

Plano de manejo para polinização de macieiras da variedade Eva



Plano de manejo para polinização de macieiras da variedade Eva

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

AUTORES

Blandina Felipe Viana (Coordenadora)

Antonio da Costa Diakos

Elisabete Alves Silva

Fabiana Oliveira da Silva

Guido Laercio Bragança Castagnino

Jeferson Gabriel da Encarnação Coutinho

Juliana Hipolito de Sousa

Katia Peres Gramacho

Funbio

Rio de Janeiro, 2015

Capa: *Melipona quadrifasciata* visitando a flor da macieira.
Foto: Thiago Mahlmann

Equipe técnica

COORDENADORA

Blandina Felipe Viana

Universidade Federal da Bahia – UFBA

PESQUISADORES

Camila Magalhães Pigozzo

Universidade Jorge Amado – UNIJORGE

Danilo Boscolo

Universidade de São Paulo – USP

Edinaldo Neves

Universidade Jorge Amado – UNIJORGE

Eduardo Mariano

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Fabiana Oliveira da Silva

Universidade Federal de Sergipe – UFS

Favizia Freitas de Oliveira

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Guido Laércio Bragança

Castagnino

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Katia Peres Gramacho

Universidade Tiradentes – UNIT

Marina Castro

Universidade Estadual de Feira de

Santana – UEFS e Empresa Baiana de

Desenvolvimento Agrícola – EBDA

Nadia Roque

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Synara M. Leal

Empresa Baiana de Desenvolvimento

Agrícola – EBDA

Tiago Malhmann

Instituto Nacional de Pesquisas

da Amazonia – INPA

Washington Rocha

Universidade Estadual de Feira

de Santana – UEFS

BOLSISTAS

Andrea Seixas Costa (FUNBIO)

Antonio da Costa Diákos (FUNBIO)

Caren Queiroz Sousa

(PIBIC-UFBA/CNPq)

Eduardo Freitas Moreira (FUNBIO)

Helione Cristina Silva Barreira

(PROEXT/MEC)

Jose Hilton Aguiar (FUNBIO)

Jeferson Gabriel da Encarnação

Coutinho (CAPES)

Juliana Hipólito de Sousa (CAPES)

Lady Catalina Angel Coca (FUNBIO)

Rafaela Lorena Silva Santos (FAPESB)

Reinanda Lima da Cruz (FUNBIO)

Renata Brito Araujo (CAPES)

Walter Costa Neto (PROEXT/MEC)

Este material foi produzido pela equipe de estudantes e pesquisadores da Rede de Pesquisa em Polinização e Manejo Sustentável de Polinizadores – POLINFRUT, como parte das ações de pesquisa, ensino e extensão desenvolvidas pela Rede nos municípios de Ibicoara e Mucugê, na Bahia, no âmbito do projeto “Conservação e Manejo de Polinizadores para uma Agricultura Sustentável através da abordagem Ecosistêmica” (FAO/GEF/ PNUMA/FUNBIO). 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).

Ficha técnica

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Ceres Belchior

Vanina Zini Antunes de Mattos

Danielle Calandino

REVISÃO TÉCNICA

Ceres Belchior

Comitê Editorial do MMA

Vanina Antunes

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Luxdev

EDITOR

Fundo Brasileiro para a Biodiversidade
– FUNBIO

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

Catlogação na Fonte

Fundo Brasileiro para a Biodiversidade – Funbio

P774m Plano de manejo para polinização de macieiras da variedade Eva: conservação e manejo de polinizadores para a agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica / Blandina Felipe Viana (Coordenadora). – Rio de Janeiro: Funbio, 2015.

56 p. : il. color.

ISBN 978-85-89368-28-5

1. Agricultura sustentável. 2. Polinização por inseto. 3. Abelhas – Pólen. 4. Maçã. 5. Reprodução vegetal. I. Blandina Felipe Viana. II. Título.

CDD 634.1

6	Introdução	24	Propostas de manejo do cultivo que favorecem a polinização da macieira
8	A cultura da maçã no Brasil	24	Desenho dos pomares e arranjos de plantio
8	Importância econômica da macieira	25	Práticas de cultivo amigáveis aos polinizadores
9	Variedades de maçã cultivadas no Brasil	28	Práticas nas áreas do entorno dos cultivos
10	Variedades Eva e Princesa	33	Propostas de manejo de polinizadores:
12	A polinização da macieira	33	Polinização manejada com <i>Apis mellifera</i>
12	Biologia floral	39	Polinização manejada com abelhas sociais nativas e abelhas solitárias
12	Requerimentos de polinização	43	Propostas para o manejo e conservação de polinizadores silvestres na escala da paisagem
16	Visitantes florais e potenciais polinizadores da macieira	49	Desafios e oportunidades para adoção das práticas agroecológicas amigáveis aos polinizadores
18	Déficit de polinização da macieira	52	Referências bibliográficas

Introdução

A polinização é um processo ecológico-chave, pois é o primeiro passo da reprodução vegetal e, portanto, essencial para a manutenção da vegetação nativa e dos animais que dela dependem, bem como para a produção de frutos e sementes em vários cultivos agrícolas, garantindo assim a sustentabilidade dos agroecossistemas.

A perda na produtividade agrícola tem sido claramente relacionada ao déficit de polinização, devido, principalmente, ao uso intensivo do solo para agricultura e pecuária [1]. A supressão da vegetação natural e semina-tural, para o estabelecimento de cultivos homogêneos, leva à perda de habitat e fragmentação da paisagem e a consequente redução na disponibilidade de alimentos e locais para nidificação dos polinizadores.

Para compensar o déficit de polinização, muitos produtores

optam pelo aluguel de colmeias de abelha africanizada (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836) [2], pois, além dessas abelhas serem facilmente transportadas entre as plantações, elas são consideradas polinizadores eficientes de diversas culturas, dentre essas a macieira [1]. Contudo, estudos recentes revelaram que a abelha africanizada sozinha não substitui o papel funcional dos polinizadores silvestres [3], já que nos cultivos onde esses animais eram mais diversos houve um incremento na produtividade.

Por essa razão, e para garantir esses serviços, é de fundamental importância o desenvolvimento de programas de manejo sustentáveis dos polinizadores e de conservação dos seus habitats naturais [4].

A macieira (*Malus domestica* Borkh) é uma espécie que apresenta muitas cultivares com alto grau de incompatibilidade, sendo necessário o plantio simultâneo de duas ou mais variedades que permita uma polinização cruzada eficiente [5], o que torna os serviços de polinização ainda mais necessários para esta cultura. Portanto o declínio na riqueza e abundância de insetos polinizadores nessa cultura é um importante fator que afeta a sua produtividade [3].

O envolvimento das comunidades locais em ações efetivas de conservação dos polinizadores e dos serviços de polinização requer clara percepção, por parte desses atores sociais, da

importância desse processo para manutenção da biodiversidade e da produção de alimentos. Essa percepção se dá por intermédio da apropriação de conhecimentos, e esses atores incluem os trabalhadores que lidam diretamente com o trato da cultura, os proprietários da terra onde o cultivo está inserido, os tomadores de decisão que legislam sobre o uso dessa terra, bem como o consumidor final dos produtos advindos da prática agrícola. Diante disso, o presente manual, abordando conceitos e informações contextualizadas sobre requerimentos de polinização de macieiras da variedade Eva e apresentando propostas de manejo desse importante serviço da biodiversidade, visa orientar os agricultores e os profissionais das áreas das ciências agrárias e ambientais sobre as demandas dessa cultura agrícola pelos serviços de polinização e para a conservação e manejo sustentado dos seus polinizadores.

A cultura da maçã no Brasil

A maçã pertence à família Rosaceae e subfamília Pomoideae.

A origem da maçã contemporânea é incerta, contudo evidências indicam que foi originada de terras altas entre o Mar Negro, Turquia e Índia, onde se expandiu para o ocidente estabelecendo variedades que resultaram dos vários cruzamentos feitos entre diversas espécies [6].

No Brasil, o cultivo da maçã é uma atividade relativamente recente. Até o início da década de 1970 o país importava maçãs que abasteciam o mercado nacional, porém, nos últimos anos obteve um significativo crescimento com a implantação de novos pomares comerciais na região sul do país [7], e com a expansão de polos produtores em áreas não tradicionais de cultivo, como o vale das Vertentes, em Minas Gerais, a

Chapada Diamantina, na Bahia [8, 9] e, mais recentemente, no Ceará [10] e na região do submédio do rio São Francisco, entre Bahia e Pernambuco, tornando-se um importante componente da renda agrícola para o País [7, 11].

Na região Nordeste, a Bahia foi o primeiro Estado a implantar a cultura da macieira, tendo sido introduzida pela Empresa Bagissa S/A Agropecuária e Comércio no município de Ibicoara, Chapada Diamantina entre o final de 2005 e início de 2006, e os primeiros frutos começaram a ser colhidos no final de 2007 [8, 11].

Mais recentemente a maçã passou a ser cultivada de forma significativa no semiárido nordestino, com destaque para a

produção de Tianguá, Aracati e Limoeiro do Norte, no Ceará. A cultura da macieira nessas áreas apresentou bons resultados já no primeiro ano de produção, em 2011 [10].

Importância econômica da macieira

Atualmente, a cultura da maçã é uma atividade econômica relevante no Brasil, com repercussão no cenário internacional, pois a produção brasileira de maçãs representa 1,5% da produção mundial [11]. O Brasil é praticamente autossuficiente na produção de maçã e ainda exporta cerca de 10% da sua produção para mercados externos exigentes, como a Europa e os Estados Unidos [10].

FIGURA 1
Crescimento da produção nacional de maçãs no período entre 2006-2013
(Fonte: IBGE, 2013).

O grande impulso na produção de maçãs, estimada em 6000% nas últimas duas décadas (FIGURA 1), foi favorecido por inovações tecnológicas das práticas de cultivo, relacionadas ao sistema de condução e poda, superação artificial da dormência, manejo de colheita, raleio químico, polinização, controle fitossanitário, conservação e armazenagem da fruta, que permitiram a expansão da cultura para novos polos de produção [7, 8] (FIGURA 2).

Variedades de maçã cultivadas no Brasil

Existem cerca de 7500 variedades [6] de macieiras cultivadas no mundo. No Brasil, apesar da produção de maçã estar concen-

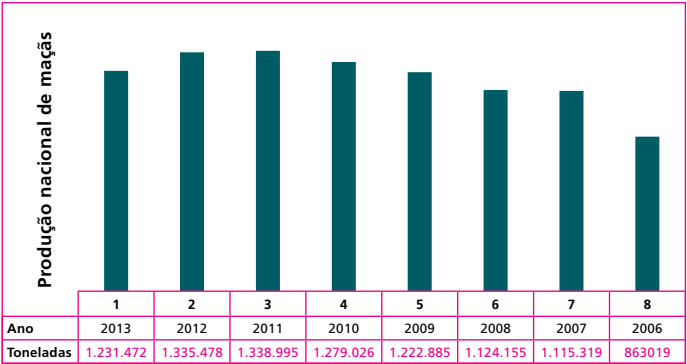
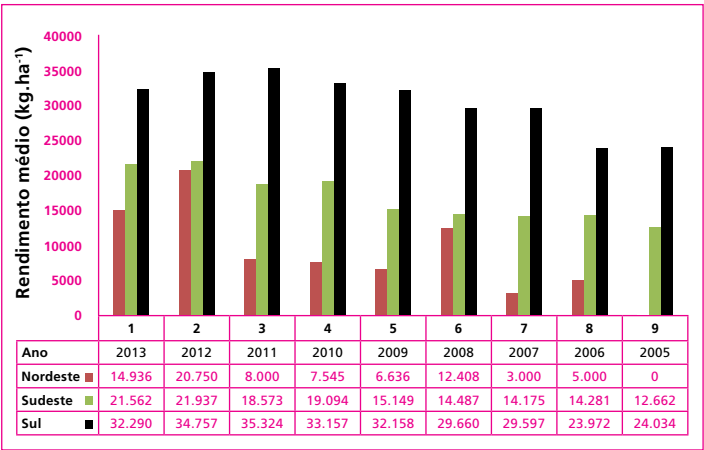


FIGURA 2
Rendimento médio (kg.ha⁻¹) nas regiões produtoras de maçãs do país, no período entre 2006-2013. (Fonte: IBGE, 2013).



trada em apenas duas variedades, 'Gala' e 'Fuji', que juntas representam 90% da área plantada [7], no Sudeste do Brasil (Piedade do Rio Grande, Minas Gerais) a maçã Eva, em associação com a variedade Princesa, doadora de pólen, é, atualmente, a variedade mais plantada [11] e encontra-se em plena expansão na região Nordeste (Chapada Diamantina, na Bahia e Petrolina, em Pernambuco) (FIGURA 3). No entanto, os níveis de produtividade são muito desiguais entre esses polos produtores [11], sendo que em Piedade do Rio Grande a produtividade atingiu 40 ton/ha [11] em 2012, uma das maiores do Brasil, enquanto na Chapada Diamantina não foram alcançados a metade desse valor, no mesmo ano [11] sendo que as árvores de ambas as localidades possuem a mesma idade e estão expostas a condições climáticas e edáficas semelhantes.

