros. Brasília: MMA, 2012. 112 p.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J.; HOLANDA-NETO, J. P. Identifying Pollinators Among an Array of Flower Visitors, and the Case of Inadequate Cashew Pollination in NE Brazil. In: Kevan P. & Imperatriz-Fonseca V. L. (Eds.) - Pollinating Bees-The Conservation Link Between Agriculture and Nature. Brasília: Ministry of Environment. p. 229-244. 2002.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALLETO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. Apidologie, v. 40, p. 332-346, 2009.

FREITAS, B. M.; PACHECO FILHO, A. J. S.; ANDRADE, P. B.; LEMOS, C. Q.; ROCHA, E. E. M.; PEREIRA, N. O.; BEZERRA, A. D. M.; NOGUEIRA, D. S.; ALENCAR, R. L.; ROCHA, R. F.; MENDONCA, K. S. Forest remnants enhance wild pollinator visits to cashew flowers and mitigate pollination deficit in NE Brazil. Journal of Pollination Ecology, v. 12, p. 22-30, 2014.

GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; WINFREE, R.; AIZEN, M. A.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, A. S.; KREMEN, C.; CARVALHEIRO, L. G.; HARDER, L. D.;

AFIK, O.; BARTOMEUS, I.; BENJAMIN, F.; BOREUX, V.; CARIVEAU, D.; CHACOFF, N. P.; DUDENHÖFFER, J. H.; FREITAS, B. M.; GHAZOUL, J.; GREENLEAF, S.; HIPÓLITO, J.; HOLZSCHUH, A.; HOWLETT, B.; ISAACS, R.; JAVOREK, S. K.; KENNEDY, C. M.; KREWENKA, K.; KRISHNAN, S.; MANDELIK, Y.; MAYFIELD, M. M.; MOTZKE, I.; MUNYULI, T.; NAULT, B. A.; OTIENO, M.; PETERSEN, J.; PISANTY, G.; POTTS, S. G.; RADER, R.; RICKETTS, T. A.; RUNDLÖF, M.; SEYMOUR, C. L.; SCHÜEPP, C.; SZENTGYÖRGYI, H.; TAKI, H.; TSCHARNTKE, T.; VERGARA, C. H.; VIANA, B. F.; WANGER, T. C.; WESTPHAL, C.; WILLIAMS, N.; KLEIN, A. M. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. Science, v. 339, p. 1608-1611. 2013.

GUANZIROLI, C. E.; SOUZA, H. M.; VALENTE JÚNIOR, A. S.; BASCO, C. A. Entraves ao desenvolvimento da cajucultura no Nordeste: margens de comercialização ou aumentos de produtividade e de escala? Revista Extensão Rural, v. 16, n. 18, p. 96-122, jul./dez. 2009.

HAARER, A. E. The cashew nut. World Crops, v. 6, p. 95-96; 98. 1954.

HOLANDA-NETO, J. P. The Pollination of Cashew (*Anacardium occidentale*) in Northeast Brazil. 2008. 196 f. Tese (Doutorado) - Queen's University Belfast, Belfast, Reino Unido.

HOLANDA-NETO, J. P.; FREITAS, B. M.; BUENO, D. M.; ARAÚJO, Z. B. Low seed/nut productivity in cashew (*Anacardium occidentale*): effects of self-incompatibility and honey bee (*Apis mellifera*) behaviour. Journal of Horticultural Science, v. 77, p. 226-231. 2002.

LOPES, R.D. Manejo agrícola e seus impactos em agroecossistemas indígenas: a situação dos Tremembé de Queimadas. In: 15 Encontro de Ciências Sociais do Norte e Nordeste – Pré-Alas Brasil. 2012. Teresina. Disponivel em: <http://www.sinteseeventos.com.br/ciso/anaisxvciso/resumos/GT24-12.pdf> Acessado em: 10 abril. 2014.

MAGALHÃES, C. B.; FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. Apidologie, v. 44, p. 234-239. 2013.

MAIA, A. C. N.; OLIVEIRA, J. A.; LIMA, P. V. P. S.; KHAN, A. S.; FREITAS, B. M. Adoção de práticas amigáveis aos polinizadores na cajucultura nordestina. In: 50 Congresso da SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2012, Vitória. Brasília: SOBER, 2012. v. Único. p. 1-22.

MILFONT, M. O.; ROCHA, E. E. M.; LIMA, A. O. N.; FREITAS, B. M. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. Environmental Chemistry Letters, v. 11, p.335–341. 2013.

NOGUEIRA-NETO, P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: Nogueirapis. 1997. 445p.

NORTHWOOD, P. J. Some observations on flowering and fruit setting in the cashew *Anacardium occidentale* L. Tropical Agriculture, v. 431, p. 35-42. 1966.

OLIVEIRA, F, N, S. Sistema de produção para manejo do cajueiro comum e recuperação de pomares improdutivos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.36 p. (EMBRAPA - CNPAT Sistemas de Produção, n. 2).

OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a manageable pollinator for Acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). Journal of Economic Entomology, v. 102, p. 265–273. 2009.

PEREIRA, J.O.P.; FREITAS, B.M. Estudo da biologia floral e requerimentos de polinização do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.). Revista Ciência Agronômica, v. 33, n. 2, p. 5 – 12, 2002.

PINHO, L. X. Aproveitamento do resíduo do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) para alimentação humana. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

RAO, V. N. M.; HASSAN, V. M. Preliminary studies on the floral biology of cashew (*Anacardium occidentale* L.). The Indian Journal of Agricultural Science, v. 27, p. 277-288. 1957.

REDDI, E. U. B. Under-pollination: a major constraint of cashewnut production. Proceedings of the Indian National Science Academy B, v. 53, p. 249-252. 1987.

REDDI, E. U. B. Pollinating agent of cashew - wind or insects? Indian Cashew Journal, v. 20, p. 13-18. 1991.

ROCHA, M. C. L. S. A. Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: IBAMA. 2012. 88p.

ROSSETTI, A. G.; MONTENEGRO, A. A. T. Substituição de copa: uma alternativa para recuperar pomares de cajueiro Improdutivos ou de baixa produtividade. For-

taleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 16 p. (EMBRAPA - CNPAT Circular Técnica, n. 43).

SILVEIRA, F.A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira. 2002. 253p.

TULLO, A. H. A nutty chemical. Chemical and Engineering News, v. 86, p. 26–27. 2008.

VAISSIÈRE, B. E.; FREITAS, B. M.; GEMMILL-HERREN, B. Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: A handbook for its use. Rome, Italy: FAO. 2011. 70p.

VERGARA, C H.; KEVAN, P. G.; FREITAS, B. M. Combined pollination and crop protection could increase yields. Coffee and Cocoa International, v. 41, n. 2, p. 34-35. 2014.

WUNNACHIT, W.; PATTISON, S. J.; GILES, L.; MILLINGTON, A. J.; SEDGLEY, M. Pollen tube growth and genotype compatibility in cashew in relation to yield. Journal of Horticultural Science, v. 67, p. 67-75. 1992.

A reprodução total ou parcial desta obra é permitida desde que citada a fonte. VENDA PROIBIDA.

Rede de Pesquisa dos Polinizadores do Cajueiro

Realização:

gef

UNEP

FAO

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FUNBIO

Ministério do Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA