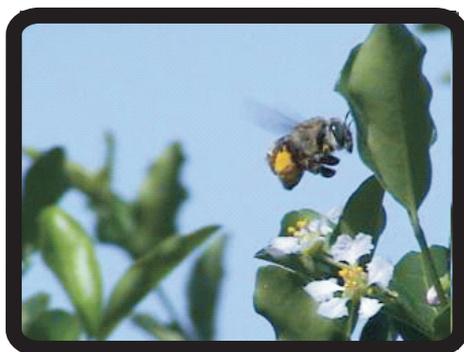


II Semana dos Polinizadores: palestras



ISSN 1808-9992

Outubro, 2010

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

Documentos 229

II Semana dos Polinizadores: palestras

28 e 29 de setembro de 2009

Petrolina, PE

Márcia de Fátima Ribeiro

Editora Técnica

Embrapa Semiárido
Petrolina, PE
2010

Esta publicação está disponibilizada no endereço:
<http://www.cpatsa.embrapa.br>

Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

Embrapa Semiárido

BR 428, km 152, Zona Rural

Caixa Postal 23 56302-970 Petrolina, PE

Fone: (87) 3862-1711 Fax: (87) 3862-1744

sac@cpatsa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Maria Auxiliadora Coelho de Lima

Secretário-Executivo: Josir Laine Aparecida Veschi

Membros: Daniel Terao

Tony Jarbas Ferreira Cunha

Magna Soelma Beserra de Moura

Lúcia Helena Piedade Kiill

Marcos Brandão Braga

Gislene Feitosa Brito Gama

Mizael Félix da Silva Neto

Supervisor editorial: Sidinei Anunciação Silva

Revisor de texto: Sidinei Anunciação Silva

Normalização bibliográfica: Sidinei Anunciação Silva

Foto(s) da capa: Kátia M. M. de Siqueira, Francimária Rodrigues e Carla T. V. Dias

Edição eletrônica: Nivaldo Torres dos Santos

1ª edição (2010): Formato digital

Todos os direitos reservados.

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

É permitida a reprodução parcial do conteúdo desta publicação desde que citada a fonte.

CIP - Brasil. Catalogação na publicação

Embrapa Semiárido

Segunda semana de polinizadores. (2: 2009. Petrolina, PE)

Palestras / Segunda Semana dos polinizadores / editora técnica, Márcia de Fátima Ribeiro.— Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

83 p.: il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 229).

ISSN 1808-9998.

1. Polinização. 2. Abelha sem ferrão. 3. Fecundação vegetal. I. Ribeiro, Márcia de Fátima. II. Título.

CDD 638.14

© Embrapa 2010

Apresentação

A Semana dos Polinizadores é um dos eventos que vêm compondo a agenda da Embrapa Semiárido através de parceria com universidades da região, como Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e Universidade do Estado da Bahia (UNEB), além de outras instituições, a exemplo do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF – Sertão Pernambucano) entre outras.

A edição do evento em 2009 teve dois pontos de destaque: a importância dos chamados serviços de polinização e a necessidade de atentarmos para a preservação dos principais insetos que promovem estes serviços, em especial as abelhas.

Diante da degradação ambiental e das mudanças no meio ambiente, a realização da Semana de Polinizadores é de extrema importância para disseminarmos informações acerca do tema, otimizar a produção agrícola e, por consequência, fortalecer a economia, visto que os frutos que não são adequadamente polinizados são desqualificados no mercado que, com padrões de qualidade cada vez mais exigentes, demanda produtos oriundos de sistemas de produção eficazes e sustentáveis.

Este documento aborda, principalmente, algumas observações a respeito do tema no Submédio do Vale do São Francisco. Constitui-se, portanto, em importante fonte de informação para aqueles que objetivam ampliar conhecimentos ou começar a estudar a polinização, tema que tende a ser cada vez mais valorizado, diante da sua reconhecida importância econômica e ambiental.

Natoniel Franklin de Melo
Chefe-Geral da Embrapa Semiárido

Comissão Organizadora

Dra. Márcia de Fátima Ribeiro

Pesquisadora da Embrapa Semiárido.

Dra. Lúcia Helena Piedade Kiill

Pesquisadora da Embrapa Semiárido.

Dra. Kátia Maria Medeiros de Siqueira

Professora do IF Sertão Pernambucano e UNEB
(Campus Juazeiro).

Dra. Maria Elisa da Silva Santos

Professora da UNEB (Campus Senhor do Bonfim).

Dra. Eva Mônica Sarmiento da Silva

Professora da UNIVASF.

Sumário

II Semana de Polinizadores	6
As Abelhas na Polinização de Culturas Agrícolas	10
Polinização da Aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i>)	24
A Polinização do Morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i>)	36
Polinização: Os Desafios de um Brasil Biodiverso Para o Uso dos Serviços Ambientais Prestados Pelas Abelhas	49
Plantas da Caatinga Ameaçadas de Extinção e Sua Associação Com Polinizadores	60
Abelha Irapuá (<i>Trigona spinipes</i>): Comportamento Polinizador e Destrutivo em Plantas Nativas e Cultivadas	73

II Semana dos Polinizadores

Márcia de Fátima Ribeiro¹

Introdução

Entre os principais polinizadores estão as abelhas, que são responsáveis pela maior parte da polinização das espécies de plantas que consumimos como alimento. Especificamente em relação às abelhas nativas sem ferrão, estima-se que elas sejam responsáveis por até 90% da polinização das flores das árvores nativas (KERR et al., 1996).

Recentemente, as consequências econômicas do declínio dos polinizadores foram analisadas por Kevan e Philips (2001). Estes autores apresentaram um modelo econômico para avaliar o impacto do desaparecimento de polinizadores na agricultura. Embora este modelo tenha sido testado com poucos dados (uma vez que havia pouca informação disponível), ele mostrou que poderão ocorrer sérios danos no suprimento de alimento no mundo, caso a situação de declínio da abundância, diversidade e disponibilidade de polinizadores não seja revertida.

Pouco se sabe sobre o desaparecimento de espécies de abelhas no Brasil. Ao menos três espécies de abelhas sem ferrão podem estar em risco de extinção (MACHADO et al., 1998). Com a extensa devastação de tantas áreas naturais no território nacional, certamente já ocorreram perdas consideráveis. A destruição de locais para nidificação e redução de suas fontes de alimento são as principais causas.

O estudo dos polinizadores, sua biologia e ecologia, manejo e uso sustentado em áreas naturais e em agroecossistemas têm sido o foco de estudo de muitos pesquisadores (KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2002; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2006). Eventos que divulguem estes resultados são extremamente importantes, tanto do ponto de vista ecológico e conservacionista, quanto do ponto de vista econômico e social.

¹Bióloga, D.Sc. em Ecologia, pesquisadora Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona Rural, Petrolina, PE, CP. 23, CEP 56.302-970, e-mail: marcia.ribeiro@cpatsa.embrapa.br.

Histórico das iniciativas destinadas à preservação dos polinizadores

Há alguns anos, especialmente depois da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, a importância da conservação dos biomas e da biodiversidade do planeta tem sido muito discutida. Neste evento, reconheceu-se oficialmente a importância dos serviços ambientais promovidos pelos polinizadores, principalmente as abelhas. Em 1995, os países participantes da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD) reuniram-se durante a Conferência das Partes (COP). Nesta ocasião enfatizou-se a importância da conservação dos polinizadores, uma vez que eles são essenciais para a reprodução de inúmeras plantas (CONSERVATION..., 2008).

Em 1998, realizou-se em São Paulo o *International Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture, with emphasis on Bees*, onde foi destacada a importância dos polinizadores na conservação das espécies vegetais pertencentes aos sistemas agrícolas, ou de áreas naturais, e foram discutidos os problemas relativos ao seu desaparecimento (KEVAN et al., 2001).

A Conferência das Partes (COP5) da CBD, em 2000, aprovou um programa denominado “Iniciativa Internacional para Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores”, que posteriormente seria chamado “Iniciativa Internacional dos Polinizadores” (IIP). A CBD indicou a Organização para Agricultura e Alimento (*Food and Agriculture Organization — FAO*) como coordenadora deste processo. A FAO, na COP6, propôs um plano de ação para a IIP, com desafios globais projetados até 2010.

Desde 2003 várias iniciativas regionais para o estudo dos polinizadores foram estabelecidas e têm trabalhado em conjunto na escolha de metodologias que permitam comparações de resultados nos diversos continentes. Dentre estas, podemos destacar a “Iniciativa Europeia dos Polinizadores” (EPI), a “Campanha Norte Americana de Proteção aos Polinizadores” (NAPPC), a “Iniciativa Africana dos Polinizadores” (API), a “Iniciativa dos Polinizadores dos Povos das Montanhas da Ásia” (ICIMOD) e a “Iniciativa Brasileira dos Polinizadores” (BPI) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2008).

Em 2004 foi realizado em Beberibe, CE, o *Workshop* Internacional sobre Abelhas Solitárias e seu papel na Polinização (*International Workshop on Solitary Bees and their role in Pollination*). Naquela ocasião, três grupos de estudo discutiram o uso das abelhas solitárias como polinizadoras, especialmente, em território brasileiro, e as limitações de seu uso em larga escala.

A partir de então, alguns programas, como o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Brasileira (PROBIO), de incentivo ao estudo dos polinizadores têm sido promovidos no Brasil, com financiamento do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e recursos externos da FAO e *Global Environment Facility* (GEF). Entretanto, muito ainda tem de ser feito quanto à sensibilização e conscientização da população em relação à importância dos polinizadores e seu papel na preservação e recuperação de biomas.

Em 2005, foi criada a Rede Baiana de Polinizadores (REPOL), por iniciativa de pesquisadores e técnicos de diversas universidades públicas e privadas, órgãos ambientais e apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e governo do estado da Bahia (FAPESB, 2008). Os objetivos da REPOL são integrar os diferentes grupos de pesquisa do estado da Bahia, gerando conhecimento e capacitação de recursos humanos, envolvendo polinização e polinizadores, seu manejo e uso sustentado.

A Semana dos Polinizadores

Dentre as ações da REPOL, destaca-se a realização, em 2008, da I Semana dos Polinizadores, em Salvador, BA, um evento que teve a participação de 160 pessoas, entre pesquisadores e alunos ligados ao estudo dos polinizadores. A organização do evento ficou a cargo da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e o local de sua realização foi a Universidade Jorge Amado (UNIJORGE).

Em 2009, decidiu-se que este evento seria ampliado, e além de Salvador e outros locais no Estado da Bahia. O mesmo foi realizado, também, em Petrolina, PE. A cidade de Petrolina foi escolhida para sediar parte da II Semana dos Polinizadores, dada a sua importância como polo de fruticultura irrigada e trabalhos de polinização que vem sendo desenvolvidos na região. Além disso, há uma crescente demanda por ações voltadas não só aos serviços de polinização, como também para o desenvolvimento de uma meliponicultura e apicultura de destaque na região.

Referências

CONSERVATION on biological diversity. Disponível em: <<http://www.biodiv.org/default.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2008.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA BAHIA. **Rede Baiana de Polinizadores (REPOL)**. Disponível em: < <http://www.fapesb.ba.gov.br/apoio/projetos-estrategicos/repol/apresentacao>>. Acesso em: 15 jan. 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Conservação e biodiversidade biológica**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=29&idConteudo=1412&idMenu=791>>. Acesso em: 12 fev. 2008

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. (Org.). **Abelha urucu: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Fundação Acangaú: Universidade Federal de Uberlândia, 1996. 144 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; JONG, D.; SARAIVA, A. M. (Org.). **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006.

KEVAN, P. G.; PHILIPS, T. P. The economics of impact pollinator declines: an approach to assessing the consequences. **Conservation Ecology**, [Wolfville], v. 5, n. 1, p: 211-230, 2001.

KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (Ed.). **Pollinating bees: the conservation link between Agriculture and Nature**. Brasília, DF: Ministry of Environment, 2002. 313 p.

MACHADO, A. B. M.; FONSECA, G. B. da; MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. de S.; LINS, L. V. (Ed.). **Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. 605 p.

As Abelhas na Polinização de Culturas Agrícolas

Breno Magalhães Freitas^{1}; Darci de Oliveira Cruz²*

Resumo

A agricultura mundial é extremamente dependente da polinização por insetos, em particular, da polinização por abelhas ou melitofilia. As abelhas dependem das flores para a obtenção de recursos como pólen, néctar e óleo, e o fato de promoverem a polinização cruzada ao visitarem as flores para coletar esses recursos e as vantagens genéticas oriundas desse processo, faz dessa relação abelha-planta uma associação de benefícios mútuos. Tem-se observado que diversas culturas agrícolas beneficiam-se da polinização por abelhas por meio da melhoria na qualidade dos frutos e nos índices de produtividade. No presente trabalho, procurou-se discutir alguns aspectos relacionados à polinização melitófila, bem como o papel da polinização por abelhas na agricultura brasileira, principalmente no Nordeste do Brasil. Pesquisas têm comprovado a eficiência de diferentes espécies de abelhas na polinização de culturas que se destacam no cenário agrícola nordestino, como o melão (*Cucumis melo* L.), o maracujá (*Passiflora* spp.), a cebola (*Allium cepa* L.), a mamona (*Ricinus communis* L.), a manga (*Mangifera indica* L.), o caju (*Anacardium occidentale* L.) e o pimentão (*Capsicum annuum* L.). Tendo em vista a importância da polinização para a produção de alimentos e manutenção da biodiversidade, torna-se necessário gerar mais informações sobre o valor econômico desse serviço ecossistêmico, os requerimentos de polinização de culturas agrícolas, bem como estudos sobre eficiência de polinizadores e métodos de conservação, manejo e/ou introdução de polinizadores em áreas agrícolas.

Palavras-chave: Polinização melitófila, biodiversidade, plantas cultivadas, polinização agrícola.

¹ Eng. agrôn., DS.c. em Abelhas e Polinização, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará - UFC, CP. 12168, Campus do Pici, 60.021-970, Fortaleza, CE; e-mail: freitas@ufc.br.

²Eng. agrôn., DS.c. em Entomologia, e-mail: cruzdarci@yahoo.com.br.

Bees in Crop Pollination

Abstract

The world agriculture is extremely dependent on insect pollination, especially bee pollination or melitophily. Bees also depend on flowers to obtain resources such as pollen, nectar and oils, and the fact of promoting cross pollination when visiting flowers to collect those sources and the genetic advantages arising from this process, turns the bee-plant relationship an association of mutual benefits. It has been observed that a variety of crops benefits from bee pollination improving fruit quality and productivity. In the present work, we discuss some aspects related to melitophily, as well as the role of bee pollination in the Brazilian agriculture, especially in the Northern Brazil. Some researches have proven the efficiency of different bee species in pollinating important crops in Northern Brazil' agriculture, such as melon (*Cucumis melo* L.), passion fruit (*Passiflora* spp.), onion (*Allium cepa* L.), castor bean (*Ricinus communis* L.), mango (*Mangifera indica* L.), cashew (*Anacardium occidentale* L.), and sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Considering the importance of pollination to food production and in conserving biodiversity, it becomes necessary to produce more information regarding to the economic value of this ecosystem service, crop pollination requirements, as well as studies on pollinator efficiency and methods to conserve, manage and/or introduce pollinators in agricultural areas.

Keywords: Melitophily, biodiversity, crops, crop pollination.

Introdução

A polinização realizada por abelhas, ou polinização melitófila, é um serviço ecossistêmico importante para a manutenção da biodiversidade, mas também contribui significativamente para incrementar os índices de produtividade de diversas culturas agrícolas de importância econômica. As abelhas são consideradas os polinizadores mais importantes, respondendo por 90% do sucesso reprodutivo das plantas com flores (SHIPP et al., 1994; BALESTIERI et al., 2002). Na agricultura, são também os mais eficientes (FREE, 1993). No entanto, dentre as mais de 20.000 espécies de abelhas descritas em todo o mundo, poucas são manejadas comercialmente como polinizadores de plantas cultivadas (BOSCH; KEMP, 2002).

O valor econômico da polinização realizada por insetos, principalmente abelhas, para a agricultura pode ser estimado com base na abundância e valor de mercado das culturas polinizadas (SADEH et al., 2007). Em escala global, o valor anual da polinização agrícola tem sido estimado em US\$ 200 bilhões (SLAA et al., 2006). Nos Estados Unidos, por exemplo, o valor da polinização de culturas agrícolas foi estimado em US\$ 14,6 bilhões por ano. Desse valor, US\$ 3 bilhões correspondem ao serviço de polinização realizado por polinizadores nativos (MORSE; CALDERONE, 2000). A importância econômica dos serviços de polinização realizados por abelhas tem sido reconhecida por vários pesquisadores (O'TOOLE, 2002; SHEPHERD et al., 2003; DRUCKER, 2004; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT, 2004; FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005; JONG et al., 2006). McGregor (1976) listou 166 culturas que se beneficiam ou dependem da polinização melitófila e calculou que, no caso de *Apis mellifera*, o valor gerado com seu papel na polinização de algumas culturas é de 60 a 100 vezes o valor do mel por elas produzido.

Mesmo assim, o maior volume da produção agrícola mundial é oriundo de espécies que não necessitam de polinizadores bióticos, uma vez que são autopolinizadas ou polinizadas pelo vento, como o milho (*Zea Mays* L.), o trigo (*Triticum* spp.) e o arroz (*Oryza* spp.). Por isso, Ghazoul (2005) alega que não há uma crise global na polinização, mas uma extrapolação a partir da constatação de problemas localizados, por causa do declínio de polinizadores largamente utilizados, como a abelha *Apis mellifera* nos Estados Unidos ou em cultivos altamente dependentes de agentes bióticos, como a alfafa (*Medicago sativa* L.) e amêndoas (*Prunus (Amygdalus)* spp). Mas, mesmo que Ghazoul (2005) esteja certo, Aizen et al. (2008) demonstraram que o número das variedades cultivadas que dependem de

polinizadores bióticos, especialmente abelhas, bem como a extensão da área ocupada por elas, vem crescendo consideravelmente nas últimas décadas, o que tem aumentado a demanda por esses polinizadores exatamente no momento em que suas populações sofrem declínios. Além disso, Aizen et al. (2008) também destacaram que essas culturas altamente dependentes de polinizadores bióticos são mais comuns nos países do hemisfério sul, ou em países em desenvolvimento, como são os casos da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), cacau (*Theobroma cacao*), dendê (*Elaeis guineensis*) e maracujá (*Passiflora edulis*) no Brasil. Isso mostra que, mesmo que a crise dos polinizadores não seja tão abrangente em nível mundial como preconizado até então, o papel dos polinizadores bióticos e sua conservação em áreas agrícolas é relevante para países como o Brasil, cujo Produto Interno Bruto (PIB) é altamente dependente da atividade agropecuária e cujas principais culturas de exportação e segurança alimentar são dependentes, em algum nível, dos polinizadores bióticos, particularmente as abelhas.

Eficiência da polinização melitófila em cultivos agrícolas

Áreas cultivadas geralmente são carentes da presença de agentes polinizadores em quantidade e distribuição ideais para assegurar bons níveis de produtividade, principalmente plantios distantes de matas nativas (FREITAS, 1998). A maioria das plantas cultivadas depende de agentes polinizadores para a produção de frutos e sementes, e se realizada de modo adequado, a polinização pode contribuir para aumentar o percentual de frutos vingados e diminuir os índices de malformação dos mesmos (FREITAS, 2002). Estima-se que aproximadamente 73% das espécies agrícolas cultivadas no mundo sejam polinizadas por abelhas (FAO, 2004).

A grande maioria das abelhas é solitária, entretanto, há várias espécies que possuem vida social. Dentre elas destacam-se, os que pertencem a três grupos considerados polinizadores eficientes de culturas agrícolas: os bombíneos (mamangavas sociais), os apíneos (dentre os quais se destaca a espécie *Apis mellifera*) e os meliponíneos, também conhecidos como abelhas sem ferrão (MICHENER, 1974). A utilização desses insetos para polinização de plantas cultivadas vem sendo difundida, com bons resultados.

As espécies sociais são, geralmente, as preferidas para a polinização de culturas agrícolas, principalmente, pela alta densidade de abelhas que podem ser mantidas em determinada área. Aquelas pertencentes ao gênero *Bombus* têm sido utilizadas para polinização de culturas agrícolas desde a década de 1920, principalmente sob condições de cultivo protegido. Entretanto, somente na década de 1980, houve um aumento

considerável da utilização dessas abelhas, principalmente de *B. terrestris* (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2002). Estima-se que, aproximadamente, 850.000 colônias de *B. terrestris* sejam comercializadas anualmente (VELTHUIS; DOORN, 2004), o que torna essa espécie uma das mais utilizadas em todo o mundo para a polinização de culturas agrícolas em ambiente protegido, principalmente tomate (*Lycopersicon esculentum* L.).

Meisels e Chiasson (1997) avaliaram a eficiência de *B. impatiens* como polinizadores de pimentão, no Canadá. Esses autores verificaram que apenas três operárias dessa espécie de abelha são suficientes para polinizar efetivamente cerca de 425 plantas, ou seja, são necessárias aproximadamente, 176 abelhas por hectare (25.000 plantas). No Brasil, o gênero *Bombus* é representado por apenas seis espécies: *B. pauloensis*, *B. bellicosus*, *B. brasiliensis*, *B. brevivillus*, *B. morio* e *B. transversalis* (MOURE et al., 2007; SILVEIRA et al., 2002; CORTOPASSI-LAURINO et al., 2003). No entanto, ainda não há uma metodologia estabelecida para uso dessas espécies como polinizadores em áreas agrícolas, diferente do que ocorre em outros países, onde a técnica de criação e manejo de espécies de *Bombus*, principalmente *B. terrestris*, em casas de vegetação, está totalmente dominada (VELTHUIS; DOORN, 2004).

As abelhas melíferas (*A. mellifera* L.) são os insetos sociais mais usados para a polinização de cultivos comerciais, embora não sejam aproveitadas em todo o seu potencial. No Brasil, por exemplo, apenas em Santa Catarina, com a polinização da maçã (*Malus domestica*) e no Nordeste, para a polinização do melão (*Cucumis melo*), pode-se afirmar que o uso de abelhas para polinização já esteja incorporado aos sistemas de produção agrícola daquelas culturas (FREITAS, 2002).

A cultura do melão, que está entre as cucurbitáceas mais exploradas no Nordeste brasileiro, depende da polinização realizada por abelhas *A. mellifera* para assegurar a qualidade dos frutos, bem como a produtividade, na maioria das áreas cultivadas, sendo necessária a introdução de colônias dessa espécie nos plantios (FREITAS, 1998). As colônias de *A. mellifera* podem ser introduzidas nas áreas de melão em diferentes momentos do ciclo da cultura, em função dos objetivos do seu cultivo (produção de frutos para o mercado interno ou exportação), sendo o uso de quatro colônias fortes por hectare, suficiente para maximizar a produtividade (SOUSA, 2003).

As abelhas *A. mellifera* também são eficientes na polinização de outras culturas de importância econômica. A introdução de colônias dessa espécie em cultivos de mamona (*Ricinus communis* L.), por exemplo, contribuiu para incrementar a produtividade da cultura, tanto ao aumentar o número de frutos por cacho quanto o rendimento de óleo das sementes, nos estados do Piauí e Ceará

(RIZZARDO, 2007). Malerbo-Souza et al. (2003), observaram que a polinização realizada por essas abelhas influenciou quantitativa e qualitativamente a produção de laranjas (*Citrus sinensis* L. Osbeck) em Jaboticabal, São Paulo. Os frutos cujas flores foram visitadas adequadamente pelas abelhas foram mais pesados, menos ácidos e com maior número de sementes por gomo, embora nem sempre um grande número de sementes seja desejável na fruticultura.

A cultura da cebola (*Allium cepa* L.), predominantemente produzida no Vale do São Francisco, no Nordeste brasileiro, também tem a espécie *A. mellifera* como principal agente polinizador, de modo que a produtividade poderia ser maximizada mediante o manejo dessa espécie de abelha nos plantios. Segundo McGregor (1976) e Witter e Blochtein (2003) *A. mellifera* é o inseto polinizador indicado para o manejo na produção comercial de sementes de cebola.

Apesar da eficiência de polinização de *A. mellifera* em diversas culturas agrícolas, o declínio nas populações dessas abelhas tem, de certo modo, aumentado o interesse dos pesquisadores em avaliar o papel das espécies de abelhas nativas na polinização de culturas agrícolas, assim como aperfeiçoar as técnicas de manejo para as mesmas (KEARNS; INOUE, 1997). Além disso, apesar de *A. mellifera* possua uma grande habilidade para polinização e possua a biologia bem conhecida, abelhas dessa espécie não são consideradas os melhores polinizadores para todas as culturas (FREITAS, 2002).

Os meliponíneos ou abelhas sem ferrão são, provavelmente, os insetos sociais mais promissores para o uso como polinizadores comerciais no Nordeste do Brasil depois de *A. mellifera*. Essas abelhas formam colônias perenes que forrageiam durante todo o ano e as centenas de espécies existentes diferem entre si em muitas características biológicas, como por exemplo, tamanho da colônia, tamanho do corpo e estratégia de forrageamento (SLAA et al., 2006). Essas diferenças interespecíficas permitem a seleção da espécie que seja mais apropriada para a polinização de certas culturas e sistema de produção (ambiente protegido, campo aberto, etc.). Além disso, são abelhas generalistas, possuem o comportamento de constância floral, que leva a uma polinização mais eficiente, e não ferroam, o que as torna especialmente adequadas para polinização de culturas em ambientes protegidos (CRUZ et al., 2005).

A primeira revisão detalhada sobre o papel das abelhas sem ferrão na polinização de culturas agrícolas foi apresentada por Heard (1999). Segundo esse autor, abelhas da espécie *Trigona thoracica*, por exemplo, são polinizadores eficientes de culturas como coco (*Cocos nucifera*), carambola (*Averrhoa carambola*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). Recentemente, Slaa

et al. (2006) afirmaram que os meliponíneos são polinizadores efetivos de 18 culturas agrícolas, sendo fortes candidatos para serviços de polinização. No entanto, essas abelhas estão sob constante ameaça por causa da destruição de seus habitats naturais, os quais são fontes de alimento e locais de nidificação (FREITAS et al., 2009).

Os meliponíneos são sugeridos como os melhores insetos para serem manejados na polinização dirigida em cultivos comerciais de açaizeiro (*Euterpe oleraceae*) na Amazônia, com vistas ao aumento da produção de frutos (VENTURIERI et al., 2005). O açaizeiro tem um grande potencial de produção de néctar e espécies como *Melipona melanoventer*, *M. flavolineata* e *M. fasciculata* podem ser consideradas polinizadores potenciais dessa cultura (VENTURIERI et al., 2008).

Na região de Manaus, pesquisas realizadas em plantios de cupuaçu destacam quatro espécies de abelhas sem ferrão como polinizadores importantes dessa cultura: *Plebeia* sp., *Aparatrigona impunctata*, *Leurotrigona pusilla* e *Trigona* sp., sendo as duas primeiras mais importantes pela abundância e frequência das visitas (GRIBEL et al., 2008). De acordo com esses autores, os dois principais grupos de abelhas para polinização do cupuaçu nessa região, *Plebeia* e *Aparatrigona*, são geralmente encontrados em ambientes alterados pela ação do homem não sendo, assim, de difícil manutenção para fins de polinização em cultivos agrícolas.

Pesquisas recentes têm mostrado que os meliponíneos também são polinizadores efetivos em ambientes fechados e podem, portanto, ser uma alternativa valiosa para a polinização comercial de diversas culturas. A abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke), por exemplo, poliniza de modo eficiente as flores de pimentão (*C. annuum* L.) em ambiente protegido, no Nordeste do Brasil (CRUZ et al., 2005; SILVA et al., 2005). Apesar das flores de pimentão serem consideradas autógamas, essa cultura beneficia-se da polinização realizada por essa espécie de abelha, produzindo frutos significativamente mais pesados e com maior número de sementes, quando comparada com a autopolinização espontânea (CRUZ et al., 2005; SILVA et al., 2005). Resultados semelhantes foram encontrados para o morango (*Fragaria* x *Ananassa*) usando a abelha *Tetragonisca angustula* (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004).

Apesar da eficiência dos meliponíneos como polinizadores de diversas culturas agrícolas, um dos principais problemas para a produção dessas abelhas em larga escala é o fato de reproduzirem-se naturalmente a uma taxa inferior ao

que se observa nas abelhas africanizadas. Assim, é necessário que se realizem mais pesquisas nesta área, de modo que as abelhas sem ferrão possam ser produzidas nas quantidades necessárias e manejadas eficientemente para a polinização comercial.

Apesar de a grande maioria das abelhas serem solitárias, poucas espécies têm sido utilizadas na polinização agrícola; pois para serem usadas eficientemente, além da espécie de abelha precisar visitar as flores da cultura alvo e conseguir polinizá-las efetivamente, elas necessitam aceitar ninhos artificiais, serem gregárias e apresentarem sincronia de atividade com o florescimento da cultura, o que reduz bastante o número de espécies que atendem a essas condições (FREITAS, 1998).

Poucas espécies de abelhas solitárias vêm sendo usadas regularmente como polinizadores em cultivos, como são os casos de *Megachile rotundata* e *Nomia melanderi* na polinização de alfafa, e *Peponapis pruinosa* em curcubitáceas, ambos os casos na América do Norte; *Osmia rufa*, *O. lignaria propinqua*, *O. cornuta* e *O. cornifrons* em espécies da Família Rosaceae, principalmente maçã, na Europa, Estados Unidos e Japão, respectivamente (FREE, 1993).

O uso de abelhas solitárias na polinização agrícola tem sido pouco estudado nos países em desenvolvimento, como o Brasil. No entanto, as abelhas solitárias são polinizadores importantes da vegetação nativa, sendo responsáveis diretamente pela reprodução de muitas espécies silvestres da flora brasileira e viabilidade econômica da exploração agrícola de outras (FREITAS; OLIVEIRA-FILHO, 2001).

No caso particular das mamangavas de toco, sua importância é tão grande na cultura do maracujá, em especial o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), que o tamanho de sua população nos plantios determina diretamente a lucratividade do cultivo, uma vez que as flores não polinizadas serão perdidas ou será preciso contratar mão-de-obra para realizar a polinização manual, aumentando os custos de produção. No Estado do Ceará, ninhos racionais povoados em maracujazais propiciou aumentos da ordem de 505% na frequência das mamangavas às flores e 92,3% no vingamento inicial dos frutos (FREITAS; OLIVEIRA-FILHO, 2003). Camillo (1996a, 1996b) observou um aumento de 700% na produção de maracujás quando as mamangavas encontravam-se em número adequado no plantio, comparando-se com o período em que o nº de abelhas era inadequado.

Além das mamangavas de toco, abelhas solitárias pertencente aos gêneros *Centris* e *Megachile*, são comuns no País e se apresentam como polinizadoras importantes de culturas como a acerola (*Malpighia emarginata*), caju (*Anacardium occidentale*) e alfafa apresentando potencial para produção em larga escala e uso em áreas agrícolas. Mais estudos com as abelhas solitárias nativas do Brasil fazem-se necessários.

Considerações finais

A contribuição das abelhas na polinização agrícola brasileira é extremamente relevante. No entanto, ainda há culturas de grande valor econômico que, apesar de comprovadamente aumentarem seus níveis de produtividade quando polinizadas de forma adequada, não têm se beneficiado dos serviços de polinização por desconhecimento dos produtores (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005). Além disso, a modernização da agricultura, visando maximizar os índices de produtividade, associada à demanda por produtos agrícolas de boa qualidade têm causado impactos negativos na população de polinizadores nativos, principalmente as abelhas. Por esse motivo, muitos agricultores são obrigados a utilizar técnicas de polinização artificiais, como a polinização manual, elevando assim os custos de produção.

A utilização de boas práticas agrícolas e a conservação dos habitats naturais nas proximidades das áreas de cultivo são fundamentais para o suprimento adequado de polinizadores nas culturas dependentes destes para a polinização. Dentre as melhores práticas de manejo na agricultura para o uso sustentável e a conservação dos polinizadores destacam-se: o uso controlado de defensivos químicos, análise do fluxo gênico nas culturas transgênicas, práticas "amigáveis" como, por exemplo, o preparo da área visando a manutenção de ninhos das abelhas sociais e solitárias que ocorrem no solo, e o manejo da paisagem agrícola de modo a manter suas bordas com vegetação nativa local que fornece recursos aos polinizadores.

A redução global das populações de polinizadores, especialmente abelhas melíferas e nativas, tem alertado para a necessidade de conservá-los, uma vez que o decréscimo do serviço de polinização pode ter implicações econômicas e ecológicas em longo prazo (ALLEN-WARDELL et al., 1998). Considerando-se a importância desses insetos para a agricultura mundial, tornam-se necessárias mais informações sobre culturas bem sucedidas

com a utilização destes e dos próprios polinizadores, visando o uso sustentável e a sua conservação.

Referências

- AIZEN, M.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. **Current Biology**, [New York], v. 18, p. 1572-1575, 2008.
- ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARDT, P.; BITNER, R. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, [Hoboken], v. 12, p. 8-17, 1998.
- BALESTIERI, J. B. P.; ALVES-JÚNIOR, V. V.; MORAES-ALVES, M. M. B.; SILVA, A. C. G. Levantamento de abelhas Euglossinae ao longo do transecto Dourados – Sidrolândia – Campo Grande / MS, associado à linha de instalação do gasoduto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande, MS, **Anais...** Campo Grande, MS: CBA, 2002. p. 45.
- BOSCH, J.; KEMP, W. P. Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. **Bulletin of Entomological Research**, [Cambridge], v. 92, p. 3-16, 2002.
- CAMILLO, E. Utilização de espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) na polinização do maracujá amarelo. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2., 1996. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1996a. p. 141-146.
- CAMILLO, E. Polinização do maracujá amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996, Teresina. **Anais...** Teresina: CBA, 1996b. p. 317-321.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; KNOLL, F. R. N.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Nicho trófico e abundância de *Bombus morio* e *Bombus atratus* em diferentes biomas brasileiros. In: MELO, G. A. R.; ALVES-DOS-SANTOS, I. **Apoidea Neotropica: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma: UNESC, 2003. p. 285-295.
- CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S.; BOMFIM, I. G. A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 1197-1201, 2005.
- DRUCKER, A. G. Economic valuation of bee pollination services: Implications for farm management and policy. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. **Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p.125- 134.

FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J. O. P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p 2-19.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. London: academic Press, 1993. 684 p.

FREITAS, B. M. Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 46, p.16-20, 1998.

FREITAS, B. M. A polinização com abelhas: quando usar *Apis* ou meliponíneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Confederação Brasileira de Apicultura. 2002. p. 247-250.

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. **Criação racional de mamangavas: para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001. 96 p.

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 33, p. 1.135-1.139, 2003.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 80, p. 44-46, 2005.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, Les Ulis, v. 40, p. 332-346, 2009.

GHAZOUL, J. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. **Trends in Ecology and Evolution**, [Amsterdam], v. 20, p. 367-373, 2005.

GRIBEL, R.; QUEIROZ, A. L.; ASSIS, M. G.; OLIVEIRA, F. F.; QUEIROZ, M. L.; PALÁCIO, C. **Polinização e manejo dos polinizadores do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. Manaus: INPA, 2008. 32 p.

HEARD, R. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 44, p. 183-206, 1999.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. As abelhas e as Iniciativas Internacionais de polinizadores. In: NATES-PARRA, G.; GÓMEZ, M. I. **Libro de memorias II Encuentro Colombiano de Abejas Silvestres**. Bogotá: Universidad Nacional de Colômbia, 2004. p. 22-35.

JONG, D. de; GONÇALVES, L. S.; AHMAD, F. Honey Bee. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; JONG, D. de. **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006. p. 63-73.

- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. **BioScience**, Reston, v. 47. p. 297-307, 1997.
- MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Os meliponíneos como polinizadores em estufas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: CBA, 2002. p. 204-208.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Pollination in Orange sweet crop (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, p. 237-242, 2003.
- McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: United States Department of Agricultural Research Service, 1976. 496 p.
- MEISELS, S.; CHIASSON, H. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. as pollinators of greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 437, p. 425-429, 1997.
- MICHENER, C. D. **The social behavior of the bees**. Cambridge: Harvard University Press, 1974. 404 p.
- MORSE, R. A.; CALERONE, N. W. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. **Bee Culture**. March 2000. Disponível em: <<http://www.beeculture.com/content/PollinationReprint07>>. Acesso em: 13 jun. 2009.
- MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. 1.058 p.
- O'TOOLE, C. Those other bees: changing the funding culture. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollinating Bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, DF: Ministry of Environment, 2002. p. 37-40.
- RIZZARDO, R. A. G. **O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SADEH, A.; SHMIDA, A.; KEASAR, T. The carpenter bee *Xylocopa pubescens* as an agricultural pollinator in greenhouses. **Apidologie**, Les Ulis, v. 38, p. 508-517, 2007.
- SHEPHERD, M.; BUCHMANN, S. L.; VAUGHAN, M.; BLACK, S. H. **Pollinator conservation handbook**. Oregon: The Xerces Society, 2003. 145 p.
- SHIPP, J. L.; WHITFIELD, G. H.; PAPADOPOULOS, A. P. Effectiveness of the bumblebee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 57, p. 29-39, 1994.

SILVA, E. M. S. da; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A. da; CRUZ, D. de O.; BOMFIM, I. G. A. Biologia floral do pimentão (*Capsicum annuum*) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como polinizador em cultivo protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, p. 386-390, 2005.

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

SLAA, E. J.; SÁNCHEZ CHAVES, L. A.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; HOFSTEDE, F. E. Stingless bees in applied pollination practice and perspectives. **Apidologie**, Les Ulis, v. 37, p. 293-315, 2006.

SOUSA, R. M. **Manejo de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) para polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.)**. Fortaleza, 2003. 125 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

VELTHUIS, H. H. W.; DOORN, A. van. The breeding, commercialization and economic value of bumblebees. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 135-149.

VENTURIERI, G. C.; RODRIGUES, S. T.; PEREIRA, C. A. B. As abelhas e as flores do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae). **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 80, p. 32-33, 2005.

VENTURIERI, G. C.; SOUZA, M. S.; PEREIRA, C. A. B.; RODRIGUES, S. T. Potencial Nectarífero do Açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae) na Amazônia Oriental. ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2008. p. 154-158.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B. Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, p. 1.399-1.407, 2003.

Polinização da Aceroleira (*Malpighia emarginata*)

Kátia Maria Medeiros de Siqueira¹

Resumo

A aceroleira é uma frutífera muito cultivada na região Nordeste do Brasil. Seus frutos são utilizados in natura em sucos, na indústria alimentícia e de cosméticos. Nos plantios comerciais há algumas variedades de aceroleiras que apresentam diferenças em características fenotípicas e produtividade, inclusive com baixa frutificação. Isso se deve a fatores relacionados principalmente à dicogamia, à falta de grãos de pólen viáveis e ainda, aos vários tipos de incompatibilidade. Comparações realizadas entre três variedades de aceroleiras confirmaram a autopolinização e a elevação das taxas de frutificação com a polinização cruzada. Estudos realizados em outros locais registraram que na ausência de polinizadores não houve sucesso reprodutivo, enquanto que na sua presença, as taxas de frutificação variaram de 23 a 53%. Dessa forma, este estudo teve como objetivos verificar os polinizadores desta cultura no pólo Petrolina, PE - Juazeiro, BA e sua importância. As espécies de abelhas que agiram como polinizadoras foram: *Centris aenea*, *C. (Ptilotopus) maranhensis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides* e *C. obsoleta*. Ressaltamos a importância dessas abelhas nativas na produção dessa cultura e sugerimos práticas adequadas para seu manejo. Devem ser levadas em consideração: características que propiciem uma maior atração dos polinizadores, a utilização de variedades compatíveis nos plantios, características produtivas e comerciais das variedades, a manutenção de áreas nativas próximas e o consórcio com outras frutíferas visitadas por estas abelhas.

Palavras-chave: *Malpighia emarginata*, *Centris*, polinização.

¹Médica Veterinária, D.Sc. em Zoologia, Professora Assistente da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) - Campus III-DTCS, Juazeiro, BA, Professora do IF-Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, PE, e-mail: katiauneb@yahoo.com.br.

Pollination of West Indian Cherry

Abstract

West Indian cherry is an orchard very cultivated in the Northeast region of Brazil. Their fruits are used 'in natura', in juices, in food and cosmetics industries. In commercial crops there are some varieties of West Indian cherry trees which present differences in phenotypical characteristics and productivity, including low fruit production. This is due to factors related mainly to dicogamy, lack of viable pollen grains, and yet several kinds of incompatibility. Comparisons made between three varieties of West Indian cherry confirmed self-pollination and an increment in the fruit production taxes with crossed pollination. Studies made in other places registered that in the lack of pollinators there was no reproductive success, while in their presence the fruit production varied from 23 to 53%. Therefore, the objective of this study was to verify the pollinators of this crop in the pole Petrolina (PE) - Juazeiro (BA), and their importance. The bee species acting as pollinators were: *Centris aenea*, *C. (Ptilotopus) maranhensis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides* and *C. obsoleta*. We emphasized the importance of these native bees to the culture and suggested adequate practices to their management. It should be take into consideration characteristics that promote a higher attraction of pollinators, the use of compatible varieties in the crops, the productive and commercial characteristics of the varieties, the maintenance of vegetal native areas close to the crops and the consortium with other orchards visited by these bees.

Keywords: *Malpighia emarginata*, *Centris*, pollination.

Introdução

Estudos realizados em várias partes do mundo revelam a importância dos polinizadores nas culturas agrícolas. Em 2005 o valor econômico global dos serviços de polinização realizados pelos insetos, principalmente abelhas, foi estimado em R\$ 395 bilhões (153 bilhões de euros), sendo equivalente a 9,5% do valor total da produção agrícola global (GALLAI et al., 2008). As pesquisas mostram, ainda, um declínio nas populações de polinizadores com reflexo direto na produção (KEARNS et al., 1998; ROUBIK, 2001).

Vários estudos têm alertado para o declínio da diversidade de polinizadores em todo o mundo (KEARNS; INOUE 1997; DONALDSON, 2002; KLEIN et al., 2007). Estudos indicam que a perda total dos serviços de polinização pode ter efeitos catastróficos na agricultura mundial, reduzindo a produção e a produtividade da agricultura, afetando a oferta de alimentos e causando um potencial aumento no valor dos produtos agrícolas para os consumidores (GALLAI et al., 2008). Uma revisão realizada por Klein et al. (2007) revelou que a polinização é essencial na produção de 13 culturas e altamente dependente para outras 30. Além disso, segundo os mesmos autores, estudos de caso realizados em nove culturas, em quatro continentes, revelaram que a intensificação agrícola põe em risco as comunidades de abelhas nativas e, conseqüentemente, os serviços de polinização em escala ambiental.

Mesmo sendo um serviço relevante para a sustentabilidade da agricultura, a polinização não é incluída nas práticas de manejo, e muito menos como um serviço prestado, que influi diretamente na produção e qualidade dos frutos tendo assim, um valor econômico.

No Brasil, iniciativas estão sendo realizadas na busca do conhecimento sobre a eficiência dos polinizadores em várias culturas. No Submédio do Vale do São Francisco, mais precisamente no Polo de Irrigação Petrolina, PE/Juazeiro, BA, região de destaque na produção e exportação de frutas, pesquisas foram realizadas no sentido de identificar e conhecer o comportamento dos polinizadores da mangueira (*Mangifera indica*) e do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Estas pesquisas indicaram a eficiência da abelha *Apis mellifera* na polinização das flores da mangueira e das abelhas do gênero *Xylocopa* nas flores do maracujazeiro (SIQUEIRA et al., 2008, 2009).

A região do Submédio do Vale do São Francisco explora várias outras frutíferas e informações a respeito da contribuição dos polinizadores que servirá de subsídios para medidas que incrementem a sua permanência nos cultivos e, também, promover a nidificação e reprodução de abelhas em áreas de vegetação nativa de entorno.

A cultura da aceroleira

A aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) (Figura 1), conhecida como cereja das Antilhas é uma espécie de frutífera originária de regiões da América Central, noroeste da América do Sul e Antilhas (FOUQUÉ, 1973), pertencente à família Malpighiaceae, a qual é predominantemente tropical, com 65 gêneros e cerca de 1.250 espécies (CAMERON et al., 2001).

A acerola foi introduzida no Nordeste, em 1955, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), procedente de Porto Rico (UFRPE, 1985). A expansão do cultivo aconteceu em meados dos anos 1980, em função dos elevados teores de vitamina C dos frutos, que despertaram o interesse das indústrias, por causa da grande variedade de produtos gerados e, conseqüente, ampliação de mercado.