A seleção dessas duas variedades, Eva e Princesa, foi determinada pela sua adequação às condições climáticas locais, requerendo poucas horas de frio para a quebra da dormência e crescimento dos ramos vegetativos [7].

As variedades Eva e Princesa

A variedade Eva é produto do cruzamento das variedades Gala x Ana, realizado em 1979 pelo Instituto Agrônomo do Paraná, com menor necessidade de frio — 300 a 350 horas — e maturação dos frutos mais precoce que a variedade Gala [7, 9]. Essa variedade também possui vigor de médio a alto e é altamente produtiva, com frutos vermelho-estriados sobre fundo amarelo-esbranquiçado, de boa aparência. O sabor é doce, subácido, e os frutos têm a capacidade de conservação

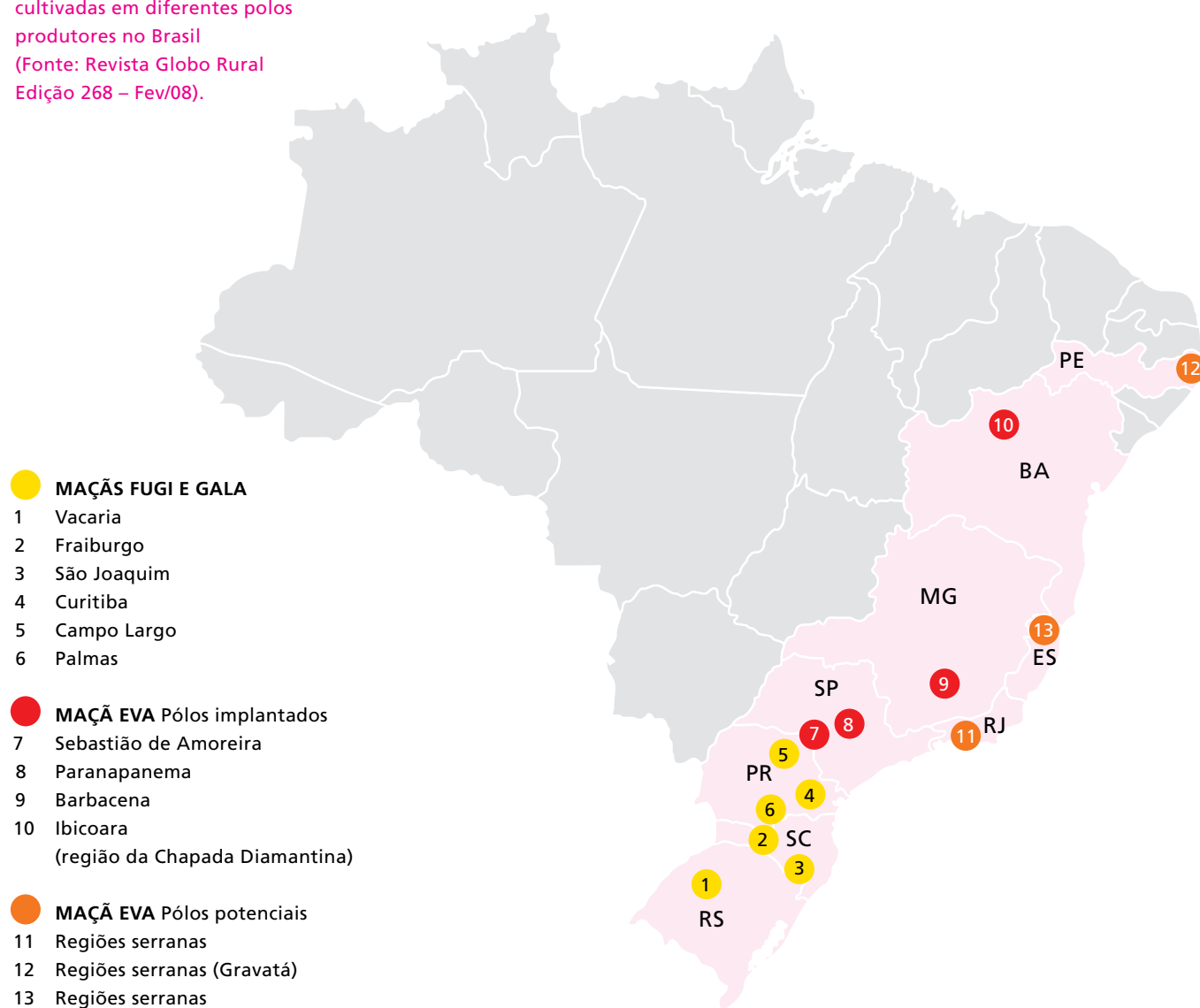
em prateleira satisfatória de 7 a 10 dias, apresentam o formato cônico a arredondado e tamanho um pouco maior que a variedade Gala.

Já a variedade Princesa, desenvolvida pela Epagri em Caçador-SC, tem sido utilizada quase que exclusivamente como doadora de pólen, por apresentar uma baixa produção de frutos, mas com um volume elevado de flores com floração prolongada, produzindo grande quantidade de pólen [7]. Contudo, na Chapada Diamantina tem sido observado um potencial produtivo para essa cultivar. Em outras áreas do NE, como a Fazenda FrutaCor, localizada no Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas, no baixo Vale Jaguaribe, a cultivar Princesa também tem se mostrado promissora como produtora, em consórcio com a variedade Julieta (doadora de pólen) [10].

FIGURA 3

As variedades de macieiras mais cultivadas em diferentes polos produtores no Brasil

(Fonte: Revista Globo Rural
Edição 268 – Fev/08).



A polinização da macieira

Biologia floral

As flores da macieira são reunidas em inflorescências do tipo umbela, que formam um “cacho” com flores grandes (FIGURA 4 A, B, C, D). Cada flor possui os dois sexos e podem produzir pólen (nas anteras) e receber grãos de pólen (estigmas) (FIGURA 4 E, F, G, H). O órgão sexual feminino da flor, é formado pelo ovário, cinco estigmas e cinco carpelos (FIGURA 4 E, F) cada um com dois óvulos (FIGURA 4 G, H). No órgão sexual masculino da flor, estames, as anteras são os locais de produção dos grãos de pólen.

Na variedade Eva as pétalas são branca-rosuladas, com estiletes fusionados na base e

mais longos que os estames. Devido ao maior comprimento do pecíolo floral, as flores do buquê apresentam-se comparativamente mais distantes entre si do que aquelas da variedade princesa. Na cultivar Princesa as flores que formam o buquê apresentam flores bem unidas; as sépalas são pilosas e as pétalas apresentam coloração rosa intenso quando em estágio de botão e branco-rosulada após a separação das pétalas. Os estiletes são menores que os estames, os quais são fusionados na base e apresentam tricomas desde a base até o terço apical do estilete.

O tamanho médio das flores nas duas variedades é ligeiramente diferente (Eva = $4,6 \pm 0,6$ cm; n = 20 e Princesa = $5,3 \pm 0,4$ cm, n = 20) (FIGURA 4). A flor tem

longevidade de 72h (três dias). No início da abertura, a flor tem forma de “bacia” e depois tem forma de “prato” em plena antese (pétalas totalmente expandidas). No entanto, as mudanças morfológicas e funcionais no androceu e gineceu são mais evidentes na transição entre as fases de plena antese até a senescência, embora a viabilidade polínica (100% das flores) e a receptividade estigmática (100% das flores) persistam até a senescência. O ovário com cinco carpelos abriga até dez óvulos (dois óvulos por carpelo).

Requerimentos de polinização

A maçã é uma cultura autoincompatível e o seu cultivo

FIGURA 4

Representação esquemática das flores da inflorescência (A-B), da flor com as pétalas expandidas (C-D), detalhe das anteras e estigmas em flor com as pétalas removidas (E-F), corte transversal do ovário (G-H), para a cultivar Eva (à direita) e Princesa (à esquerda). Autor da prancha: Natanael Nascimento.

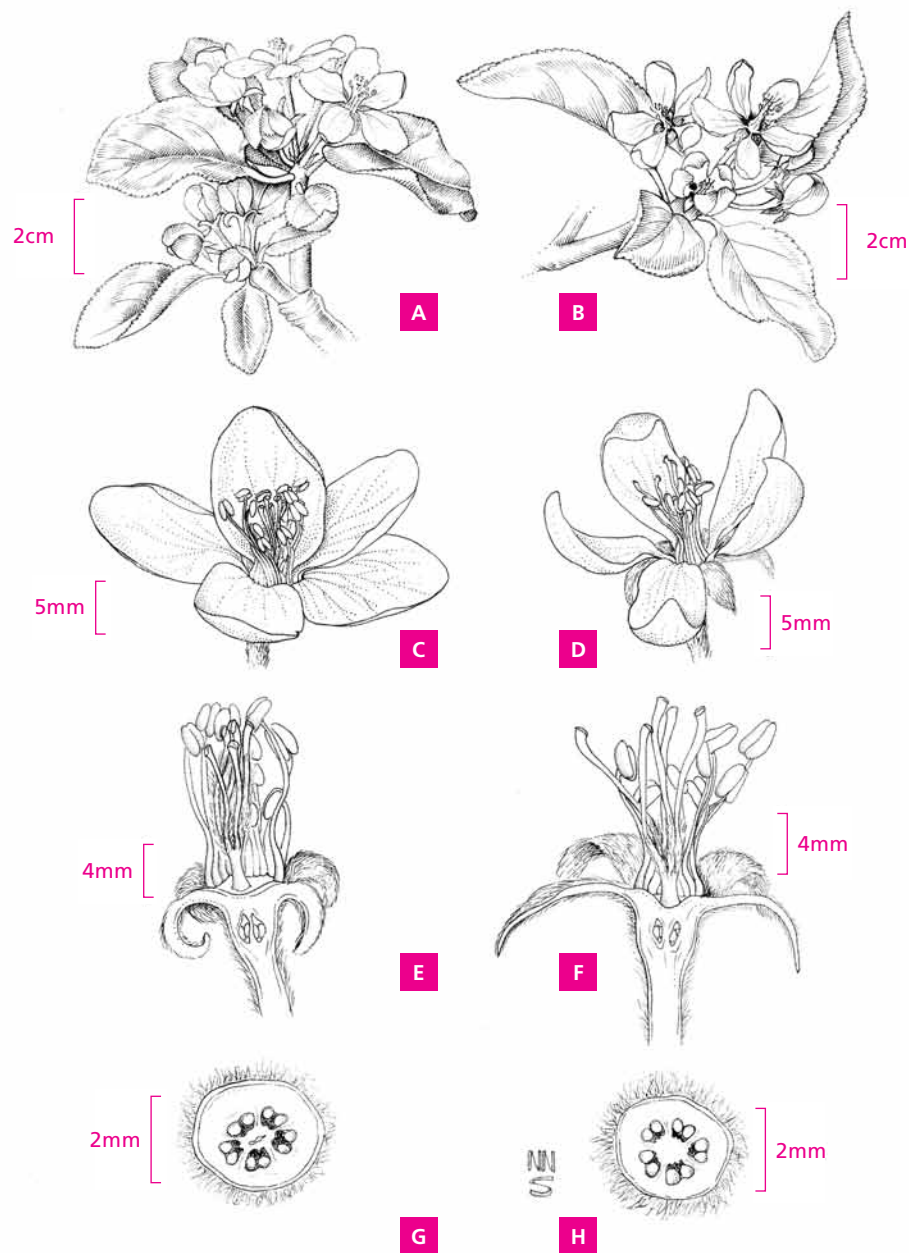
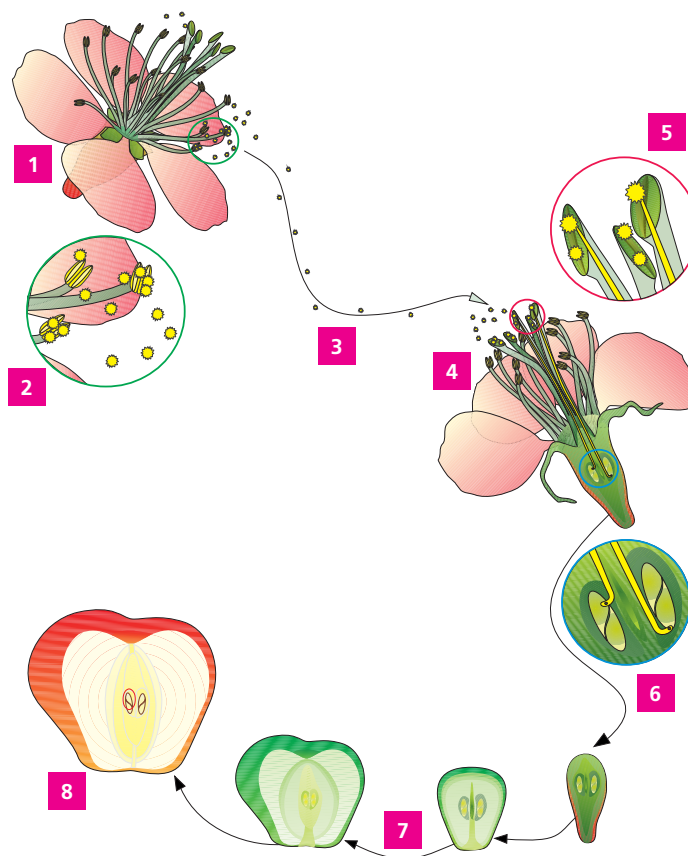


FIGURA 5

Etapas do processo reprodutivo da macieira, desde a polinização até a formação de sementes. Autor da imagem: Eduardo Freitas Moreira.



requer o plantio consorciado de uma variedade receptora de pólen (variedade comercial ou produtora) e uma variedade polinizadora, para fornecer o pólen viável e compatível.

Esta etapa do processo reprodutivo requer os serviços de um polinizador, capaz de realizar a transferência de pólen viável produzido na antera de uma flor (FIGURA 5: PASSOS 1-2) para o estigma de outra flor (FIGURA 5: PASSOS DE 3-5) de outra variedade compatível para que haja a fertilização dos óvulos, e depois a formação de frutos e sementes (FIGURA 5: PASSOS 7-8).

QUADRO 1 GLOSSÁRIO DE TERMOS BOTÂNICOS

Antera

região superior do estame (uma parte do sistema reprodutor masculino) onde grãos de pólen são produzidos.

Androceu

conjunto de órgãos masculinos da flor (estames)

Actinomorfa

com simetria radial (vários planos de corte no sentido longitudinal que geram metades especulares).

Bissexuada

flor portadora dos dois sexos; com gineceu (órgão reprodutor feminino) e androceu (órgão reprodutor masculino) em uma mesma flor.

Carpelo

O conjunto de carpelos forma o órgão reprodutor feminino (também chamado gineceu ou pistilo). Cada carpelo possui um ovário, local de produção dos óvulos. Consiste na unidade formada pelo estigma, o estilete e o ovário.

Deiscência longitudinal

diz-se das anteras que se abre por uma longa fenda.

Dialipétala

com pétalas separadas; não unidas entre si

Dialissépala

com sépalas separadas;

Estigma

é a parte superior do aparelho reprodutor feminino, e nesta superfície o grão de pólen trazido pelo agente polinizador fica aderido.

Gineceu

órgão feminino da flor, formado por um ou mais pistilos, que se constituem de ovário, estilete e estigma.

Ovário

é a parte inferior do gineceu, que contém os óvulos a serem fecundados; estrutura fechada que dá origem ao fruto após a polinização.

Pentâmera

flor composta por cinco unidades em seus verticilos (ex. pétalas e sépalas) como na macieira (FIGURA 4 C, D).

Sincárpico

indica que os carpelos são fundidos entre si, formando um único ovário.

Tubo polínico

é um crescimento celular do grão de pólen em direção ao óvulo, que possibilita a fecundação nas plantas com flores.

Umbela

inflorescência com eixo bastante congesto, fazendo as flores surgirem aparentemente do mesmo ponto. As flores podem estar voltadas para cima ou para todos os lados, como na macieira (FIGURAS 4 A-B).

QUADRO 2

Autoincompatibilidade é a inabilidade de uma planta hermafrodita, ou seja, portadora de flores bissexuais, produzir zigotos após autopolinização. Ocorre pela inibição da germinação do grão de pólen ou do crescimento do tubo polínico pelo estigma. Assim, a frutificação depende do sucesso na polinização cruzada além das características intrínsecas da cultivar, que determinarão a qualidade e quantidade de frutos produzidos.

Visitantes florais e potenciais polinizadores da macieira

Embora as flores da macieira tenham sido visitadas por diferentes espécies de insetos (n= 35), apenas sete espécies de abelhas nativas foram identificadas como polinizadores potenciais da macieira, além da espécie manejada *Apis mellifera scutellata*, bem conhecida e utilizada na polinização manejada dos pomares de maçã (FIGURA 6). Dentre as espécies visitantes, as abelhas sociais nativas são

os polinizadores mais promissores, especialmente *M. quadrifasciata anthidiodes*, que já é manejada em caixas-rationais, além das espécies *M. quinquefasciata*, *Geotrigona subterranea* e *Trigona spinipes*. As abelhas solitárias tais como *Centris* sp. e outras espécies solitárias também visitaram as flores da macieira e são potenciais polinizadores, porém são menos promissoras por realizarem visitas esporádicas.

FIGURA 6

Diversidade de abelhas visitantes das flores da macieira, no pomar da Chapada Diamantina, BA. (A) *Melipona quadrifasciata*, (B) *M. quinquefasciata*, (C) *Trigona spinipes*, (D) *A. mellifera scutellata*, (E) *Centris* sp., (F) *Geotrigona subterranea*, (G) *Exomalopsis analis*, (H) *Xylocopa grisescens*. Fotos: Thiago Mahlmann (A, B, C, D, F, G e H); Lady Catalina Angel Coca (E).



Déficit de polinização na macieira

A baixa produtividade de uma dada cultura pode ser relacionada a diversos fatores, dentre os quais:

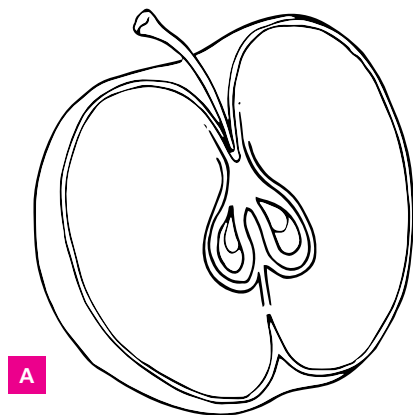
características fisiológicas e idade das plantas, qualidade do solo, déficit hídrico, tratamentos culturais e/ou insuficiência dos serviços de polinização [6, 12]. As condições meteorológicas, aspersão de substâncias químicas, trânsito de pessoas e presença de maquinários, bem como outras práticas de manejo nos pomares podem afetar significativamente as atividades de forrageio das abelhas, influenciando o sucesso da polinização [13]. Níveis inadequados de polinização resultam, muitas vezes, de deposição insuficiente de pólen sobre os estigmas receptivos, ocasionado pelo número

reduzido de visitas às flores pelos polinizadores [12].

Desse modo, a produtividade dentro de uma determinada área plantada pode ser afetada por essa deficiência qualitativa ou quantitativa na deposição do pólen, caracterizando o déficit de polinização [12]. A existência de falha de polinização pode ser demonstrada por experimentos onde a produção de sementes e frutos é avaliada em relação a adição de pólen (polinização manual *versus* polinização natural), ou de polinizadores manejados (adensamento dos pomares com colmeias) [12].

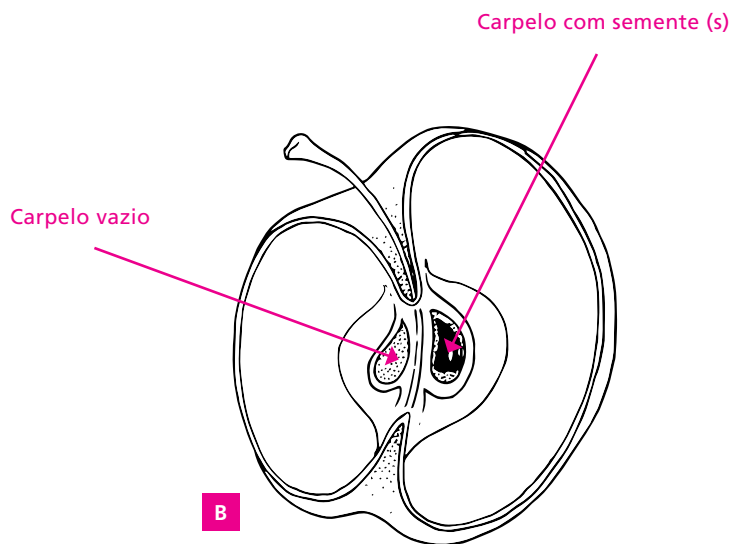
FIGURA 7

O fruto da macieira em corte longitudinal mostrando em (A) um fruto bem formado com os carpelos contendo sementes e (B) fruto mal formado com número reduzido de sementes. Fonte (A) <http://ultradesenhosgratis.blogspot.com.br>; Fonte do desenho (B) Cory Sheffield, palestra webinar: 25 mar 2014.



A

Nas flores da espécie *M. domestica* o ovário possui cinco carpelos, cada um com dois óvulos, assim, quando há níveis máximos de polinização espera-se obter um fruto bem formado, com dez sementes [6], resultado da fertilização dos dez óvulos (FIGURA 7 A). Contudo, se o limiar não for atingido pode resultar na deformação morfológica e física nos frutos, diminuição da produção, formação de frutos pequenos e redução na quantidade de cálcio com consequências para a conservação desse fruto [6, 12] (FIGURA 7 B).