Apesar de existirem plantios comerciais em praticamente todos os estados do Brasil, é na região Nordeste, por suas condições de solo e clima, onde a acerola melhor se adapta (PAIVA et al., 1999). Os estados que mais se destacam como produtores no Nordeste são a Bahia, Pernambuco e Ceará. No Polo Petrolina, PE–Juazeiro, BA, a área plantada já ultrapassa 1.600 ha, com a maior parte da produção direcionada para a indústria de polpa e concentrados. Na região, a cultura é desenvolvida nos projetos de irrigação, em áreas de pequenos produtores, com investimento de mão de obra familiar, praticamente durante todo o ano.



Fotos: Katia M. M. Siqueira.

Figura 1. a) Detalhes dos frutos e b) flores da aceroleira (*Malpighia emarginata*).

Aspectos botânicos da aceroleira

A aceroleira é uma espécie frutífera originária da América Central, noroeste da América do Sul e Antilhas (FOUQUÉ, 1973). O gênero *Malpighia* é formado por 130 espécies de arbustos e de pequenas árvores (MEYER, 2001). A Família Malpighiaceae destaca-se por apresentar muitas espécies que oferecem óleos florais como recompensa aos visitantes, em lugar de néctar (VOGEL, 1974).

Estudos realizados por Siqueira (2007) na região do Submédio São Francisco, com três variedades de aceroleira 'Flor Branca', 'Sertaneja' e 'Okinawa'), mostraram variação no número das glândulas florais produtoras de óleos (elaióforos), entre variedades e entre indivíduos de uma mesma variedade (Tabela 1). Dentre as variedades estudadas, a 'Flor Branca' apresentou uma menor variação no número de glândulas, com 87,5% das flores com seis elaióforos, a 'Sertaneja' com 70% com 6 elaióforos, e a 'Okinawa' com 62,5% com dez elaióforos.

Tabela 1. Número e percentuais de elaióforos encontrados em três variedades de aceroleira (*M. emarginata*), em áreas irrigadas no Vale do Submédio São Francisco (n = número de flores avaliadas por variedade; % percentual).

Glândulas por flor	Variedades (n = 40)					
	Sertaneja		Okinawa		Flor Branca	
06	28	70	--	--	35	87,5
07	2	5	--	--	5	12,5
08	10	25	7	17,5	--	--
09	--	--	8	20,0	--	--
10	--	--	25	62,5	--	--

Quanto à distribuição na flor, verificou-se que nas flores com oito, sete e seis glândulas, essas estruturas não são encontradas na sépala anterior (inferior). Nas flores com sete glândulas, verifica-se que essas estruturas podem estar ausentes na sépala lateral direita ou esquerda, enquanto que nas com seis glândulas, ocorre uma glândula em cada uma das sépalas laterais inferiores (Figura 2).

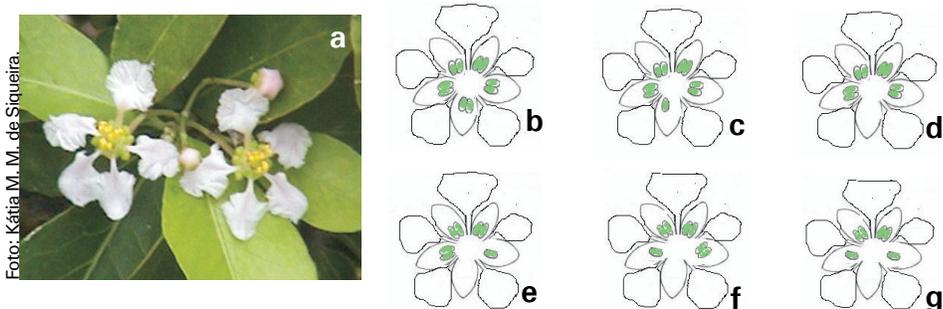


Figura 2. a) Disposição dos elaióforos nas flores de *Malpighia emarginata* DC., em relação as sépalas e pétalas. b) Flores com dez, nove c), oito d), sete (e, f), e seis elaióforos (g).

A abertura das flores é diurna (4:30h e 5:00h) e as flores duram cerca de 24 horas. Os elaióforos iniciam a produção de óleo nos botões ainda em pré-antese. Ao final da abertura das flores, os grãos de pólen estão disponíveis nas anteras e os estigmas encontram-se receptivos. O início da senescência é marcado pela mudança na coloração das pétalas que ficam totalmente brancas e caem facilmente ao toque.

Quanto à viabilidade polínica foram registradas diferenças entre as variedades, sendo que a variedade Sertaneja apresentou o maior percentual (Tabela 2).

Tabela 2. Percentual de viabilidade dos grãos de pólen de três variedades de aceroleiras (*M. emarginata*), com respectiva média de grãos por antera e por flor.

Variedades	Porcentagem (%) Viabilidade polínica	Número de grãos de pólen	
		Antera	Flor
Sertajena	83,39	3.081 ± 805	30.810
Flor Branca	92,50	3.401 ± 397	34.010
Okinawa	14,80	3.627 ± 527	36.270
Média		3.436 ± 631,5	34.368

Polinização da aceroleira

A aceroleira é uma espécie de fácil propagação pela maioria dos métodos existentes, nos plantios comerciais originados de mudas obtidas por via sexuada, é observada grande variabilidade fenotípica, sugerindo a ocorrência de segregação e recombinação gênica. Os fatores que determinam a baixa frutificação desta fruteira são relacionados à dicogamia (principal causa), à falta de pólen viável, a vários tipos de incompatibilidade e formas de heterostilia (PAIVA et al., 1999).

No Hawaii, Yamane e Nakasone (1961) verificaram que a aceroleira não era muito frutificável, apesar da abundância de flores, com produção de frutos normalmente abaixo de 10%. O agente causal foi a falta de polinizadores. Lopes et al. (2000), em Minas Gerais, por meio da autopolinização manual e de botões florais protegidos obtiveram baixa fixação de frutos, sendo constatada maior fixação quando ocorreu polinização natural e polinização cruzada manual.

Estudo realizado utilizando a autopolinização registrou um aumento na taxa de frutificação de 6,7% a 55,1%, provavelmente por causa da alta heterozigosidade das plântulas, ao passo que após a polinização cruzada o incremento foi de 6,66% a 74,12%. Em todos os casos, a polinização cruzada resultou em taxa de frutificação mais elevada em relação à autopolinização (PAIVA et al., 1999).

No Nordeste do Brasil comparações realizadas entre três variedades de aceroleiras (SIQUEIRA, 2007) confirmaram a existência da autopolinização e a elevação das taxas de frutificação com a polinização cruzada (Tabela 3).

Tabela 3. Experimentos de polinização em *Malpighia emarginata* e comparações entre os resultados (teste de Chi-quadrado (χ^2), com $p < 0,05$) obtidos para as variedades Okinawa, Flor Branca e Sertaneja em cultivo irrigado no Projeto Senador Nilo Coelho, em Petrolina, PE. (gl: graus de liberdade).

Variedades	N ^o flores	N ^o flutos	Porcentagem (%) de frutificação	X ² (gl)
Autopolinização espontânea				
Sertaneja	191	11	5,75	0,7 (2)
Flor Branca	252	16	6,34	
Okinawa	226	10	4,42	
Autopolinização manual				
Sertaneja	150	53	35,3	16,3 (2)
Flor Branca	150	48	32,0	
Okinawa	150	17	11,3	
Autopolinização cruzada manual				
Sertaneja	150	72	48,0	23,7 (2)
Flor Branca	145	27	18,60	
Okinawa	130	18	13,80	
Autopolinização cruzada natural				
Sertaneja	230	106	46,0	90,5 (2)
Flor Branca	311	46	14,8	
Okinawa	280	45	16,7	

Dentre as três variedades, a Sertaneja se destacou apresentando as melhores taxas de frutificação, enquanto a Okinawa apresentou os menores índices. Segundo Oliveira et al. (2003), a viabilidade dos grãos de pólen de *M. emarginata*, pode variar de 10% a 90%. A baixa viabilidade polínica apresentada pela variedade Okinawa deve ter contribuído para uma menor produção. Este dado é confirmado quando se observa o sucesso reprodutivo dessa variedade no experimento de polinização cruzada. Assim, os dados registrados reforçam a necessidade de alogamia inter-cultivares, indicando a necessidade de misturas de variedades no plantio para suprir as deficiências

já mencionadas, como também a importância dos polinizadores na determinação do fluxo de pólen, garantindo-se, assim, maior taxa de frutificação nessa cultura.

Polinizadores da aceroleira

Estudo realizado no Nordeste do Brasil registrou fêmeas de 21 espécies de abelhas, das quais 16 pertenciam à tribo Centridini, visitando as flores de *M. emarginata*, sendo *Centris aenea* uma das espécies mais abundantes. Neste estudo, foi registrado que na ausência da atividade dos polinizadores não houve sucesso reprodutivo, porém, com a presença dos visitantes florais, a taxa de frutificação oscilou de 23% a 53% (SCHLINDWEIN et al. 2006).

No polo de irrigação Petrolina, PE/Juazeiro, BA, as espécies registradas foram *Centris aenea*, *C. (Ptilotopus) maranhensis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides* e *C. obsoleta* (Figura 3) com destaque para *C. aenea*, confirmando a importância dessa espécie nas áreas de cultivo da aceroleiras no Nordeste (SIQUEIRA, 2007).

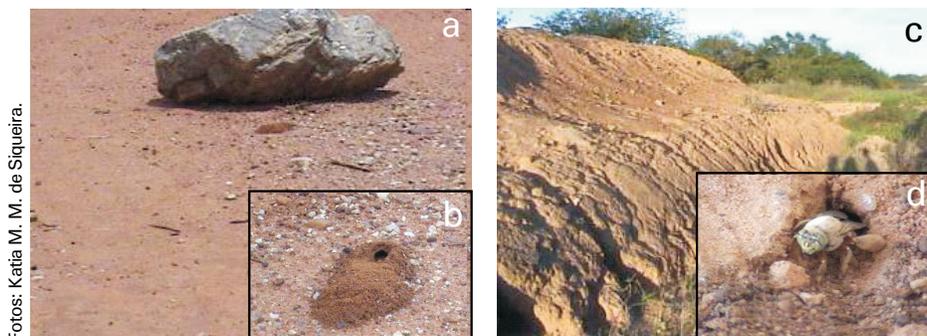
As abelhas do gênero *Centris* visitam as flores da aceroleira à procura de pólen ou óleo, realizando comportamentos padronizados, quando do pouso nas flores e retirada da recompensa floral. Ao coletar óleo, estas espécies pousam sobre os órgãos sexuais da flor, prendem-se com as mandíbulas à pétala anterior (estandarte) e “abraçam” a flor, ocasião em que a porção ventral do tórax e/ou abdômen contata as anteras e os estigmas. Em seguida, com os dois primeiros pares de pernas raspam os elaióforos. Estas abelhas permanecem por um curto período de tempo na flor, cerca de 1 a 3 segundos. Em seguida, saem da flor e, em vôo estacionário, transferem o óleo para as escopas. Botões em pré-antese também são usados para a coleta de óleo. O pólen é coletado por processo de vibração, sendo possível a audição do zumbido emitido. Na sequência, abandonam a flor e, paradas no ar, realizam movimentos de limpeza no corpo, transferindo os grãos de pólen para as escopas. Em uma mesma planta, em média, essas abelhas podem passar de 2 a 3 minutos, tempo suficiente para visitarem de 20 a 80 flores (SIQUEIRA, 2007).



Fotos: Kaitia M. M. de Siqueira.

Figura 3. Abelhas visitantes das flores de *Malpighia emarginata*, em cultivo irrigado no Submédio do Vale do São Francisco: a) *Centris tarsata*, b) *C. maranhensis*, c) *Centris obsoleta* e d) *Centris aenea*.

As abelhas do gênero *Centris* podem nidificar em solo duro, argiloso ou em montes de areia retirados de canal de drenagem, próximo a tubos de irrigação, embaixo das aceroleiras, em estradas de terra batida e próximo a residências, mas sempre perto de uma fonte de água. Durante o período inicial de construção do ninho, qualquer alteração feita nas proximidades, ou provavelmente o tipo inadequado de solo, leva a fêmea a abandonar o local e iniciar a construção do ninho em outro local. A entrada do ninho é circular, caracterizada pela presença de um monte de terra na parte inferior ou ao redor, apresentando em média 12 mm de diâmetro (SIQUEIRA, 2007) (Figura 4).



Fotos: Katia M. M. de Siqueira.

Figura 4. Locais de nidificação de *Centris aenea* no entorno da cultura da aceroleira, no Projeto Senador Nilo Coelho, Petrolina, PE: a) estrada de terra batida, b) entrada do ninho, c) parede de areia retirada do canal de drenagem e d) detalhe da entrada do ninho.

Recomendações de manejo

O manejo adequado da paisagem reflete na diversidade dos polinizadores que, neste caso, é fundamental, uma vez que todos os visitantes coletados nas flores de *M. emarginata* são abelhas nativas. Além disso, o aumento da produção de acerola encontra-se diretamente relacionado com a polinização cruzada. Há necessidade, também, de se considerar o 'design' da cultura em relação às diferentes variedades, diversidades de culturas e a proximidade de áreas nativas no entorno. O manejo adequado da irrigação também influencia o padrão de visitas. Foi observado que a irrigação por canhão, realizada no início da manhã e da tarde, dificultavam as visitas. Neste período, as abelhas não visitavam as flores, permanecendo, assim, por mais de 1 hora, após o término da irrigação. Os grãos de pólen em contato com a água tornavam-se pesados e aglutinados, dificultando a fixação no polinizador e a consequente dispersão.

Para a implantação dessa cultura, devem ser levadas em consideração características das variedades que propiciem uma maior atração aos polinizadores além da compatibilidade entre elas, das características produtivas e comerciais, bem como a manutenção de áreas nativas próximas e o consórcio com outras frutíferas visitadas por estas abelhas.