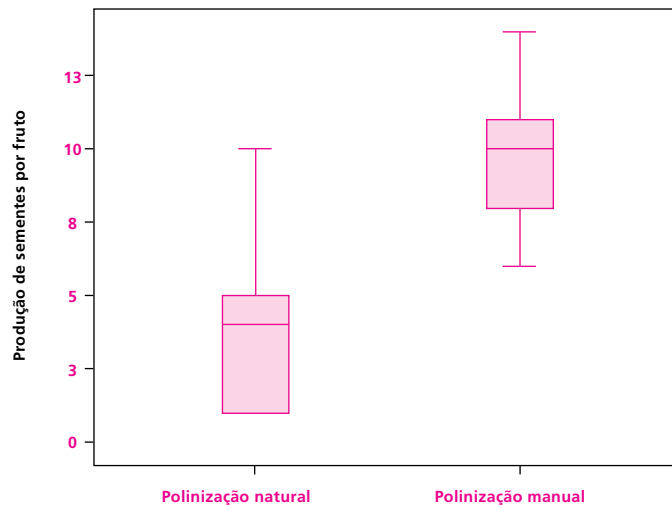
Carpelo com semente (s)

Carpelo vazio

B

FIGURA 8

Comparação entre flores de macieiras polinizadas naturalmente e manualmente. Número médio (linha horizontal), desvio-padrão (área da caixa cinza) e variação máxima e mínima (linhas verticais acima e abaixo da caixa) de sementes em frutos de Eva (*M. domestica*) polinizados natural e manualmente (cruzando as variedades) em 2010, na Chapada Diamantina, BA.



Na Chapada Diamantina, o déficit de polinização da variedade Eva foi evidenciado pela baixa produção de sementes em frutos polinizados naturalmente (media = 4 sementes/fruto) em comparação com aqueles manualmente polinizados (média = 8 sementes/fruto) (FIGURA 8).

Compensação do déficit pelo adensamento do pomar com *Apis mellifera*

O aumento na produção de sementes (média = 6

sementes/fruto) pode ser alcançado com a adição de colmeias manejadas da abelha africanizada (*A. mellifera*), sendo que na Chapada Diamantina são necessárias de 7 a 11 colmeias. ha⁻¹. Entretanto, o adensamento com 7 colmeias.ha⁻¹ é a alternativa mais eficiente e viável, tanto economicamente quanto do ponto de vista do manejo (FIGURA 9). O adensamento com 11 colmeias gerou um resultado similar àquele encontrado com 7 colmeias, em termos de produção de frutos e



sementes, o que indica que há um limiar em termos de número de colmeias de *A. mellifera* que pode alterar a produtividade, dada as condições do pomar em que o estudo foi realizado.

A utilização de coletores de pólen na entrada das colmeias pode aumentar o número de viagens de forrageio das abelhas e, conseqüentemente, o número de flores visitadas. Estudos mostram que as abelhas africanizadas são polinizadores eficientes quando forrageiam por pólen, pois não contatam

FIGURA 9

A disposição das colmeias da abelha africanizada (*Apis mellifera scutellata*) em caixas racionais, utilizadas durante os adensamentos no pomar de maçãs, na Chapada Diamantina, BA. A imagem representa o número de colmeias utilizado em 2010 (5 colmeias/ha⁻¹. Foto: Arquivo LABEA.



FIGURA 10

Abelha africanizada em forrageio por (A) pólen e (B) néctar, em flores de macieira, na Chapada Diamantina, BA. (C) Colmeia com coletor de pólen. Fotos: Tiago Malhmann.

estigmas quando forrageiam por néctar (FIGURA 10 A, B). Por essa razão, muitos apicultores utilizam os coletores de pólen (FIGURA 10 C) para aumentar as chances de polinização e aumentar o número de sementes e a qualidade do fruto [2].

Com o uso de coletores de pólen, houve uma média de 7 sementes por fruto, quando adensamos os pomares de macieira com 7 colmeias. ha⁻¹. Quando avaliamos o



FIGURA 11

(A) Disposição das colmeias racionais de abelhas sociais nativas (*Melipona quadrifasciata anthidioides*) e (B) detalhe da abelha em forrageio durante os adensamentos no pomar de maçãs, na Chapada Diamantina, BA. Fotos: Synara M. Leal (A) e Tiago Malhmann (B).

adensamento com 11 colmeias. ha⁻¹, o aumento é pouco significativo (8 sementes por fruto) tendo em vista o alto custo de manter 11 colmeias. ha⁻¹. Desta forma, o uso de 7 colmeias. ha⁻¹ com o uso de coletores de pólen é a medida mais eficiente e menos onerosa em termos de manejo de *A. mellifera* para a polinização de macieiras, atualmente, no Agropolo Ibicoara-Mucugê, na Chapada Diamantina, onde esses estudos foram realizados (FIGURA 9).

Compensação do déficit pela diversificação de colmeias manejadas

O manejo simultâneo de abelhas africanizadas com espécies nativas é uma alternativa ainda mais eficiente do que o manejo com *Apis mellifera* apenas. No pomar, para a cultivar Eva a produção de sementes e frutos foi maior quando utilizadas colônias manejadas de *Melipona quadrifasciata anthidioides* (mandaçaia) (12 colmeias. ha⁻¹) junto com as abelhas africani-

zadas (7 colmeias. ha⁻¹) (FIGURA 11). Essa informação indica que a diversidade de abelhas manejadas pode contribuir para o aumento da produção de frutos e sementes, e que a abelha exótica africanizada não substitui os polinizadores nativos, o que está de acordo com o que já foi detectado para diversas culturas em várias regiões do mundo [3, 15].

Propostas de manejo do cultivo que favorecem a polinização da macieira

Desenho dos pomares e arranjos de plantio

Com base em estudos de dispersão do pólen realizados em pomares de maçã [2], o arranjo mais adequado do pomar é o plantio das árvores em fileiras, com espaçamento de 4 m entre plantas, sendo 5 indivíduos da variedade produtora (no caso a Eva) para uma doadora de pólen (no caso a Princesa): proporção 5:1. Nesse arranjo, a variedade doadora de pólen, representa cerca de 10⁻¹ 2% de participação no pomar (FIGURA 12). Este arranjo tem se mostrado mais favorável à polinização, pois

quanto maior o número de árvores polinizadoras maior será o número de viagens de forrageio que resultam em polinização bem sucedida da variedade comercial. Além disso, garante uma polinização uniforme das árvores em toda a área plantada. O plantio de árvores polinizadoras nas linhas é recomendado, pois há estudos que mostram que as abelhas, especialmente *A. mellifera*, forrageiam com maior frequência ao longo das linhas, e menos frequentemente entre as linhas [16].

FIGURA 12

Sistema de plantio em consórcio das variedades Eva (E) e Princesa (P) com proporção de 5:1, respectivamente, implantado na Empresa Bagisa, Município de Ibicoara, Chapada Diamantina, BA.



Práticas de cultivo amigáveis aos polinizadores

As práticas agrícolas que são aplicadas no interior dos cultivos são muito importantes para a manutenção da riqueza e abundância de abelhas nativas, o grupo de polinizadores mais relevante para as culturas [1, 7]. Assim, a adoção de práticas amigáveis aos polinizadores tais como: redução no uso de agrotóxicos, agricultura orgânica e diversificação dos tipos de

cultivos favorecem a manutenção da diversidade de polinizadores nos cultivos e do serviço de polinização [13, 18, 19].

Redução no uso de agrotóxicos

Evitar a exposição dos polinizadores aos agrotóxicos é uma forma de diminuir os riscos de contaminação. Assim, uma atenção especial deve ser dada à época na qual estas substâncias são aplicadas, evitando

os períodos com flores. Outra estratégia eficiente na redução do uso de agrotóxicos é a adoção do manejo integrado de pragas. Essa prática, que envolve uma série de mudanças nas práticas de cultivo, têm-se mostrado bastante eficiente na manutenção dos insetos benéficos às culturas agrícolas [20].

Os produtores brasileiros dispõem de uma grade significativa de inseticidas que são recomendados para o cultivo

da maçã, mas carecem de informações sobre os efeitos tóxicos letais e subletais, nas várias formulações, sobre os insetos polinizadores, sobre boas práticas de manejo para evitar os impactos dos agrotóxicos sobre os polinizadores, incluindo uso correto no período da florada e sobre a importância de obedecer aos prazos recomendados entre a última aplicação e a colheita, para que não sejam detectados resíduos em pós-colheita. Essa carência ocorre, porque os modelos de rótulos e bulas necessitam de adequações às novas tecnologias agrícolas, além de nem sempre serem impressos seguindo as orientações dos órgãos federais, e as informações serem consideradas como de difícil compreensão, quando são lidas pelos aplicadores ou agricultores.

As duas principais questões que são postas em relação ao uso dos inseticidas são:

- 1) Capacidade de afetar as abelhas adultas (que estão envolvidas diretamente na dispersão dos grãos de pólen) e
- 2) Capacidade de afetar as larvas e os ovos em desenvolvimento, o que a médio e curto prazo pode diminuir a taxa de recrutamento de novas operárias, comprometendo a manutenção do serviço de polinização no tempo e no espaço.

Os inseticidas Tamaron e Dimetoato, por exemplo, não constam na grade de uso de agrotóxicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para uso na Produção Integrada de Maçã – PIM [24], mas continuam sendo utilizados por alguns produtores rurais, em algumas localidades. Estes inseticidas pertencem ao grupo dos organofosforados, os quais fazem parte da classe II em

termos de periculosidade, ou seja, são muito perigosos ao meio ambiente.

Diversas pesquisas realizadas em âmbito nacional em relação a ação dos organofosforados nas abelhas *A. mellifera* indicaram que essa classe de inseticidas é capaz de: interferir na divisão de trabalho da colmeia, reduzindo a longevidade desta em 20%; diminuir o peso corporal de rainhas [27]; diminuir a frequência de visitação à fonte de alimento [28], bem como afetar a habilidade das abelhas em comunicar às outras abelhas da colmeia o local da fonte de alimento por meio da “dança do oito”, por impedir a orientação do ângulo [29]. Uma ação importante, visando reduzir o uso dos agrotóxicos e buscar a transição para modelos alternativos, tais como a agroecologia e a produção orgânica, foi tomada pelo Governo Federal com a elaboração, em 2014, do Programa Nacional de Redu-

ção de Agrotóxicos (PRONARA). Este Programa está sendo analisado por diversos órgãos governamentais afetados ao tema. Espera-se que a sua implementação alcance o maior número possível de agricultores e que os seus resultados tenham um efeito positivo sobre a biodiversidade de polinizadores.

Agricultura Orgânica

A produção orgânica que não utiliza agrotóxicos sintéticos, tais como herbicidas, inseticidas e adubos químicos, é favorável aos polinizadores. Comparada com a agricultura convencional, a agricultura orgânica pode melhorar a abundância e a diversidade de abelhas e a sustentabilidade do serviço de polinização. Dados referentes ao efeito da agricultura orgânica sobre a polinização da macieira não estão disponíveis na literatura, contudo, em outras culturas, como morango, abóbora e canola, efeitos posi-

tivos foram encontrados para os polinizadores.

O Brasil deu um importante passo, em 2013, no processo de transição para modelos alternativos de produção de alimentos mais saudáveis, sem agrotóxicos, ao criar o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO), principal instrumento de execução da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO – Decreto Federal nº 7.794, de 20 de agosto de 2012). A Política irá beneficiar os produtores que queiram fortalecer ou modificar suas práticas produtivas para sistemas agroecológicos ou orgânicos de produção.

Diversificação de cultivos

Os sistemas mais diversificados de cultivos, ou policultivos, podem prover recursos florais e habitat para muitas espécies de polinizadores [19]. A diversidade de espécies de plantas

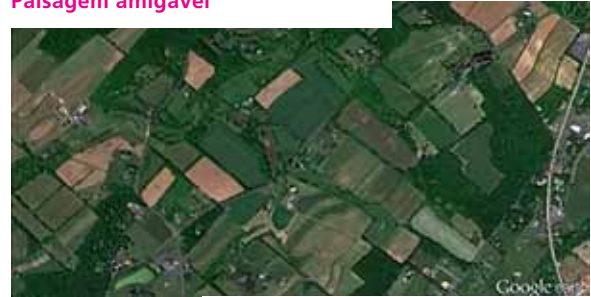
cultivadas simultaneamente enriquece a dieta das abelhas, a macieira, por exemplo, pode ser consorciada com espécies de plantas anuais, que possam ser cultivadas no meio das linhas do plantio,. A maioria das espécies de abelhas que são tidas como potenciais polinizadores da cultura da macieira é generalista (coleta recursos alimentares em diferentes fontes florais). Assim, essas abelhas necessitam de um leque amplo de opções de pólen e néctar que diferem em termos de conteúdo proteico e de açúcares. As diferentes proporções de aminoácidos e dos açúcares simples, como frutose e glicose, aumentam as chances de manutenção de populações locais dessas abelhas. Desse modo, espera-se que a médio e longo prazo, as populações de abelhas sejam mais persistentes nesses locais, aumentando a probabilidade de persistência e estabilidade do serviço de polinização para a cultura focal e para as outras

Paisagem não amigável



Sem habitat natural

Paisagem amigável



Habitat para polinizadores

que fazem parte dessa rede de policultivos.

Práticas nas áreas do entorno dos cultivos

É necessário aliar as práticas do cultivo com as do entorno para garantir a persistência das populações naturais de polinizadores nativos. A conservação de habitats naturais e seminaturais, entremeando os cultivos e formando paisagens agrícolas heterogêneas, é essencial para a manutenção das populações dos polinizadores silvestres. Essa prática requer um planejamento do uso da terra na escala da paisagem. Dentre as

práticas locais que beneficiam os polinizadores, destacamos o plantio de faixas de plantas não cultivadas que fornecem recursos florais para os polinizadores e adição de espaços para nidificação.

Conservação de habitat natural e seminatural no entorno dos cultivos

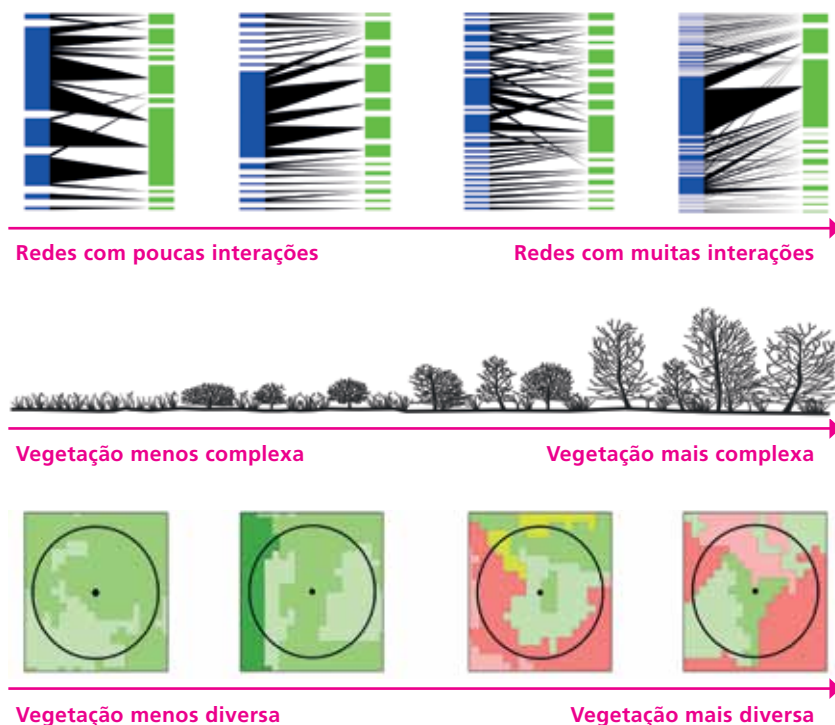
Para a manutenção dos polinizadores nativos, mais importante do que a manutenção de grandes áreas naturais intactas é a manutenção de paisagens diversas e conectadas [21] (FIGURA 13). No polo agrícola

FIGURA 13

Contraste entre uma paisagem de um cultivo intensivo (superior) e um cultivo com áreas nativas no entorno (inferior). Esta última exemplifica um agroecossistema, cuja paisagem amigável aos polinizadores favorece a movimentação dos organismos.

FIGURA 14

Variações nos padrões das redes de interações de flores e visitantes florais distribuídas em um gradiente de vegetação e de diversidade de habitats na paisagem. Dados coletados nos anos de 2011-2012, no Agropolo Ibicoara-Mucugê, na Chapada Diamantina, Bahia. Fonte: Moreira *et al.*, 2015



da Chapada Diamantina, o fator mais importante para o aumento da comunidade de abelhas selvagens foi a diversidade de habitat. Nas paisagens mais heterogêneas e com maior diversidade de plantas e de tipos de vegetação constatamos que as redes de interação entre flores e visitantes florais apresentam mais conexões, o que as tornam

mais robustas e resilientes (FIGURA 14). Isso significa que tais áreas têm maiores chances de manter o serviço de polinização a médio e longo prazo.

A lógica que sustenta esse resultado não é difícil de ser compreendida. O recorte de espaço a ser considerado na definição de uma dada pai-

sagem está condicionado à espécie ou ao grupo de espécies que se esteja levando em conta. Se pensarmos nas abelhas de médio e grande porte, que são aquelas com potencial de polinizar as macieiras, uma paisagem favorável à manutenção de populações viáveis, será composta por uma matriz agrícola, circundada por diferentes unidades de fisionomias

vegetais e conectadas, para permitir o movimento entre os habitats dessas espécies.

É justamente esse mosaico de tipos vegetacionais, típico da faixa de Cerrado que engloba o polo agrícola da Chapada Diamantina, com culturas entre-meadas por vegetação natural e seminatural, que aumenta as chances de persistência das populações de abelhas. Uma dada cultura tem oferta de recursos florais em períodos restritos ao longo do ano. Entretanto, a manutenção de populações viáveis de abelhas, para o provimento do serviço de polinização da macieira, exige oferta contínua de recursos ao longo desse ano. Além disso, a diversidade floral, conforme já explicado acima, é importante para manter uma dieta diversificada, com melhor qualidade nutricional, para esses organismos.

Esse conjunto de fatores conduz o nosso olhar para além da cul-

tura de interesse e nos obriga a pensar no contexto espacial em que essa cultura está imersa, afinal as abelhas podem forragear por alguns quilômetros na busca por alimentos e sítios de nidificação, o que pode ser propiciado por um planejamento do espaço que considere essas necessidades e mantenha a tão almejada heterogeneidade ambiental [18].

Plantação de espécies vegetais, fontes de recursos florais, nas margens do cultivo focal

A presença de outras plantas floridas não agrícolas, próximas ou às margens da área cultivada, aumenta a oferta de recursos para os polinizadores, especialmente durante o período em que a cultura focal não está florescendo [22]. O plantio de faixas, entre linhas ou no entorno do cultivo, com espécies vegetais ruderais e/ou de cercas vivas



FIGURA 15

Faixa de vegetação espontânea florida próxima ao pomar da cultivar Eva, na Fazenda Corredor, em Piedade do Rio Grande, MG. Foto: arquivo LABEA.

com espécies arbóreas, como as grevileas (*Grevillea* sp.), cedro, dentre outras, que além de sombreamento oferecem maior aporte de recursos e retenção de água no solo para ser acessado pelas plantas, pode ser utilizado. Essas plantas também podem servir como zona tampão para reduzir a dispersão dos agrotóxicos e assim proteger os polinizadores de contaminação (FIGURA 15).

Adição de espaços para nidificação das abelhas

A adição de espaços para nidificação estimula a recuperação das populações dos polinizadores silvestres, bem como o aumento dessas populações. Uma árvore velha caída na lavoura, por exemplo, é um substrato ideal para construção de ninhos pelas abelhas carpinteiras, do gênero *Xylocopa* e pelas



FIGURA 16

Exemplos de locais para a nidificação de abelhas solitárias, que podem ser dispostos no entorno de áreas cultivadas. (A) modelo de ninho-armadilha para *Xylocopa* testado no pomar; (B) galhos secos de madeira mole mantidos no pomar para que as fêmeas de *Xylocopa* escavem seus ninhos; (C) ninhos-armadilhas com orifícios de diversos diâmetros para nidificação de abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes. Fotos: Tiago Malhmann (A–B); Catalina Angel Coca (C).

abelhas sociais sem ferrão.

Já para as abelhas solitárias, que nidificam em cavidades pré-existent, blocos ou caixas de madeira, com perfurações de diferentes diâmetros, podem ser espalhadas nas áreas de entorno para facilitar o estabelecimento dessas abelhas nessas áreas (FIGURA 16).

A manutenção de pequenas áreas com solo desnudo é outra prática que contribui com o estabelecimento das abelhas que preferem nidificar no solo. Entretanto, este solo precisa

estar descompactado para que a abelha consiga escavá-lo.

Propostas de manejo de polinizadores

O uso eficiente das abelhas para a polinização da maçã pode resultar em aumento tanto em quantidade quanto em qualidade dos frutos. Ao final, a polinização adequada realizada pelas abelhas irá garantir a formação adequada de sementes e reduzir a incidência de maçãs deformadas o que, por sua vez, resulta em maior lucro para o agricultor [3, 4, 15].

Polinização manejada com *Apis mellifera*

Estudos em pomares de macieira e pereira mostraram que maior será o número de frutos produzidos por árvore quanto maior for o número de abelhas em cultivos de macieira e pereira

[2, 15]. Por isso, estas abelhas são reconhecidas como insetos polinizadores muito importantes em áreas agrícolas [3].

As colmeias de *A. mellifera* são introduzidas durante o período da floração para aumentar a transferência de pólen entre as diferentes cultivares de macieiras [2]. O número de colmeias necessárias por unidade de área de um pomar é muito variável e depende de vários fatores, como proporção da área cultivada, proporção do habitat natural, riqueza em plantas, gradiente de isolamento a partir das áreas naturais, tipo de manejo, nível de toxicidade na área devido ao uso de agrotóxicos e abundância da abelha *A. mellifera* [6]. Contudo, é necessário que existam abelhas em quantidade adequada que possam visitar um número de flores suficientes, para que a produção de sementes seja maximizada [6].

A adição de colmeias de *Apis mellifera* em pomar de macieiras, durante a floração, tem sido uma técnica utilizada em todo o mundo no intuito de aumentar a população de abelhas dentro da cultura e promover um bom fluxo polínico. Entretanto, para que esta técnica dê certo, alguns cuidados devem ser levados em conta no que diz respeito às condições internas das colmeias e ao manejo utilizado. Para isso alguns passos são recomendados, conforme a seguir:

Seleção das colmeias

A seleção das colmeias deve anteceder a transferência dessas para o pomar, considerando alguns fatores tais como: estado das colmeias, quantidade de favos com crias abertas, comportamento defensivo do enxame, população do enxame, etc. Ao realizar a inspeção nas colônias, o apicultor deve selecionar

apenas as que tenham, no mínimo, mais de quatro favos de crias abertas (as crias abertas induzem as abelhas a colherem mais pólen nas flores); boa população de abelhas forrageiras e colmeias em bom estado de conservação (sem buraco ou frestas).