Referências

- CAMERON, K. M.; CHASE, M. W.; ANDERSON, W. R.; HILLS, H. G. Molecular systematics of Malpighiaceae: evidence from plastid *rbcL* and *matK* sequences. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 88, p. 1847-1862, 2001.
- DONALDSON, J. S. Pollination in Agricultural Landscapes, a South African Perspective. In: KEVAN P.; IMPERATRIZ FONSECA V. L. (Ed.). **Pollinating Bees: the Conservation link between Agriculture and Nature**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p. 97-104.
- FOUQUÉ, A. Espécies frutíferas d'Amérique tropicale. **Fruits**, [Paris], v. 28, n.7/8, p. 548-558, 1973.
- GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, Montpellier, 2008. Disponível em: <<http://www.pgpppe.cnrs.fr/documents/paper385.pdf>> . Acesso em: 20 fev. 2009.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W.; WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematic**, Palo Alto, n. 29, 83-112, 1998.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. **BioScience**, Uberlândia, v. 47, n. 5, p. 297-397, 1997.
- KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; DEWENTER, I. S.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the of the Royal Society B – Biological Science**, London, v. 274, p. 303-313, 2007.
- LOPES, R.; BRUCKNER, C. H.; LOPES, M. T. G. Polinização e vingamento de frutos em aceroleira (*Malpighia puniceifolia* L.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 314-317, 2000.
- MEYER, F. K. Revision der Gattung: *Malpighia* L.(Malpighiaceae). **The Cutting Edge**, Houston, v. 8, n. 1, 2001. Disponível em: <<http://www.inbio.ac.cr/papers/manual plantas/jan01/jan01lit.html>> . Acesso em: 15 out. 2007.
- OLIVEIRA, J. R. P.; SOARES FILHO, W. S.; KOBAYASHI, A. K.; RITZINGER, R. Aspectos botânicos. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. (Ed.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p. 17-23.
- PAIVA, J. R. de; ALVES, R. E.; CORREA, M. P. F.; FREIRE, F. C. O.; BRAGA SOBRINHO, R. Seleção massal de acerola em plantio comercial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 3, p. 505-511, 1999.

RAW, A. *Centris dirrhoda* (Anthophoridae) the bee visiting West Indian Cherry flowers (*Malpighia pinicifolia*). **Revista de Biologia Tropical**, San José, v. 27, n. 2, p. 203-205, 1997.

ROUBIK, D. W. Ups and downs in pollinator populations: When is there a decline? **Conservation Ecology**, [Wolfville], v. 5, n. 1, p. 1-30, 2001.

SCHLINDWEIN, C.; MARTINS, C. F.; ZANELLA, F. C. V.; ALVES, M. V.; CARVALHO, A. T.; DARRAULT, R. O.; DUARTE JÚNIOR, J. A.; OLIVEIRA, M. D.; FERREIRA, A. G.; GUEDES, R. S.; FERREIRA, R. P.; PINTO, C. E.; SILVEIRA, M. S.; VITAL, M. T. A. B. Diagnóstico e manejo dos polinizadores de mangabeira e aceroleira. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 7., 2006, Ribeirão Preto. **Simpósios....** Ribeirão Preto: USP, 2006. 1 CD-ROM.

SIQUEIRA, K. M. M. **Ecologia da polinização de frutíferas na região do Vale do Submédio São Francisco**. 2007. 189 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SIQUEIRA, K. M. M.; KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. F.; LEMOS, I. B.; MONTEIRO, S. P.; FEITOZA, E. A. Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na região do Vale do Submédio do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n.2, 2008.

SIQUEIRA, K. M. M.; KIILL, L. H. P.; MARTINS, C. F.; LEMOS, I. B.; MONTEIRO, S. P.; FEITOZA, E. A. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31 n. 1, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO. **Acerola: cereja das Antilhas na alimentação humana**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1985. 8 p.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Akademie de Wissenschaften und der Literatur. Tropische und subtropische Pflanzenwelt. **Franz Steiner Verlag**, Wiesbaden, v. 7, n. 1, p. 267, 1974.

YAMANE, G. M.; NAKASONE, H. Y. Pollination and fruit set studies of Acerola (*Malpighia glabra* L.) in Hawai. **American Society Horticulture Science**, [Washington D. C.], v. 78, n. 1, p. 142-148, 1961.

A Polinização do Morangueiro (*Fragaria x ananassa*)

Kátia Sampaio Malagodi-Braga

Resumo

Uma melhor compreensão do processo de polinização de diversas cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa*) foi obtida por meio de três projetos desenvolvidos em áreas de produção comercial no Estado de São Paulo, em diferentes sistemas de produção (convencional, orgânico e produção integrada) e cultivo (campo e estufa alta). O objetivo geral desses projetos foi avaliar o grau de dependência das cultivares à polinização por abelhas e os benefícios da introdução de colmeias racionais de jataí (*Tetragonisca angustula*), uma abelha sem ferrão na produção de morangos, tanto no campo quanto em estufas. Foram realizados estudos sobre a biologia reprodutiva das cultivares e a contribuição das abelhas na formação dos frutos. Como resultados, constatou-se que: 1) as cultivares estudadas dependem da polinização por abelhas para o completo desenvolvimento dos frutos de maior porte (primários); 2) uma melhora na polinização resultou em uma redução na porcentagem de frutos grandes com deformações, e em um aumento no peso fresco desses frutos; 3) a abelha jataí foi um polinizador efetivo e pode ser facilmente manejada para este fim, tanto no campo quanto em estufas. Portanto, faz-se necessário aos produtores, técnicos agrícolas e agrônomos um olhar mais atento ao processo de polinização do morangueiro, assim como ao manejo e à conservação de polinizadores, visando frutos de maior qualidade e maiores lucros para o produtor.

Palavras-chave: morango, polinização, jataí, abelhas sem ferrão, *Tetragonisca angustula*.

Bióloga, D.Sc. em Ciências, Professora do Centro Universitário Padre Anchieta, Rua Bom Jesus de Pirapora, 100/140. CEP 13.207-270 Jundiaí, SP, e-mail: ksmbraga@yahoo.com.br.

Pollination of Strawberry

Abstract

A better understanding of the pollination process of different strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa*) was obtained from three investigations carried out in commercial crops in São Paulo State, at different production systems (conventional, organic and integrated production) and cultivations (open area and greenhouses). The general aim of these investigations was to evaluate the degree of dependence of the cultivars to bee pollination and the benefits of the introduction of hives of jataí (*Tetragonisca angustula*), a stingless bee in the strawberry production at the field and in greenhouses. The strawberry cultivars reproductive biology and the bee role at the fruit development were studied. As results we found that: 1) the studied cultivars depend on bee pollination to the total development of the largest fruits (primary fruits); 2) an increment on pollination resulted in a reduction of misshapen of large fruits and increase of their fresh weight; 3) the stingless bee 'jataí' was an effective pollinator and can be easily managed at the field and greenhouses. Therefore, it is necessary to producers, agricultural technicians and agronomists to look carefully to the strawberry pollination process, as well to pollinators' management and conservation in order to obtain better quality fruits and more profits to growers.

Key-words: strawberry, pollination, jataí, stingless bees, *Tetragonisca angustula*.

Introdução

Na maioria das plantas cultivadas, a formação de frutos e sementes depende da fertilização dos óvulos que, por sua vez, depende da polinização. A polinização é a transferência do pólen da parte masculina da flor (antera) para a parte feminina (estigma) e pode decorrer da ação da gravidade, do vento, da água e de animais, incluindo o ser humano (voluntária ou involuntariamente). Dentre os animais, as abelhas merecem destaque como polinizadores porque, como dependem das plantas tanto para a alimentação dos adultos quanto das crias, visitam uma grande variedade de flores constantemente, possuem uma pilosidade que facilita a aderência e o transporte de grãos de pólen e apresentam uma enorme diversidade de espécies no Brasil e no mundo.

As flores de todos os cultivares comerciais do morangueiro (*Fragaria x ananassa*) são bissexuais e autocompatíveis (CRANE; WALKER, 1984). Os morangos (ou sua polpa) resultam do desenvolvimento do receptáculo floral que acumula açúcares e vitaminas, e amadurece como um fruto verdadeiro. Os frutos verdadeiros, porém, são os minúsculos caroços pretos, dispostos ao redor da polpa, denominados aquênios (NITSCH, 1950). Em um experimento clássico, o autor verificou que são os aquênios que controlam o crescimento do receptáculo durante o seu desenvolvimento e que, na natureza, não há o crescimento do morango sem que o óvulo contido no aquênio tenha sido fertilizado. A remoção total dos aquênios para completamente o crescimento da polpa do morango e a não fertilização ou remoção de alguns destes resulta em morangos com diferentes padrões de deformação. Flores completamente fertilizadas resultam em frutos bem formados, de bom tamanho e de maturação precoce, sendo o seu peso aproximadamente proporcional ao número de óvulos fecundados (NITSCH, 1950; CHAGNON et al., 1989).

Deve-se considerar que as cultivares comerciais produzem flores com diferentes potenciais de frutificação, ou seja, elas produzem flores com diferentes quantidades de óvulos que, ao serem fertilizados, resultam em frutos de tamanhos variados. Assim, as flores com potencial para originar os maiores frutos, possuem um maior número de óvulos (entre 450 e 800 óvulos) e apresentam, geralmente, uma dependência maior das abelhas para serem completamente polinizadas. O acréscimo na produção de frutos, promovido pela polinização por abelhas, deve ser atribuído principalmente à polinização dessas flores, pois são os frutos maiores que, geralmente, apresentam deformações (ZEBROWSKA, 1998).

Com o objetivo de avaliar o grau de dependência das cultivares da polinização por abelhas e os benefícios do manejo de colmeias racionais de abelhas sem ferrão na produção de morangos, foram realizados estudos sobre a biologia reprodutiva das cultivares e sobre a contribuição das abelhas na formação dos frutos (MALAGODI-BRAGA, 2002; MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004; MALAGODI-BRAGA; MATHIAS, 2007; MALAGODI-BRAGA; CALEGARIO, 2008).

Material e Métodos

Em 2000 e 2001, em um campo com sistema convencional de produção, no Município de Atibaia, SP, as cultivares Oso Grande (OS) e Sweet Charlie (SC) receberam dois tratamentos: polinização natural sem incremento na comunidade local de abelhas (PN) e autopolinização espontânea (AE). Além desses tratamentos, no ano de 2000, a cultivar OS também recebeu o tratamento de polinização dirigida utilizando-se somente a abelha jataí (PJ) em estufa plástica (200 m²) e, no ano de 2001, ambas as cultivares receberam o tratamento de polinização pelo vento no campo (AEV). No tratamento de autopolinização espontânea, em 2000 e 2001 foram ensacados, respectivamente, 25 e 52 botões florais com papel de chá para impedir a visita dos insetos e obter o efeito da autopolinização provocada pela queda do pólen por ação da gravidade; no tratamento da polinização pelo vento, foram ensacadas 48 botões florais com tule para se obter, além do efeito citado acima, o efeito da autopolinização provocada pelo transporte do pólen pelo vento; e na polinização natural, em 2000 e 2001 foram expostas, respectivamente, 35 e 50 flores à visita espontânea para se obter, além dos dois efeitos já citados, o efeito da autopolinização e polinização cruzada realizada pelos insetos presentes no local. Somente flores e botões florais primários foram utilizados nos tratamentos por produzirem os frutos de maior porte que, em geral, dependem mais da polinização por abelhas para um desenvolvimento adequado.

No tratamento de polinização por jataí em estufa (PJ), as flores primárias foram expostas à livre visita por esta abelha sem o registro ou controle do número de visitas. Na polinização pelo vento, a emasculação das flores não foi utilizada porque, no morangueiro, o vento não transporta o pólen entre as flores de diferentes plantas, como o faz em plantas anemófilas (GOODMAN; OLDROYD, 1988; ZEBROWSKA, 1998). Os resultados dos tratamentos foram avaliados por meio da determinação do peso fresco dos frutos colhidos e da classificação desses frutos, quanto à forma: bem formados ou deformados. Também foi registrada a região do fruto onde

ocorria a deformação: base, lateral e ponta. Para estabelecer a efetividade de cada tratamento, determinou-se a taxa de fecundação de cada fruto por meio da contagem dos aquênios fecundados e não fecundados, utilizando-se o método de Thompson (1971), com modificações. Os dados obtidos para cada variável estudada - número de aquênios, taxa de fecundação, peso fresco e classificação dos frutos quanto à forma - foram analisados estatisticamente por meio de comparações: 1) entre as cultivares e os sistemas de cultivo em um mesmo tratamento; 2) entre os tratamentos em uma mesma cultivar e, 3) entre os 2 anos de estudo (2000 e 2001).

Para a análise estatística, foram utilizados testes não-paramétricos, Mann-Whitney (Z), Kruskal-Wallis (H) e o teste a *posteriori* de Dunn (Q). Todos esses testes foram realizados com 1 a igual a 0,05.

No ano de 2007, em um campo com sistema orgânico de produção, no Município de Jarinu, SP, foram conduzidos três tratamentos de polinização na cultivar Aleluia (AL), repetindo-se, para os dois primeiros, os mesmos procedimentos utilizados em Atibaia em 2000 e 2001: autopolinização espontânea (AE), polinização natural sem incremento na comunidade local de abelhas (PN) e com incremento, utilizando-se duas colmeias de jataí (PNJ). Os dois ninhos de jataí foram instalados, após o início da florada, na região central do campo de cultivo, com uma distância superior a 2 m entre eles e a cerca de 60 cm do solo. Foram etiquetados mais de 40 botões florais para os tratamentos com e sem incremento na polinização e dez foram ensacados para verificar o grau de autopolinização espontânea (AE) nestas flores. Os frutos primários resultantes das flores etiquetadas e ensacadas foram colhidos, pesados e classificados quanto à sua forma: mal formado e bem formado. Para a análise estatística foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (Z), com um a igual a 0,05.

Em 2008, na Unidade Demonstrativa da Produção Integrada de Morango, localizada em Atibaia, SP foram realizados três tratamentos nas cultivares Oso Grande (OS) e Camarosa (CA) repetindo-se os mesmos procedimentos utilizados anteriormente: autopolinização espontânea (AE), autopolinização pelo vento (AEV) e polinização natural sem incremento na comunidade local de abelhas (PN). Procurou-se utilizar cerca de 20 botões florais primários para cada cultivar. Após a colheita, os frutos foram avaliados quanto à presença ou ausência de deformações e classificados quanto a forma (bem formado, deformado ou muito deformado). Com os dados obtidos determinou-se a porcentagem de cada tipo de fruto, em cada tratamento, para cada cultivar como forma de avaliar o grau de dependência dessas cultivares da polinização por abelhas.

Resultados e Discussão

De modo geral, as cultivares comerciais estudadas apresentaram variações na capacidade de autopolinização e, portanto, no grau de dependência das abelhas para a polinização. Nas flores grandes, em geral, verificou-se que os estigmas superiores encontram-se afastados das anteras o que dificulta a autopolinização, seja pela queda do pólen ou pelo transporte do mesmo pelo vento. Além disso, para as flores primárias das cultivares Sweet Charlie (SC) e Oso Grande (OS), sabe-se que os estigmas não amadurecem todos ao mesmo tempo: aqueles que se encontram na base da flor já estão maduros (receptivos ao pólen) logo após a antese enquanto os da ponta amadurecem somente 3 dias depois na cv. OS e 5 dias depois na cv. SC (MALAGODI-BRAGA, 2002). Assim, os estigmas superiores terão um menor tempo de exposição aos polinizadores que os demais, o que pode tornar a sua polinização mais difícil. Isso explica porque a maioria das deformações foi encontrada na ponta dos frutos grandes, como um resultado do acúmulo de óvulos não fertilizados nessa região da flor (Figura 1).



Fotos: Kátia S. Malagodi-Braga.

Figura 1. Morango com ponta deformada por causa do acúmulo de aquênios cujos óvulos não foram fertilizados.