Idade da Rainha

É fundamental que as rainhas das colônias — que irão polinizar o pomar de maçãs sejam prolíferas, capazes de produzir prole numerosa, para que respondam ao estímulo da florada, aumentando a área de cria. Para isto, o ideal é que as mesmas não tenham mais de dois anos, pois a sua prolificidade está inversamente atrelada à idade. Para os apicultores que fazem anualmente apenas um “serviço” de polinização, a sugestão é que substituam as rainhas pelo menos a cada dois anos e, aos que fazem mais de dois “serviços” de po-

linização, substituam a rainha anualmente, pois esta sofreu maior exigência e desgaste corporal.

Para reduzir a dificuldade dos apicultores em fazer o manejo de substituição de rainhas (executar o trabalho de selecionar as mais prolíferas, e reduzir os custos de aquisição de novas rainhas), sugerimos que, aqueles que desejam substituir suas rainhas, aproveitem o final da floração e façam o manejo de divisão das suas colmeias, antes de realizar o serviço de polinização. Lembrando que esta divisão deve ser executada com bastante antecedência, permitindo que a população de campeiras volte a aumentar novamente para um bom serviço de polinização. Por meio desse manejo é possível produzir novas rainhas naturalmente, sem necessidade de comprar rainhas.

Quantidade de quadros de cria nas colmeias polinizadoras

Quanto maior quantidade de área de cria de abelha desoperculada (abertas) maior será o estímulo para as abelhas forrageiras coletarem o pólen. Para que uma colmeia atinja grande quantidade de cria desoperculada na fase larval consumindo pólen (de 4 a 7 dias), dependerá de vários fatores positivos, entre eles: rainha jovem, prolífera e de boa genética, substituição dos favos velhos, espaço no favo para a rainha fazer a postura e disponibilidade de excelente florada.

Para obter colmeias fortes e com grande quantidade de crias, se recomenda transferir as colmeias para uma área com fonte de alimento proteico e energético, no mínimo, 42 dias antes da floração da cultura da macieira. Na falta desse manejo, as colmeias

devem ser alimentadas com suplementos de dietas proteicas e energéticas para induzir a rainha a aumentar a postura. Uma alternativa é o apicultor dispor de colmeias fortes excedentes, para que forneçam favos de crias abertas para serem transferidos para as colmeias que irão realizar a polinização.

Aclimação das colmeias

As diferenças ambientais do local onde se encontram as colmeias e do local para onde será realizada a polinização devem ser levadas em conta. Quanto maior a diferença entre os dois ambientes (temperatura, umidade, tipo de vegetação e sombreamento), maior será o estresse adaptativo das abelhas ao local da polinização. Recomendamos, para maior eficiência na polinização, que se faça a aclimação prévia das colmeias, transferindo as colmeias para locais onde o clima é

semelhante ao local da cultura que será polinizada.

A transferência das colmeias para o pomar a ser polinizado deve ser, no mínimo, 30 dias antes, propiciando tempo para que as colmeias se adaptem gradativamente ao novo local. Esse manejo faz com que as abelhas mantenham seu padrão de forrageio e evita que as abelhas operárias desviem as suas atividades da polinização, para funções de homeostasia, como redução do alvado (abertura da entrada da colmeia) e coleta de própolis para vedar frestas devido ao frio ou ventilação da colmeia para remover o calor interno.

Tipo de alimentação (energética ou proteica)

É importante que as colmeias tenham bastante área de cria na fase larval para induzir as abelhas forrageiras a coletarem o pólen. Lembremos que, na

maioria das vezes, a coleta de pólen pela abelha resulta em polinização eficiente, conforme discutido anteriormente. Para isto, é necessário que já tenham reserva de proteína (pólen) e que, durante o período de polinização da cultura, tenham alimento energético (néctar) para simular uma nova florada e estimular a rainha a aumentar a produção de crias.

É imprescindível que as colmeias que irão realizar o serviço de polinização tenham disponível, com antecedência de 42 dias, uma boa fonte de alimento. Como opções, o apicultor pode fazer alimentação artificial energética com xarope. Ao fazer uso do alimento energético (xarope de água com açúcar 2:1), deve adicionar flores da cultura que será polinizada para induzir e direcionar as abelhas forrageiras até as flores dessa cultura. Devemos tomar o cuidado de inspecionar diariamente as colmeias alimentadas

artificialmente, para que não ocorra o “bloqueio de crias”, ou seja, grande parte dos alvéolos ficar ocupada com o xarope armazenado, faltando alvéolo para rainha fazer a postura.

Identificação das colmeias

A uniformidade da paisagem em ambiente agrícola dificulta a localização, pelas abelhas forrageiras, das suas colmeias durante o retorno (devido a ausência de referências visuais para as abelhas). Como forma de evitar esse problema, conhecido como deriva, sugerimos que, ao descarregar as colmeias no pomar, elas sejam colocadas a uma distância mínima entre si de três metros. Para facilitar o reconhecimento das colmeias de origem pelas operárias, as mesmas podem ser pintadas com cores diferentes e dispostas de forma a garantir que as colmeias adjacentes tenham cores diferentes.

Distribuição espacial das colmeias no pomar

A opção por dispor as colmeias no interior do pomar ou na borda deste, depende do tamanho da área a ser polinizada, pois é fundamental que a polinização seja adequada e equitativa em todo o pomar. No pomar da Chapada Diamantina, a disposição das colmeias agrupadas na borda do pomar resultou em maior número de visitas e, conseqüentemente, em mais chances de polinização eficiente, obtendo-se quatro sementes por fruto, em comparação com as árvores situadas próximas às colmeias (FIGURA 17). Por isso, sugerimos que as colmeias sejam distribuídas uniformemente no espaço interno do pomar e ao longo das linhas de plantio — obedecendo-se à distância mínima entre as colmeias (ver item acima e a FIGURA 10). Neste caso, para evitar risco de ataques às pessoas e aos animais, sugere-se que as

colmeias sejam colocadas com a entrada voltada para o interior da cultura distante da borda da cultura, cerca de 30 metros. Contudo, vale ressaltar que em áreas de cultivo menores, como no caso do pomar de macieiras em Piedade do Rio Grande, o recomendável é a colocação das colmeias fora do cultivo.

No pomar de maçãs da Chapada Diamantina, sugerimos o uso de sete colmeias por hectare para polinização das macieiras, considerando o menor déficit de polinização. Na região, o principal fator para a alta demanda por colmeias é a baixa proporção de habitat natural e seminatural no entorno, e conseqüente escassez de polinizadores nativos. Já em pomares como aquele de Piedade do Rio Grande — com policultivos, faixas e flores no entorno, dentre outros — esse número pode ser reduzido para uma colmeia por hectare, conforme explicado em seções anteriores.

FIGURA 17

O forrageio das abelhas nas árvores é influenciado pela distância em relação à colmeia de origem. As árvores mais distantes são menos visitadas (taxa de visitação = frequência de visitantes/ hora/ área) **(A)** e têm menor taxa de polinização (número médio de sementes por fruto) de *Malus domestica* Borkh **(B)**.

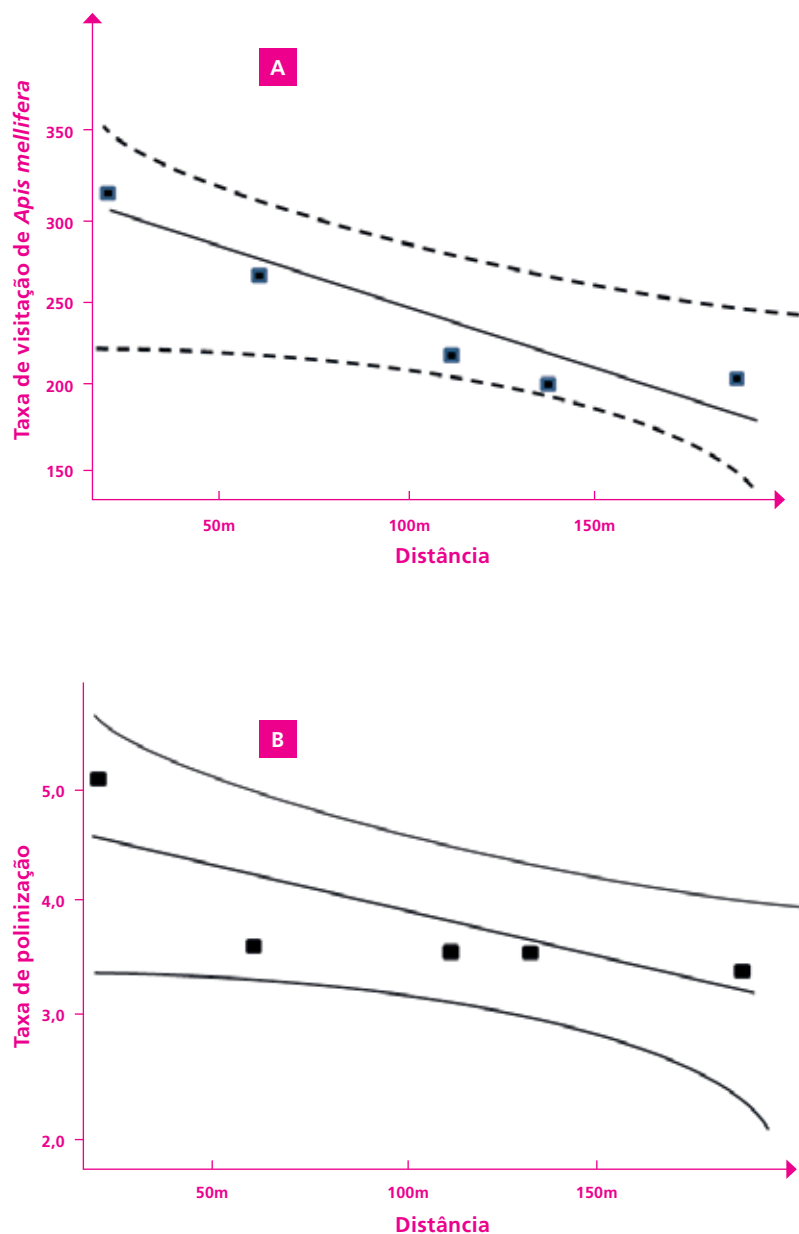




FIGURA 18

Caixa-racional com abelha africanizada (*Apis mellifera*) com coletor de pólen na entrada e sobre suporte metálico (A) e detalhe da entrada mostrando o pólen retido à medida que as abelhas passam pela tela (B) no pomar de macieira.



Contudo, a definição do número de colmeias por hectare ideal para a polinização de um pomar de macieiras deve levar em conta as características da subespécie de abelha polinizadora, a distância em relação a áreas naturais no entorno e a presença de outras culturas próximas com florescimento simultâneo, que pode reduzir a quantidade de abelhas forrageando no cultivo focal.

Uso de suporte para as colmeias

Para diminuir perda de cavaletes de madeira, sugere-se utilizar cavaletes metálicos que são mais resistentes e ocupam menos espaço no caminhão (FIGURA 18). Por isso alguns apicultores estão optando por colocar as colmeias sobre pequenos calços de madeira ou diretamente no chão. Suportes de madeira articulados, em geral com aproximadamente 0,5 m de altura, podem ser utiliza-

dos, embora tenham algumas desvantagens: são passíveis de quebra durante o transporte; podem causar o tombamento das colmeias ao serem posicionados nas linhas de plantio no solo arado e macio; por isso, exigem a troca de sua posição e necessitam de inspeções frequentes na área a ser polinizada; além de alto custo de transporte — pois os suportes ocupam grande parte de espaço da carroceria do caminhão — e, muitas vezes, é necessária uma viagem extra para transportar os suportes.

Uso do coletor de pólen

Recomenda-se a utilização de coletores de pólen durante o serviço de polinização, pois o pólen ao ser retido nesse equipamento induz as abelhas forrageiras a aumentarem o número de visitas às flores [6, 15] da macieira para coletarem mais pólen, o que consequentemente aumenta

as chances de polinização bem sucedida.

Sugere-se que o apicultor faça uso dos coletores a partir da segunda semana de serviço de polinização e os retire uma vez por semana por 12 horas (de preferência ao anoitecer até a manhã seguinte) para que as abelhas possam realizar a limpeza da colmeia.

Ao término da florada das macieiras, no entanto, pode ocorrer um enfraquecimento das abelhas forrageiras ou perda de enxames devido ao uso de agrotóxicos ou pela baixa produção de néctar nas flores da macieira.

Remuneração do apicultor

Percebe-se que todos os itens citados são encargos do apicultor, sendo este geralmente remunerado pelo número de colmeias alugadas para polinizar o pomar. Como incentivo

para que o apicultor invista no melhor manejo para a polinização, seria benéfico um acordo financeiro no qual os apicultores recebessem dos produtores de maçã um bônus pelo aumento na produtividade da cultura em decorrência do serviço de polinização. Por outro lado, o produtor precisa estar atento e ter o mínimo conhecimento técnico para reconhecer se as colmeias atendem aos critérios necessários para garantir a polinização do pomar.

Polinização manejada com abelhas sociais nativas e abelhas solitárias

Dentre as abelhas sociais nativas que polinizam a macieira na Chapada Diamantina, a abelha mandaçaia (*M. quadrifasciata anthidioides*) se adapta à criação e ao manejo em caixas-racionais. Há alguns criadores na região e regiões circunvizinhas que podem fornecer colmeias para o uso na polinização.



FIGURA 19
Caixa-racional de *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Mandaçaia) disposta na área do pomar para a polinização da macieira na Chapada Diamantina, BA. **(A)** disposição no pomar e **(B)** detalhes da caixa-racional com a abertura fechada para coleta e análise da carga polínica trazida pelas abelhas.

Porém, quando as abelhas são trazidas para o pomar, vindas de áreas mais distantes, é necessária a aclimação das colmeias na região, pelo menos por 30 dias. Aconselha-se colocá-las em área próxima ao pomar, com oferta de recursos florais, mas mesmo assim a complementação com alimento artificial (xarope) é também aconselhável para estimular a recuperação das colmeias [23]. Dentro do pomar, estas devem ser dispostas ao longo das linhas, obedecendo-se as mesmas recomendações quanto à distância entre colmeias e em relação à borda do pomar. Recomenda-se também o uso de uma cobertura para abrigo do sol e da chuva e o uso de suporte de madeira para proteção contra ataque de formigas e de outros inimigos naturais dessas abelhas (FIGURA 19).

Em geral, as colmeias de meliponíneos têm menor número de operárias (aproximadamente

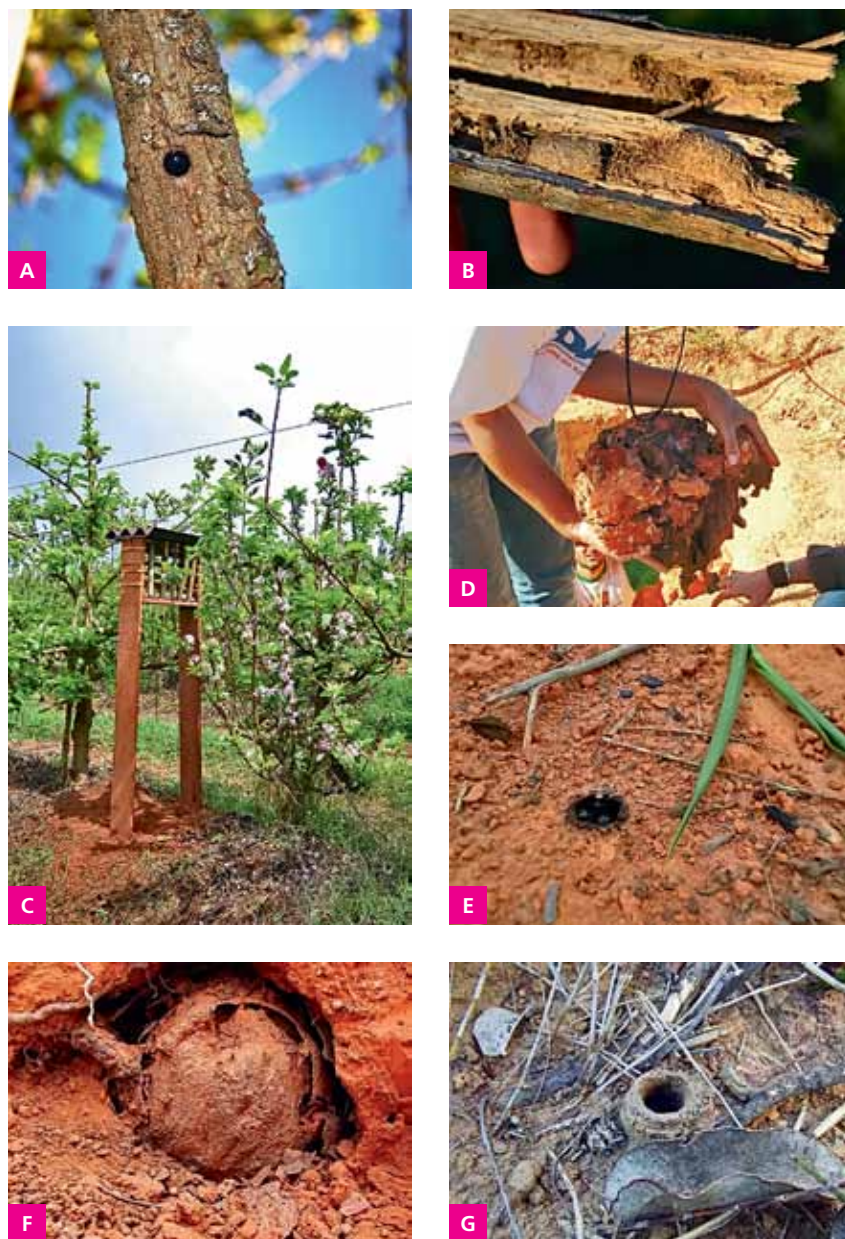


FIGURA 20

Ninhos de abelhas nativas encontrados no entorno e potenciais polinizadores da macieira na Chapada Diamantina, BA. (A–B) Entrada do ninho de *Xylocopa* spp. escavando em madeira e vista interna de um ninho com células de cria, (C) substrato fornecido para nidificação de *Xylocopa* em pomar de macieira, (D–E) Entrada do ninho de *G. subterranea* e vista de um ninho inteiro removido do solo para estudo, (F–G) Entrada do ninho de *M. quinquefasciata* e vista do ninho escavado no solo. Fotos: Tiago Malhmann (A, B, C) e Favizia F. de Oliveira (D, E, F, G).

300-400), em comparação com a abelha africanizada [23]. Essa diferença numérica deve ser compensada com maior número de caixas racionais, sendo 12 colmeias.ha⁻¹, número considerado satisfatório para a Chapada Diamantina. Ao final da florada, as colmeias devem ser transferidas para uma área próxima com recursos florais e fortalecidas com alimentação artificial, antes de serem submetidas ao transporte de volta ao local de origem.

As abelhas sociais *M. quinquefasciata* e *G. subterrânea*, que nidificam no solo, embora sejam polinizadores potenciais da macieira, são de difícil criação em ninhos artificiais e técnicas alternativas de manejo dessas espécies ainda precisam ser aprimoradas (FIGURA 20). Por esse motivo, é recomendado o manejo adequado do solo, com manutenção de pequenas áreas de solo desnudo e cavidades, no entorno da cultura.

Outra espécie promissora para ser criada e manejada para a polinização dirigida da macieira no pomar da Chapada Diamantina é a abelha *Xylocopa cearensis*, encontrada em ninhos naturais, construídos em troncos de madeira utilizados como suporte para as plantas no pomar. Essas abelhas podem ser introduzidas no pomar em substratos adequados para nidificação, visando aumentar as suas populações e o forrageio no pomar (FIGURA 16 A, B).

As abelhas *Centris* sp. também visitaram as flores da macieira na Chapada Diamantina, porém de maneira esporádica e não foram localizados ninhos no entorno. Assim como no caso da *Xylocopa*, o uso de técnicas tais como manter galhos secos, potenciais substratos de nidificação e introduzir caixas-rationais para aumentar a nidificação dessas abelhas na área do pomar, pode contribuir para aumentar a diversidade

de abelhas solitárias. No caso da espécie *Exomalopsis analis*, conforme observado em outras espécies do gênero, a forma do ninho e o hábito de nidificação subterrânea dificultam ainda mais o manejo. Para amenizar esse problema sugere-se disponibilizar locais adequados para nidificação dessas abelhas para estimular a sua multiplicação.

Propostas para o manejo e conservação de polinizadores silvestres na escala da paisagem

Para garantir a presença de populações viáveis de polinizadores silvestres nos cultivos agrícolas, é indispensável a adoção de medidas para a conservação dos habitats do entorno. Nesse sentido, dois instrumentos legais merecem destaque: as Reservas Legais (RL) e as Áreas de Preservação Permanente (APP). Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de

vegetação nativa, a qual deve ser conservada, a título de RL. A RL é uma “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa” (definição conforme art. 3º, inciso III, da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa). Áreas de RL desmatadas irregularmente devem ter a vegetação recomposta (saiba mais lendo essa Lei).

A APP, por sua vez, é uma “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica

QUADRO 4

Classificação dos serviços ecossistêmicos (Avaliação Ecosistêmica do Milênio da ONU, publicada em 2005) [24]

(1) Serviços de Provisão: os produtos obtidos dos ecossistemas. Exemplos: alimentos, água doce, fibras, produtos químicos, madeira.

(2) Serviços de Regulação: benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais. Exemplos: absorção de CO₂ pela fotossíntese das florestas; controle do clima, polinização de plantas, controle de doenças e pragas.

(3) Serviços Culturais: São os benefícios intangíveis obtidos, de natureza recreativa, educacional, religiosa ou estético-paisagística.

(4) Serviços de Suporte: Contribuem para a produção de outros serviços ecossistêmicos: Ciclagem de nutrientes, formação do solo, dispersão de sementes.



e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (definição conforme art. 3º, inciso II, da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa). A recomposição da vegetação suprimida em APP é obrigatória, ressalvados os usos autorizados previstos pela Lei nº 12.651/2012.

Práticas agrícolas que sejam comprometidas com a função indicada por tais instrumentos

legais serão compatíveis com a manutenção da biodiversidade e com os serviços ecossistêmicos. Ao promover a recomposição da APP e RL, busque sempre utilizar plantas nativas que atraem os polinizadores e dispersores de sementes, manter o funcionamento dos serviços ecossistêmicos.

As informações disponíveis apontam para a necessidade de manter paisagens diversificadas, e neste sentido, o planejamento das áreas de RL e APP nas paisagens agrícolas contribuirá para garantir a



FIGURA 21

Vista do pomar da Fazenda Corredor, no Vale das Vertentes – MG. A presença de manchas com vegetação nativa no entorno (A) e sistema de policultivo (B) e água nas proximidades do pomar (C) criam contexto amigável aos polinizadores.

heterogeneidade da paisagem. Essas áreas têm potencial para funcionarem como corredores, desde que sua localização seja estrategicamente definida e sua delimitação atendam aos critérios de largura e de composição florística compatíveis com as exigências dos polinizadores silvestres. Isso é importante porque, para aumentar a estabilidade dos polinizadores e garantir os serviços de polinização, as culturas precisam estar funcionalmente conectadas através de manchas de vegetação que sirvam de

corredores entre esses cultivos (FIGURAS 15, 21).