Para as cultivares OS e SC estudadas em 2000 e 2001 verificou-se que mais de 70% dos frutos com deformações apresentaram taxas de fertilização (porcentagem de óvulos fertilizados em relação ao total de óvulos da flor) inferiores a 60%, revelando que, de modo geral, se a taxa de fertilização está abaixo desse valor (60%), ou próxima a ele, não se deve esperar uma boa formação dos frutos nestas cultivares (MALAGODI-BRAGA, 2002).

Os resultados obtidos no tratamento de autopolinização e de polinização pelo vento, quando comparados àqueles da polinização natural (Tabelas 1 e 2), e aqueles resultantes da análise estatística (MALAGODI-BRAGA, 2002) indicaram que as cultivares estudadas possuem uma grande dependência da polinização por abelhas para a completa formação de seus frutos. Como as duas cultivares foram plantadas lado a lado, sob as mesmas práticas culturais e expostas à mesma comunidade de polinizadores, o pior desempenho da cv. SC deve-se ao amadurecimento tardio de seus estigmas em relação a cv. OS. Na cv. SC, a ausência de diferença significativa para o peso e a classificação dos frutos entre os tratamentos de polinização pelo vento e a polinização natural (MALAGODI-BRAGA, 2002), e a elevada porcentagem de frutos deformados neste último neste último (Tabelas 1 e 2), apontaram para a necessidade de um incremento na polinização, ou seja, da instalação de colmeias racionais de abelhas, com o objetivo de aumentar o número de visitas em suas flores. Já as variações observadas para a mesma cultivar, de um ano para o outro (Tabelas 1 e 2), foram estatisticamente significativas para o número de óvulos fecundados e para o peso fresco, e podem ser atribuídas ao sistema de irrigação utilizado em 2000, aspersão, e ao clima deste ano que apresentou um inverno mais rigoroso.

Esses fatores devem ter contribuído para uma redução no número de visitas realizadas pelas abelhas, produzindo frutos com peso fresco inferior e uma porcentagem mais elevada de frutos deformados na polinização natural no ano de 2000 (Tabelas 1 e 2).

É interessante notar que o resultado da polinização dirigida na cv. OS, com uma única colmeia de jataí, foi superior ao obtido para polinização natural no campo: houve um aumento significativo no peso dos frutos e uma redução de quase 10% na porcentagem de frutos deformados (Tabela 1). Essa redução foi acompanhada de um pequeno aumento no número de óvulos fertilizados, em relação à polinização natural, indicando a importância das abelhas na distribuição mais homogênea do pólen entre os estigmas do morangueiro. Assim, não haverá regiões com um acúmulo de óvulos não fertilizados originando as deformações nos frutos. Portanto, a abelha jataí, apesar de seu pequeno porte (cerca de 4,5 mm), apresentou um comportamento adequado nas flores grandes da cv. OS e a população de abelhas de uma única colmeia mostrou-se suficiente para a polinização de cerca de 1.350 plantas de morangueiro sob estufa plástica.

Tabela 1. Resultados de experimentos de polinização realizados na cv. Oso Grande, em Atibaia, SP: média aritmética e desvio padrão (entre parênteses).

Ano	Tratamento	Nº de frutos	Nº de óvulos	Óvulos fertilizados (%)	Peso médio (g)	Frutos deformados (%)
200	Polinização com abelha Jataí (PJ)	48	620 (± 91)	84,6 (± 8,6)	36,4 (± 7,4)	2,1
	Polinização natural (PN)	35	554 (± 126)	80,3 (± 13,2)	25,9 (± 5,7)	11,8
	Autopolinização (AE)	25	469 (± 91)	46,2 (± 20,8)	18,2 (± 5,0)	86,5
201	Polinização natural (PN)	50	519 (± 82)	90,9 (± 6,0)	30,9 (± 7,5)	4,0
	Polinização pelo vento (AEV)	48	538 (± 85)	58,5 (± 17,7)	27,5 (± 5,1)	64,6
	Autopolinização (AE)	52	541 (± 80)	24,1 (± 16,0)	13,5 (± 6,1)	96,2

Tabela 2. Resultados de experimentos de polinização realizados na cv. Sweet Charlie, em Atibaia (SP): média aritmética e desvio padrão (entre parênteses).

Ano	Tratamento	Nº de frutos	Nº de óvulos	Óvulos fertilizados (%)	Peso médio (g)	Frutos deformados (%)
200	Polinização natural (PN)	32	642 (± 142)	54,4 (± 17,9)	22,8 (± 4,5)	63,3
	Autopolinização (AE)	16	510 (± 126)	44,7 (± 13,2)	20,1 (± 5,7)	81,2
201	Polinização natural (PN)	41	593 (± 78)	74,6 (± 9,6)	28,6 (± 5,3)	51,2
	Polinização pelo vento (AEV)	40	623 (± 104)	67,4 (± 13,6)	28,2 (± 5,5)	70,0
	Autopolinização (AE)	36	543 (± 105)	35,5 (± 18,8)	19,9 (± 5,6)	96,1

Nos experimentos realizados em 2007, em um campo com o sistema orgânico de cultivo, obteve-se para a cultivar Aleluia (AL) 100% de frutos deformados no tratamento de autopolinização espontânea ($n = 14$) indicando uma grande dependência desta cultivar da polinização por abelhas. No tratamento de polinização natural sem incremento na comunidade de abelhas (PN) obteve-se frutos primários com um peso médio bastante inferior ao obtido no tratamento com incremento utilizando-se a abelha jataí (PNJ) e uma porcentagem mais elevada de frutos deformados (Tabela 3). A diferença obtida para o peso fresco dos frutos nesses dois tratamentos foi estatisticamente significativa ($Z = -5,498$ $p = 0,001$).

Como a formação adequada do fruto está diretamente relacionada à fertilização da maioria dos óvulos, e são esses óvulos fertilizados que estimulam o crescimento da polpa do morango, o PNJ também resultou em um aumento significativo no peso fresco dos frutos primários.

Tabela 3. Resultados obtidos em 2007, para os frutos primários da cultivar Aleluia, colhidos em campo de produção orgânica de morango, no Município de Jarinu, SP com e sem introdução de abelhas para incremento na polinização: média aritmética e desvio padrão (entre parênteses).

Tratamento	Nº de flores (n)	Peso fresco (g)	Frutos deformados (%)
Polinização natural sem incremento na comunidade de abelhas (PN)	47	21,1 ($\pm 6,2$)	53,2
Polinização natural com incremento na comunidade de abelhas (PNJ)	41	34,5 ($\pm 10,9$)	29,2

Ainda, considerando-se apenas os morangos bem formados nos tratamentos de polinização natural sem e com incremento na comunidade de abelhas (Tabela 4), verificou-se que, o peso médio dos frutos no primeiro (PN) foi bastante inferior ao segundo (PNJ) e essa diferença foi significativa estatisticamente ($Z = -4,643$ $p = 0,001$). É interessante notar que, com o aumento no número de visitas das abelhas promovido pelo incremento na polinização com jataí, houve também um ganho acentuado e significativo no peso de frutos bem formados. Segundo, Chagnon et al. (1989), um maior número de visitas resulta na fecundação de quase todos os óvulos, produzindo frutos maiores, levando-os a atingir seu potencial de desenvolvimento.

Quanto à formação dos frutos dessa cultivar, obteve-se uma diferença significativa na classificação dos frutos quanto à forma ($Z = -2,584$ $p = 0,010$), entre os dois tratamentos (Tabela 3). A elevada porcentagem de frutos deformados obtida na PN mostrou que a população natural de abelhas no local não foi adequada às necessidades de polinização da cv. AL. Após o aumento no número de polinizadores, proporcionado pela instalação de dois ninhos de jataí no local, obteve-se uma redução significativa na porcentagem de morangos mal formados para o cv. AL. Contudo, a porcentagem ainda elevada de frutos deformados na PNJ (Tabela 3) aponta para a necessidade de instalação de um maior número de colmeias de jataí.

Tabela 4. Resultados obtidos em 2007, para os frutos bem formados da cultivar Aleluia, em campo de produção orgânica, no Município de Jarinu, SP com e sem a introdução de abelhas para incremento da polinização: média aritmética e desvio padrão (entre parênteses).

Tratamento	Nº de frutos (n)	Peso fresco (g)
Polinização natural sem incremento na comunidade de abelhas (PN)	22	21,8 (\pm 4,9)
Polinização natural com incremento na comunidade de abelhas (PNJ)	29	37,1 (\pm 10,0)

Para os resultados obtidos em 2008 (MALAGODI-BRAGA; CALEGARIO, 2008), em campo de produção integrada de morango, verificou-se que tanto para a cv. OS quanto para CA a autopolinização espontânea resultou em 100% de frutos muito deformados (Tabela 5). Esses morangos não puderam ser comercializados porque não apresentaram praticamente nenhuma polpa. Já os resultados obtidos na polinização pelo vento, em ambas as cultivares, revelaram que o vento contribuiu com a elevação da taxa de autopolinização e, assim, para uma diminuição nas deformações graves dos frutos (Tabela 5), com redução nas perdas. Já os resultados da polinização natural, revelaram a enorme contribuição das abelhas na polinização e formação adequada dos morangos nessas duas cultivares (Tabelas 5 e 6). Eles também apontam para a necessidade de uma

melhoria neste processo, visando uma produção que alcance ou se aproxime mais dos 100% de frutos bem formados, o que é economicamente desejável.

Tabela 5. Porcentagem (%) de morangos bem e mal formados da cultivar Oso Grande, em diferentes tratamentos de polinização, em uma área de produção integrada no Município de Atibaia, SP, no ano de 2008.

Tratamento	Nº de frutos (n)	Frutos bem formados (%)	Frutos deformados (%)	Fresco muito deformados (%)
Autopolinização espontânea (AE)	15	0	0	100
Polinização pelo vento (AEV)	11	9,1	54,5	36,4
Polinização natural sem incremento na comunidade de abelhas (PN)	23	78,2	21,7	0

Tabela 6. Porcentagem de morangos bem e mal formados da cultivar Camarosa, em diferentes tratamentos de polinização, em uma área de produção integrada no Município de Atibaia, SP, no ano de 2008.

Tratamento	Nº de frutos (n)	Frutos bem formados (%)	Frutos deformados (%)	Fresco muito deformados (%)
Autopolinização espontânea (AE)	13	0	0	100
Polinização pelo vento (AEV)	14	21,4	28,6	50,0
Polinização natural sem incremento na comunidade de abelhas (PN)	20	95,0	5,0	0

Considerações finais

As cultivares de morangueiro estudadas apresentaram uma elevada dependência das abelhas para a polinização. As lavouras, sob quaisquer sistemas de produção (convencional, orgânico ou produção integrada) e cultivo (campo ou estufa), apresentaram polinização inadequada. Para melhora na polinização, tanto no campo quanto na estufa, a introdução de ninhos de abelha jataí revelou-se uma excelente solução. Essas abelhas, por não apresentarem ferrão, não oferecem qualquer perigo aos seres humanos e devem ser instaladas dentro da área de plantio, sobre os canteiros, após o início da florada. Também é preciso considerar que o manejo de espécies nativas de abelhas para a polinização do morangueiro, como a jataí, pode ser um diferencial para o mercado nacional e internacional, agregando um maior valor a esse produto. Contudo, o manejo de abelhas em áreas de cultivo agrícola exige certos cuidados e conhecimentos técnicos tanto para a instalação e manutenção dos ninhos quanto para o acompanhamento da polinização na cultura em questão.

O produtor deve sempre favorecer a visitação das abelhas em sua lavoura, conservando faixas de mata nas proximidades da área de cultivo e evitando a irrigação e a aplicação de defensivos químicos nos horários mais quentes do dia, quando as abelhas estão mais ativas. Diante do elevado investimento feito pelo produtor na cultura do morangueiro, é preciso estar atento ao processo de polinização.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de doutoramento; à Dra. Astrid de Matos Kleinert, pela orientação e sugestões; ao Dr. Mauricio da Cunha Mathias, pela parceria nos estudos realizados no ano de 2007; à Dra. Fagoni Fayer Calegario, da Embrapa Meio Ambiente, pelo apoio e parceria no estudo realizado em 2008 na Unidade Demonstrativa do Programa de Produção Integrada do Morangueiro (PIMo); ao Dr. Pérsio S. dos Santos, pelo auxílio na análise estatística dos dados e a todos os produtores que gentilmente cederam suas áreas de cultivo e muito colaboraram para a realização deste trabalho.

Referências

- CHAGNON, M.; GINGRAS, J.; OLIVEIRA, D. de Pollination rate of strawberries. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 82, p. 1350-1353, 1989.
- CRANE, E.; WALKER, P. **Pollination directory for world crops**. London: International Bee Research Association, 1984. 183 p.
- GOODMAN, R. D.; OLDROYD, B. P. Honeybee pollination of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duchesne). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, [Collingwood], v. 28, p. 435-438, 1988.
- MALAGODI-BRAGA, K. S. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango** (*Fragaria x ananassa* Duchesne – Rosaceae). 2002. 102 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. de M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator ingreenhouse? **Australian Journal of Agricultural Research**, [Collingwood], v. 55, p. 771-773, 2004.
- MALAGODI-BRAGA, K. S.; MATHIAS, M. A introdução de colônias de jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille) pode beneficiar a produção de morangos no campo? In: SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE A CULTURA DO MORANGUEIRO, 1., 2007, Pouso Alegre . **Resumos...** Pouso Alegre: [EPAMIG], 2007. 1 CD-ROM.
- MALAGODI-BRAGA, K. S.; CALEGARIO, F. F. Por que avaliar a polinização na produção integrada de morango? In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 10.; SEMINÁRIO SOBRE SISTEMA AGROPECUÁRIO DE PRODUÇÃO INTEGRADA, 2., 2008, Ouro Preto. **Produção integrada no Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 2008. 1 CD-ROM.
- NITSCH, J. P. Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 37, p. 211-215, 1950.
- THOMPSON, P. A. Environmental effects on pollination and receptacle development in strawberry. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 46, p. 1-12, 1971.
- ZEBROWSKA, J. Influence of pollination medes on yield components in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Plant Breeding**, Hoboken, v. 17, p. 255-260, 1998.

Polinização: Os Desafios de um Brasil Biodiverso Para o Uso dos Serviços Ambientais Prestados Pelas Abelhas

Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca¹

Resumo

A crise da polinização tem sido muito discutida, entretanto, uma questão-chave é se trata de um fenômeno global. Cientistas têm participado ativamente da discussão sobre o assunto e têm fornecido algumas respostas sobre as principais questões, baseados em meta-análises e em metodologias padronizadas para avaliações comparativas. A ênfase tem sido sobre o papel da polinização por animais na produção de alimentos para o homem, direta ou indiretamente. Desde que a Avaliação dos Ecossistemas do Milênio, produzida pela ONU, tem mostrado a importância dos serviços fornecidos pelas abelhas como polinizadoras, o assunto tem se tornado crítico localmente e globalmente importante. Discutimos aqui a situação brasileira, em relação ao uso e conservação das abelhas neste país biodiverso, assim como as dificuldades associadas com o seu uso racional na polinização agrícola.

Palavras-chave: Polinização, polinizadores, abelhas, paisagem agrícola, biodiversidade.

¹D.Sc. em Zoologia, Professora Titular Colaboradora no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, e-mail: vlifonse@ib.usp.br.

Pollination: The Challenges of a Biodiverse Brazil For The Use of Environmental Services Provided by Bees

Abstract

The pollination crisis is a current topic of discussion; however, a key question is if it is a global phenomenon. Scientists have participated actively in the discussion on this subject and have provided some answers for the main questions, based on meta-analysis and on standard methodologies for comparative evaluations. The emphasis has been on the role of pollination by animals in food production for humans, both directly and indirectly. Since that the Millennium Ecosystem Assessment, produced by the UN, has shown the importance of the services provided by bees as pollinators, the issue has become both locally critical and globally important. We discuss here the Brazilian situation concerning the sustainable use and conservation of bees in this biodiverse country, as well as the difficulties associated with their rational use as pollinators in crop pollination.

Keywords: Pollination, pollinators, bees, agricultural landscape, biodiversity.

A polinização e os polinizadores

A polinização executada por animais contribui com a reprodução sexual de mais de 90% das espécies modernas de Angiospermas, estimadas em cerca de 250.000 (KEARNS et al., 1998). Na agricultura, a polinização também é muito necessária (McGREGOR, 1976). A polinização biótica também melhora a qualidade e/ou quantidade de frutos e sementes em cerca de 70% das 1.330 culturas tropicais (ROUBIK, 1995), e 85% em cerca de 264 culturas agrícolas cultivadas na Europa (WILLIAMS, 1994). Há muitos polinizadores, mas as abelhas estão entre os mais importantes na agricultura, principalmente porque têm sido manejadas para esta finalidade, além de serem especializadas para muitos tipos de flores e com muitas espécies no mundo todo (cerca de 20.000 espécies descritas (INTEGRATED..., 2009).

No hemisfério norte, na década de 1990, muitas colônias de abelhas *Apis mellifera* ficaram doentes. O ataque de parasitas, em especial do ácaro *Varroa destructor*, diminuía a vida das operárias, que morriam mais cedo e praticamente não trabalhavam nas flores. Assim, o serviço que elas prestavam polinizando as flores enquanto coletavam alimento não era realizado de acordo com a demanda. Tanto nos Estados Unidos como na Europa, as abelhas de mel (*Apis mellifera*) são os polinizadores mais utilizados, e têm grande importância econômica. O declínio das colônias de *Apis mellifera* fez com que a demanda pela criação em escala de outros polinizadores aumentasse. As candidatas principais como polinizadores substitutos foram as abelhas solitárias *Megachile* e *Osmia* (BOSCH; KEMP, 2002), as abelhas *Bombus terrestris* e outras espécies de *Bombus* (VELTHUIS; DOORN, 2006), além das abelhas sem ferrão - Meliponini (SLAA et al., 2006). Outros gêneros de importância no Brasil são, por exemplo, *Xylocopa* e *Centris*.

A publicação *The Forgotten Pollinators* (BUCHMANN; NABHAN, 1997) foi um marco de divulgação sobre a importância do uso sustentado de outros polinizadores menos conhecidos. Mas o grande passo para o uso de polinizadores para a agricultura foi a criação em larga escala de *Bombus terrestris*, iniciada na Bélgica e na Holanda, no início da década de 1990. A partir do conhecimento científico de como quebrar a hibernação das rainhas de *Bombus*, foi possível criar colônias durante o ano todo. As empresas de criação em larga escala necessitaram de informações específicas sobre fontes

alimentares mais eficientes, assim como da biologia das populações de *Bombus*, o que foi feito através de colaboração científica com universidades. A escala do uso destas abelhas para agricultura atingiu a cifra de 1 milhão por ano em 2005, tornando-se uma indústria bilionária. No caso da polinização em estufas de tomate, por exemplo, não há dúvida de que os polinizadores são muito eficientes e aumentam o rendimento dos agricultores, pois os frutos obtidos são todos de qualidade superior (VELTHUIS; DOORN, 2006).

A campanha para minimizar os efeitos do declínio de polinizadores teve ações locais (em vários países do mundo cientistas escreveram artigos evidenciando o declínio dos polinizadores, reuniram-se em simpósios e participaram de atividades de divulgação científica sobre a importância e o declínio de polinizadores na segurança alimentar), ações globais (a inclusão do tema como prioridade no tópico diversidade agrícola da Convenção da Diversidade Biológica e aprovação da Iniciativa Internacional dos Polinizadores, na COP5, em 2000) e ações políticas regionais (o documento *Status of Pollinators in North America*, por exemplo (<http://www.nap.edu/catalog/11761.html>)). A Iniciativa Internacional dos Polinizadores trouxe um formato de atuação global para atenuar o declínio de polinizadores, para ser reavaliado em 2010.

Entretanto, o declínio global de polinizadores não era um consenso. Gazhoul (2005) questionou a abrangência da crise dos polinizadores, atribuída por ele ao declínio de *Apis mellifera* nas regiões temperadas; também questionou a importância dos polinizadores em relação à alimentação humana. Concordou com a premissa de que o declínio dos polinizadores estaria ligado às degradações da paisagem. Este artigo teve uma enorme repercussão e a polêmica gerada trouxe um avanço para o esclarecimento da importância dos serviços ambientais prestados pelos polinizadores (STEFFAN-DEWENTER et al., 2005), como serão comentadas a seguir.

Biesmeijer et al. (2006), publicaram na revista *Science*, em julho daquele ano, uma pesquisa que demonstrou pela primeira vez a ligação entre o declínio das abelhas polinizadoras na Grã Bretanha e na Holanda e a alteração da abundância relativa das plantas polinizadas por estas abelhas e por moscas. O trabalho mereceu a capa no mencionado periódico e teve uma excelente repercussão.

Paralelamente, dois grupos internacionais de pesquisadores, um do ALARM (da Iniciativa Europeia de Polinizadores) e outro do *National Research Council of the National Academies* (EUA), discutiram a questão. Duas revisões importantes foram em seguida apresentadas: a que trata dos serviços ambientais, abordando tanto o papel dos polinizadores de culturas como os de áreas naturais (KREMEN et al., 2007) e a que revê a importância da polinização das plantas que servem de alimento para o homem, em cultivos de importância global (KLEIN et al., 2007).

Kremen et al. (2007) reviram o tema polinizadores, usos, relações com a paisagem e do manejo dos agentes de serviços que são móveis (MABES), como os polinizadores, os dispersores de sementes, entre outros. Abordaram, também, os diferentes métodos apresentados na literatura sobre a avaliação econômica do serviço prestado por estes polinizadores. Desenvolveram, ainda, um modelo conceitual explorando como tais agentes móveis (MABES) são afetados pelo uso da terra, e então generalizaram o modelo para outros MABES, além de discutir como as interações e relações entre políticas afetam o uso da terra, as forças de mercado e a biologia dos organismos envolvidos.

Klein et al. (2007) utilizaram dados sobre as culturas mais exportadas de 200 países (FAO) e concluíram que frutas, vegetais e produção de sementes de 87 das 115 culturas globais mais importantes dependem da polinização por animais, enquanto 28 não dependem. Entretanto, os autores também ressaltam que se considerarmos os volumes de produção destas culturas teremos outra perspectiva, uma vez que 60% da produção global de alimentos vêm de culturas que não dependem de polinização animal, 35% de culturas que dependem de polinizadores e 5% não foram avaliadas. Como a polinização pode ser realizada por fatores abióticos (vento, água) ou a planta pode se autopolinizar, os referidos autores concluíram ainda que os polinizadores são essenciais para 13 culturas, que a produção é altamente dependente de polinizadores em outras 30, moderadamente para 27, sem importância para sete e de importância desconhecida para as outras nove. Apresentaram, também, anexos a esta publicação, com os dados brutos utilizados na análise realizada.

Aizen et al. (2009) voltaram ao assunto analisando, nas tabelas fornecidas pela FAO (2007), o rendimento das culturas que dependem dos polinizadores e das que não dependem através da compilação de dados das 87 culturas avaliadas por Klein et al. (2007) entre os anos de 1961-2006. Consideraram os países desenvolvidos e os subdesenvolvidos, verificando a produção agrícola das plantas dependentes e as independentes de polinização, para ver se havia uma acentuada tendência de declínio de polinizadores. Durante os últimos 45 anos, houve um aumento líquido da área cultivada e um aumento de cultivos de plantas dependentes de polinizadores. Se a tendência continuar, haverá uma enorme demanda de polinizadores no futuro, em escala global (AIZEN; HARDER, 2009). Além disso, é preciso considerar que o aumento da agricultura se dá em áreas antes ocupadas por vegetação nativa (MORTON et al., 2006) ou em pastos, que também perderam polinizadores nativos. Atualmente, mais de 2/3 das áreas cultivadas do mundo estão em países subdesenvolvidos, que por sua vez têm uma agricultura 50% mais dependente de polinizadores do que as dos países desenvolvidos (AIZEN et al., 2009). A destruição ambiental e o manejo da paisagem não amigável aos polinizadores têm como consequência uma menor produtividade, que será compensada por meio de plantios em áreas maiores, impactando ainda mais a conservação dos polinizadores e das áreas naturais. Este limite entre agricultura e conservação é o maior desafio dos tempos modernos, porque os assuntos estão interligados e poucos compreendem isso.

A questão do efeito da paisagem no rendimento das culturas agrícolas que dependem de polinização foi revista por Ricketts et al. (2008), que compararam os resultados obtidos em 23 estudos, 16 culturas em cinco continentes. A síntese mostrou que a riqueza de espécies de polinizadores e a taxa de visitação nas flores diminuem exponencialmente à medida que aumenta a distância do ambiente natural. O efeito nas regiões tropicais foi mais forte do que o obtido nas regiões temperadas.

A importância econômica das abelhas como polinizadoras de plantas que servem como alimento para o homem foi demonstrada por Gallai et al. (2008), assim como a vulnerabilidade da produção de alimento ao declínio de polinizadores no mundo. O valor econômico anual total da polinização calculado por estes autores é cerca de €153 bilhões, que representam

9,5% do valor da produção agrícola mundial usada como alimentação humana em 2005. As verduras e frutas lideram as categorias de alimento que necessitam de insetos para polinização (€50 bilhões para cada um deles). Seguem as culturas oleaginosas, estimulantes, amêndoas e especiarias. Os autores citados estimaram também que, em média, o valor das culturas que não dependem da polinização por insetos é de €151 bilhões por ano, enquanto os que dependem da polinização é de €761 bilhões. Eles também calcularam um valor para a vulnerabilidade decorrente da perda de polinizadores para cada categoria de cultura nas escalas regionais e globais, e determinaram que há uma correlação positiva entre a taxa de vulnerabilidade para o declínio de polinizadores para cada categoria de cultivo e seu valor por unidade de produção. Estimaram que o declínio de polinizadores pode ter como consequência a redução da produção de frutas, verduras e estimulantes, como café, por exemplo; para números abaixo do necessário para o consumo atual se pensarmos em uma escala global. Segundo Gallai et al. (2008), para que esta situação possa ser considerada um cenário, é necessário que sejam introduzidas as respostas estratégicas dos mercados.

Os estudos mencionados são resultantes da mobilização de pesquisadores, governos e sociedade civil a partir do visível desaparecimento de polinizadores no hemisfério norte na década de 1990 no século passado. Desta mobilização, coordenada pelo Brasil, surgiu o documento Declaração de São Paulo sobre a Conservação e uso Sustentável de Polinizadores (DIAS et al., 1999), que foi aprovado na Convenção da Diversidade Biológica como um programa intitulado Iniciativa Internacional de Polinizadores (IPI). Esta IPI tem um plano de ação para ser desenvolvido em 10 anos. Os países e as várias regiões do mundo se organizaram para esta tarefa, entre eles o Brasil, com a formação da Iniciativa Brasileira.

A Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP) surgiu, então, pelas partes da sociedade civil interessadas na conservação e uso sustentado dos polinizadores, visando à manutenção dos serviços ambientais prestados por eles. O seu desenvolvimento segue as diretrizes traçadas pela IPI. É composta por lideranças da área acadêmica, por ONGs, pelo governo com conexões internacionais. A sua formação e consolidação seguiram o

desenvolvimento das iniciativas globais (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2006, 2007, 2009a, 2009b).

No Brasil, destacamos iniciativas de vários atores, como a atualização e organização do Catálogo de Abelhas Neotropicais (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 2009); a digitalização de coleções de polinizadores (http://splink.cria.org.br/centralized_search) compreendendo as seguintes coleções: Coleção de Abelhas da FFCLRP; coleção CEPANN (IBUSP); *Plebeia* - Coleção Entomológica de Polinizadores (UFPE); Coleção de Abelhas do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS; Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina - Coleção de Abelhas; Laboratório de Ecologia e Biogeografia de Insetos da Caatinga; Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure (Hymenoptera); Coleção Entomológica do Departamento de Sistemática e Ecologia da UFPB; Coleção Entomológica Moure & Costa (Bahia).

Internacionalmente, temos o projeto IABIN/Rede de Polinizadores, (*Inter American Biodiversity Information Network, Pollinator Thematic Network*, que constrói a infra-estrutura de informática inter-operável para os dados existentes nas Américas, com a coordenação no Brasil a cargo dos pesquisadores do Laboratório de Automação Agrícola da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, os parceiros tecnológicos na Iniciativa Brasileira de Polinizadores.

Os desafios de um país megadiverso para o uso dos serviços ambientais prestados pelas abelhas

São muitos os desafios que enfrentaremos para uma situação amigável aos polinizadores na agricultura no Brasil. Mencionaremos alguns deles:

- Inserir o tema 'polinizadores' na grade curricular dos cursos de Agronomia e na agenda dos Institutos de Pesquisas Agrícolas.
- Divulgar e aprofundar os estudos para ampliar o conhecimento sobre o valor econômico do uso de polinizadores no aumento do rendimento de culturas agrícolas.

- Incentivar o uso criterioso de pesticidas e cuidados para a proteção dos polinizadores no momento em que são utilizados.
- Atuar na disseminação do manejo da paisagem agrícola amigável aos polinizadores.
- Incentivar as coleções biológicas regionais de polinizadores, assim como os métodos de reconhecimento das espécies conhecidas por meio de DNA *barcode* e da morfometria geométrica.
- Desenvolver técnicas de criação de polinizadores e técnicas de manejo para sua utilização na agricultura.
- Construir cenários futuros para a utilização de polinizadores na agricultura, considerando-se a distribuição de espécies e as mudanças climáticas.
- Promover a capacitação sobre o uso sustentado e conservação de polinizadores em todos os níveis.