No entanto, a localização das Reservas Legais como ocorre atualmente pode não ser a melhor forma de disposição, visto a ocorrência em blocos, geralmente distantes dos cultivos que requerem a presença das abelhas para o desenvolvimento do fruto como é o caso da macieira. Pensando nisso, em alguns cenários tais como o da Chapada Diamantina, faz-se necessária a recuperação de fisionomias vegetacionais, com as plantas nativas da região,

para permitir a movimentação da fauna de polinizadores silvestres, bem como, a oferta de recursos florais e locais de nidificação.

As espécies de abelhas *E. analis*, *M. quinquefasciata* e *G. subterrânea*, que são potenciais polinizadoras da macieira, seriam beneficiadas com esse manejo, pois a presença de sítios de nidificação adequados estimularia a sua multiplicação. Em médio e longo prazo a produtividade da cultura pode ser favorecida por tais medidas e uma gama de outros serviços ecossistêmicos pode ser assegurada, como a fertilidade do solo, a ciclagem de nutrientes, a filtração dos corpos d'água, dentre outros.

Pensamento similar é aplicável às APPs, pois estas, por margem corpos d'água, possuem a importante função de preservar a integridade desses ecossistemas, evitando o assoreamento das margens, a manutenção da

depuração dos corpos d'água, dos ciclos biogeoquímicos associados a essas feições e o fluxo de organismos que utilizam essas faixas de vegetação como corredores de dispersão. Muitas das espécies que fazem parte desse recorte dependem de polinizadores para o seu processo reprodutivo e, para manter essa vegetação, é necessário que a polinização ocorra.

Ainda nessa perspectiva de repensar a configuração das paisagens agrícolas, os critérios adotados para a supressão de vegetação nativa, em geral, se baseiam na descrição das características físicas da localidade do empreendimento associada a uma lista de espécies da fauna e da flora, sem considerar os processos ecológicos (como, por exemplo, a decomposição da matéria orgânica, a polinização, a produtividade e a dispersão de frutos e sementes), bem como as escalas espaciais em que tais processos ocorrem.

QUADRO 5

Definições relacionadas ao planejamento de paisagens agrícolas amigáveis.

Bacia hidrográfica

é o conjunto de terras que fazem a drenagem da água das precipitações para esse curso de água e rios menores que desaguam em rios maiores (afluentes).

Sub-bacia

são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal.

Paisagem ecológica

Entende-se por paisagem ecológica um conjunto de unidades interativas que co-ocorrem em um dado recorte no espaço. Para o polo agrícola, tendo em vista o serviço de polinização, podemos pensar em um conjunto de áreas agrícolas com seus remanescentes de áreas naturais.

Mancha

é uma área de habitat circundada por áreas de não-habitat

Forma da mancha

forma geométrica a qual a mancha pode ser associada (ex. circular, alongada ou sem forma definida).

Grau de isolamento

a distância relativa, medida em termos de distância geográfica (espacial) ou pela capacidade de permitir a movimentação dos seres vivos (distância funcional).

Entretanto, são os processos ecológicos que interagem em diversas escalas e atuam com automantenedores desses sistemas. Só recentemente surgiram estudos que consideram esses fatores na tomada de decisões que vise o uso sustentável da terra [25], incluindo aspectos físicos e biológicos, e defendem que nosso olhar deve contemplar: a escala regional da

localidade, ou seja, a escala da sub-bacia (consulte o **QUADRO 5** para definição dos termos) e a área do empreendimento.

A difusão e efetiva aplicação dessas práticas requer o diálogo entre diferentes atores sociais que estão envolvidos em algum nível com o uso e manejo dessas paisagens. Muitos estudos em ecossistemas brasileiros indicam

que valores abaixo de 30% de vegetação na escala da paisagem não conseguem sustentar a maioria das espécies de vários grupos animais e vegetais, resultando na extinção de muitas delas, sendo este limite denominado limiar de extinção [26].

Para evitar que tais limiares sejam ultrapassados, e visando um manejo inteligente da paisagem, é importante considerar a escala na qual serão definidas as medidas de manejo. Quando for necessário suprimir uma ou mais manchas para o empreendimento agrícola, as características locais relacionadas à estrutura (ex. tamanho, forma, grau de isolamento de outras manchas) e à qualidade (ex. grau de perturbação humana e estágio sucessional) das manchas de vegetação são importantes, pois influenciam o padrão de movimentação dos grupos de animais polinizadores e a oferta de recursos.

Por outro lado, ao considerarmos o território ocupado pelo polo agrícola, localizado nos municípios de Ibicoara e Mucugê, na Chapada Diamantina (escala regional), a instalação de empreendimentos e consequente supressão ou modificação de áreas naturais devem evitar áreas definidas como prioritárias para conservação e de fragilidade do solo, as quais identificam categorias de sensibilidade (biológica ou física). Tendo como referência a escala da sub-bacia, o empreendimento poderia suprimir áreas nativas se houver quantidade de vegetação nativa superior a porcentagem mínima a ser mantida (variando entre 50%, 40% e 30% de vegetação). Nesta escala, os percentuais seriam definidos conforme a sensibilidade biológica e física da área, ou seja, em função do risco de perda de espécies e de processos ecológicos, como a polinização na sub-bacia [25].

Desafios e oportunidades para adoção das práticas agroecológicas amigáveis aos polinizadores

Os agricultores do polo agrícola da Chapada Diamantina percebem a importância da polinização, argumentando que sem ela não teriam colheitas em qualidade e quantidade desejáveis.

Entretanto manifestam dúvidas se as abelhas nativas são suficientes para garantir a polinização do volume de flores produzidas. Afirmam que sem o uso de colmeias não haveria a produção de frutos suficientes e com qualidade, atribuindo mais importância ao manejo da variedade polinizadora no pomar do que ao polinizador. Os produtores habitualmente percorrem o pomar durante a fase inicial da frutificação para verificar a floração e a produção de sementes, porém manifestam que não têm uma

clara percepção das funções ambientais essenciais do polinizador.

As experiências relatadas pelo produtor da região de Piedade do Rio Grande, no Vale das Vertentes em Minas Gerais, revelam o impacto positivo do emprego de práticas mais amigáveis aos polinizadores, o desenvolvimento de técnicas alternativas de manejo de polinizadores silvestres, diversificação dos cultivos e da manutenção de áreas de vegetação natural e seminatural no entorno da cultura.

Assim, políticas e ações pautadas em práticas agrícolas amigáveis aos polinizadores são fundamentais para conciliar a manutenção de áreas naturais e a agricultura, provendo a manutenção de áreas que podem ser adequadas para outros serviços ecossistêmicos, além da polinização. O desafio nesta fase de incentivo de estabelecimento de novos plantios comerciais está na conscientização sobre a importância de se manter áreas de vegetação nativa adjacentes aos plantios e a conservação da paisagem.

Referências bibliográficas

- [1] POTTS, S. G., *et. al.* Global pollinator declines: trends, impacts and drivers Trends in Ecology & Evolution, 25(6): 345–353. 2010.
- [2] KEVAN, P. G. Honeybees for better apples and much higher yields: study shows pollination services pay dividends. Canadian Fruitgrower, 14(16): 1997.
- [3] GARIBALDI, L. A., *et. al.* Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. Science, 6127: 1608–1611. 2013.
- [4] GARIBALDI, L. A., *et. al.* From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. Frontiers in Ecology and Environment, 12(8): 439–447. 2014.
- [5] SOSTER, M. T. B.; LATORRE, A. N. Avaliação da fenologia das cultivares de macieira Imperatriz, Gala e Fuji em pomar em Bom Retiro – SC. Revista Biotemas, 20: 35-40. 2007.
- [6] FREE, J. B. *Insect Pollination of Crops*. London: Academic Press. 1993.
- [7] PETRI, J., *et. al.* Avanços da cultura da macieira no brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, 33: 48-56. 2011.
- [8] PANORAMA RURAL: a revista do agronegócio. Maçã Fruto protegido: produtores do sul buscam soluções para garantir o sucesso no plantio da maçã. Ano XIII, n 144. Fevereiro de 2011.

- [9] PAGANINI, C., *et. al.* Análise da aptidão industrial de seis cultivares de maçãs, considerando suas avaliações físicoquímicas (Dados da Safra 2001/2002). *Ciência e Agrotecnologia*, 28(6): 1336-1343. 2004.
- [10] MONTEIRO, V. M. Abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores da Macieira (*Malus domestica* Borkh.) no Semiárido Brasileiro. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2014.
- [11] BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201110.pdf>. Acesso em: 9 de Jan 2014.
- [12] VAISSIÈRE, B. E.; FREITAS, B. M.; GEMMILL–HERREN, B. Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: *a handbook for its use*. Rome: FAO. 2011.

[13] BRITTAIN, C., *et. al.*, Organic farming in isolated landscapes does not benefit flower-visiting insects and pollination. Biological Conservation, 2010.

[14] SHEFFIELD, C. S.; SMITH, R. F.; KEVAN, P. G. Perfect Syncarpy in Apple (*Malus domestica* 'Summerland McIntosh') and its Implications for Pollination, Seed Distribution and Fruit Production (Rosaceae: Maloideae). Annals of Botany, 95: 583–591. 2005.

[15] VIANA, B. F., *et. al.* Stingless bees further improve apple pollination and production. Journal of Pollination Ecology, 14(25): 261-269. 2014.

[16] ROCHA, M. C. L. S. A. Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: Proposta metodológica de acompanhamento, IBAMA, Brasília, 86p. 2012.

[17] IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., *et. al.* Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

[18] VIANA, B. F., *et. al.* How well do we understand landscape effects on pollinators and pollination services? Journal of Pollination Ecology, 7(5): 31-41. 2012.

- [19] KREMEN, C.; MILES, A. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs Ecology and Society, 17(4): 40. 2012.
- [20] EKSTRÖM, G.; EKBOM, B. Pest control in agro-ecosystems: an ecological approach. Critical Reviews in Plant Sciences, 30: 74–94. 2011.
- [21] MOREIRA, E. F.; BOSCOLO, D.; VIANA, B.V. 2015. Spatial heterogeneity regulates plant-pollinator networks across multiple landscape scales, PLOS ONE DOI:10.1371/journal.pone.0123628.
- [22] KENNEDY, C. M., *et. al.* A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. Ecology Letters, 16: 584-599. 2013.
- [23] NOGUEIRA-NETO, P. Vida e criação de abelhas nativas sem ferrão. São Paulo. São Paulo, Editora Nogueirapis. 1997.
- [24] Ecosystem and human well-being. Chapter 11 Biodiversity Regulation of Ecosystem Services, pag 299-322. Volume 1: Current State & Trends. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>>. Acesso em: 06 de jan 2015.

- [25] RIGUEIRA, D. M. G., et. al. Perda de habitat, leis ambientais e conhecimento científico: proposta de critérios para a avaliação dos pedidos de supressão de vegetação', Revista Caititu, 1(1): 2013.
- [26] FAHRIG, L. Habitat fragmentation and extinction threshold: a synthesis. Ecological Applications, 12(2): 346-353.
- [27] SMIRLE, M. J. The influence of colony population and brood rearing intensity on the activity of detoxifying enzymes in worker honey bees. Physiological Entomology, v.18, p.420-424. 1993.
- [28] PETTIS, J. S.; COLLINS, A. M.; WILBANKS, R. Effects of coumaphos on queen rearing in the honey bee, *Apis mellifera*. Apidologie, v.35, n.6, p.605-601. 2004.
- [29] FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. Oecologia Australis, v.14, n.1, p.282-298. 2010.

Apoio:



Realização:



Ministério do
Meio Ambiente