Referências

- AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long term trends in crop production. **Annals of Botany**, [Oxford], v. 103, p. 1579-1588, 2009.
- AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, [London], v. 19, p. 915-918, 2009.
- BIESMEIJER, J. C.; ROBERTS, S. P. M.; REEMER, M.; OHLEMULLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A. P.; POTTS, S. G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J.; KUNI, W. E. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, [New York], v. 313, p. 351-354, 2006.
- BOSCH, J.; KEMP, W. P. Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hym., Megachilidae) and fruit trees. **Bulletin of Entomological Research**, [Cambridge], v. 92, p. 3-16, 2002.
- BUCHMANN, S. L.; NABHAN, G. P. **The forgotten pollinators**. Washington D. C.: Island Press, 1997.
- DIAS, B. F. S.; RAW, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **International Pollinators Initiative: The São Paulo Declaration on Pollinators**. Brasília, DF: Ministry of Development, 1999. Disponível em: <<http://www.biodiv.org/doc/ref/agr.pollinator.rpt.pdf>>. Acesso em 20 mar. 2009.

FAO. FAOSTAT: productions crops. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/408/default.aspx>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. Economic variation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, [Leuven], n. 68, p. 810-821, 2008.

GHAZOUL, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. **Trends in Ecology and Evolution**, Leuven, v. 20, p. 367-373, 2005.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; JONG, D. de; SARAIVA, A. M. **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting the best practices**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006. 114 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; GONÇALVES, L. S. A Iniciativa Brasileira de Polinizadores e os avanços atuais para a compreensão dos serviços ambientais prestados pelos polinizadores. **Biosciences Journal**, [Austin], v. 23, p. 100-106, 2007.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M.; LANDEIRO, M. C. P. P.; DIAS, B. F. S. Brazilian Pollinators Initiative: timeline. In: SSYMANK, A.; HAMM, A.; VISCHER-LEOPOLD, M. (Ed.). **Caring of Pollinators. Safeguarding agro-biodiversity and wild plant diversity**, Bonn: Bundesamt für Naturschutz, 2009a. p. 72-77.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; GONÇALVES, L. S.; JONG, D. de; ALVES, D. A.; MENEZES, C.; FRANCOY, T. M. Brazilian Pollinators Initiative: Biodiversity and Sustainable Use of Pollinators. In Ssymank, A.; HAMM, A.; VISCHER-LEOPOLD, M. (Ed.). **Caring of Pollinators. Safeguarding agro-biodiversity and wild plant diversity**. Bonn: Bundesamt für Naturschutz, 2009b. p. 64-71.

INTEGRATED Taxonomic Information System. Disponível em: <<http://www.itis.gov/>>. Acesso em: 25 mar. 2009.

KEARNS C. A.; INOUE, D. W.; WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 29, p. 83-112, 1998.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the of the Royal Society B – Biological Science**, London, v. 274, p. 303-313, 2007.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M.; GEMMILL-HERREN, B. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, Hoboken, v. 10, p. 299-314, 2007.

MORTON, D. C.; MORTON, D. C.; DEFRIES, R. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ARAI, E.; ESPIRITO-SANTO, F. del B.; FREITAS, R.; MORISETTE, J. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the Southern Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy Sciences**, [Washington D.C.], v. 103, n. 39, p. 14637-14641, 2006.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Handbook: USDA, 1976. v. 496.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I; CUNNINGHAM, S.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, Hoboken, v. 11, p. 499-515, 2008.

ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Rome: FAO, 1995. (FAO. Agricultural Services Bulletin, 118).

SLAA, J.E. CHAVES, L. A. S.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; HOFSTEDE, F. E. Stingless bees in applied pollination: practices and perspectives. **Apidologie**, Les Ulis, v. 37, p. 293-315, 2006.

STEFFAN-DEWENTER, I.; POTTS, S. G.; PACKER, L. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. **Trends in Ecology and Evolution**, Leuven, v. 20, p. 652-653, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Catálogo de abelhas Moure**. Disponível em: <<http://moure.cria.org.br/>>. Acesso em: 25 maio 2009.

VELTHUIS, H. H. W.; DOORN, A. van. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. **Apidologie**, Les Ulis, v. 37, p. 421-451, 2006.

WILLIAMS, I. H. The dependence of crop production within the European Union on pollination by honeybees. **Agricultural Zoology Review**, Bangalore, v. 6, p. 229-257, 1994.

Plantas da Caatinga Ameaçadas de Extinção e Sua Associação Com Polinizadores

Lúcia Helena Piedade Kiill¹

Resumo

Como consequência da degradação ambiental, muito já se perdeu em biodiversidade da Caatinga. Acredita-se que há ao menos 19 espécies ameaçadas, das quais 18 são consideradas vulneráveis e uma em perigo de extinção. Neste trabalho, foram estudadas quatro árvores: aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva*), baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), quixabeira (*Sideroxylon obtusifolia*) e umburana de cheiro (*Amburana cearensis*). As razões para esta escolha foram: elas figuram entre as espécies consideradas como vulneráveis ou em perigo de extinção, são frequentes na área de estudo e possuem grande importância ecológica na Caatinga. Além de seu papel biológico na comunidade vegetal, estas espécies associam-se à fauna local, onde suas folhas, flores e frutos servem de alimento para répteis, aves, mamíferos e insetos. Com o objetivo de compreender melhor a interação flora x fauna da Caatinga, as mencionadas espécies foram estudadas na Reserva Legal do Projeto Salitre, em Juazeiro, BA, para obter informações sobre a ecologia da polinização e subsídios para elaboração do plano de manejo e conservação das mesmas. Entre os visitantes florais das quatro espécies estudadas, as abelhas, dípteros e mariposas desempenham relevante papel no processo de polinização. As abelhas sem ferrão foram consideradas como principais polinizadores para a aroeira do sertão e baraúna, os dípteros para a quixabeira e as mariposas e as abelhas sem ferrão para a umburana de cheiro. De modo geral, verificou-se que há uma complexidade nas relações ecológicas entre flora/fauna e é fundamental observar os diversos fatores que podem afetar o ciclo reprodutivo das espécies associadas. Estas abelhas podem atuar como polinizadores de outras plantas da Caatinga.

¹Bióloga, D.Sc. em Botânica, pesquisadora da Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona Rural, Petrolina, PE, CP. 23, CEP 56.302-970, e-mail: kiill@cpatsa.embrapa.br.

Assim, a diminuição da sua população ou seu desaparecimento podem levar a alteração nos serviços de polinização e, conseqüentemente, levar a extinção de outras plantas, que por sua vez estariam associadas a outras espécies vegetais e animais. Isto poderia ter conseqüências drásticas, pois afetaria todo o Bioma Caatinga.

Palavras-chave: Aroeira do sertão, baraúna, quixabeira, umburana de cheiro, Caatinga.

Plants of The Caatinga Threatened of Extinction And Their Association With Pollinators

Abstract

As a consequence of the environmental degradation and of the lack of preservation a lot of Caatinga biodiversity was already lost. It is believed that at least 19 species are threatened from which 18 are considerable as vulnerable and one is in risk of extinction. In this work four trees were studied: the aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva*), the baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), the quixabeira (*Sideroxylon obtusifolia*) and the umburana de cheiro (*Amburana cearensis*). The reasons for this choice were: they are between species considered as vulnerable or in risk of extinction, are frequent in the study area and have great ecological importance in the Caatinga. Besides their biological role in the vegetal community vegetal, these species are associated to the local fauna, where their leaves, flowers and fruits serve as food to reptiles, birds, mammals and insects. With the objective of understanding better the interaction flora x fauna of Caatinga, the mentioned species were studied at the 'Reserva Legal do Projeto Salitre', in Juazeiro, BA, in order to obtain information about the pollination ecology and data to elaborate their management and conservation plan. Among the floral visitants of the four studied species, the bees performed an important role in the pollination process. The stingless bees were main pollinators for the aroeira do sertão and baraúna, the Diptera for the quixabeira, and moths and stingless bees for the umburana de cheiro. In general, it was verified that there is a complexity of the ecological relations between flora/fauna and that is fundamental to observe the diverse factors that can affect the reproductive cycle of the associated species. These bees can act as pollinators of other plants of the Caatinga. Thus, the decrease in their population or their disappearing may lead to an alteration of the pollination services and, consequently lead to the extinction of other plants that, on their turn, would be associated to other vegetal and animals species. This could have drastic consequences since would affect the whole Biome of Caatinga.

Keywords: Aroeira do sertão, baraúna, quixabeira, umburana de cheiro, Caatinga.

Introdução

Das formações vegetais, considera-se a Caatinga como um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades humanas, mas não há levantamentos sistemáticos sobre a evolução de sua cobertura vegetal ao longo do tempo (CAPOBIANCO, 2002). De acordo com Casteletti et al. (2004), 45,3% da área total do bioma está alterada, fato que o coloca como o terceiro bioma brasileiro mais modificado pelo homem, sendo ultrapassado apenas pela Mata Atlântica e o Cerrado.

Apesar de sua importância biológica e das ameaças à sua integridade, somente 3,56% da Caatinga estão protegidos como Unidades de Conservação federais, sendo apenas 0,87% em unidades de uso indireto, como parques nacionais, reservas biológicas e estações (THE NATURE CONSERVANCY DO BRASIL & ASSOCIAÇÃO CAATINGA, 2000).

Como consequência da degradação ambiental muito já se perdeu em biodiversidade da Caatinga. A Biodiversitas (2001) cita, para esta formação vegetal, 19 espécies ameaçadas, das quais 18 são consideradas vulneráveis e uma em perigo de extinção. A legislação brasileira, por meio das portarias do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) nº 83, de 26 de setembro de 1991, e nº 37-N, de 3 de abril de 1992, lista várias espécies da flora e fauna da Caatinga. Segundo a *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*, várias espécies brasileiras encontram-se na lista vermelha das espécies ameaçadas, entre elas a aroeira do sertão e a umburana de cheiro (HILTON-TAYLOR, 2000).

No presente estudo, a aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva*) e a baraúma (*Schinopsis brasiliensis* - Anacardiaceae), a quixabeira (*Sideroxylon obtusifolia* - Sapotaceae) e a umburana de cheiro (*Amburana cearensis* – Leguminosae) foram escolhidas por figurarem entre as espécies consideradas vulneráveis ou em perigo de extinção, por serem frequentes na área e por sua importância ecológica na Caatinga. Além de seu papel biológico na comunidade vegetal, estas espécies associam-se à fauna local, onde suas folhas, flores e frutos servem de alimento para répteis, aves, mamíferos e insetos. Suas florações, principalmente na estação seca, abastecem as colmeias das abelhas nativas e exóticas,

nesta época em que as fontes alimentares são escassas. A resina da baraúna é uma importante fonte de sais minerais para a fauna, principalmente pequenos primatas. Além de fonte alimentar, estas árvores funcionam como abrigo para uma diversidade de animais e suporte para os ninhos de muitas aves.

Em face das diversas utilidades (madeira, energética, medicinal, frutífera e artesanal) e do extrativismo a que essas espécies são submetidas, sem nenhuma reposição, a existência natural das mesmas vem sendo comprometida. Diante deste quadro, estudos voltados para a ecologia reprodutiva e manejo destas espécies são essenciais para a elaboração de formas de uso racional das mesmas.

Visitantes florais na Reserva Legal do Projeto Salitre

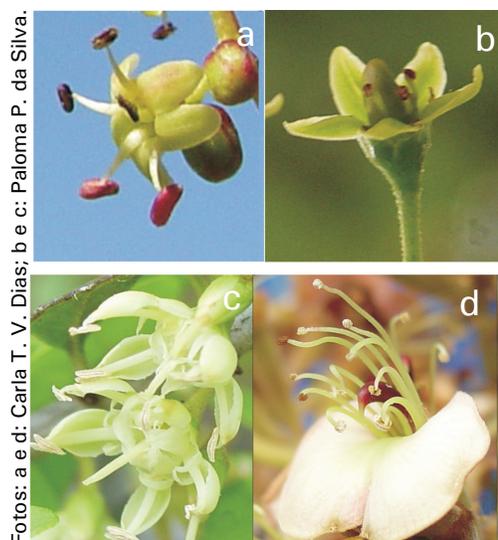
Com o objetivo de compreender melhor a interação flora x fauna da Caatinga, estudos foram feitos na Reserva Legal do Projeto Salitre, em Juazeiro, BA, buscando reunir informações sobre a ecologia da polinização e subsídios para elaboração do plano de manejo e conservação da aroeira do sertão, baraúna, quixabeira e umburana de cheiro.

Os resultados obtidos mostraram que as anacardiáceas são plantas dioicas, com dimorfismo sexual, sendo que as plantas masculinas apresentam inflorescências mais densas e mais ramificadas, podendo apresentar quantidade de botões de quatro a dez vezes maior do que as femininas. Já a quixabeira e a umburana de cheiro são plantas monoicas, com flores hermafroditas, também reunidas em inflorescências.

Quanto à fenologia, verificou-se que, de modo geral, as quatro espécies florescem principalmente na estação seca, época em que a maioria das plantas da Caatinga não apresenta esta fenofase. Desta forma, essas espécies podem ser consideradas como importante fonte de pólen e néctar para a fauna local.

Quanto ao tamanho, as flores das quatro espécies (Figura 1) podem ser classificadas como pequenas e médias, de coloração clara, pouco vistosa. Porém, a apresentação das flores reunidas em inflorescências, com

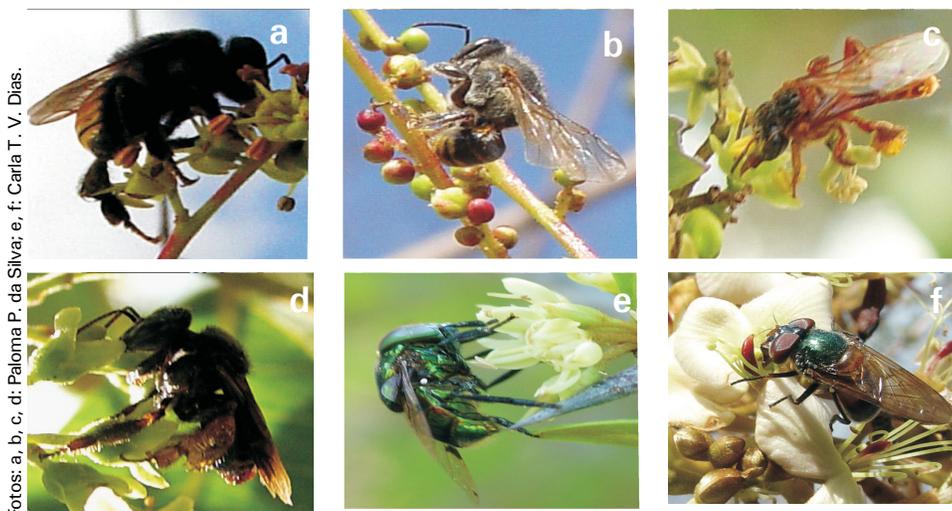
número variado de botões e abertura de várias flores por dia, podem estar relacionadas com a atração visual dos visitantes florais a longa distância, aumentando a oferta de recursos florais disponíveis para o forrageamento. Segundo Machado e Lopes (2003), espécies com flores pequenas e médias são bem representadas na Caatinga, com 23,7% e 22,2%, entretanto, a maioria das espécies (54,1%) apresenta flores grandes a muito grandes. Segundo as autoras, flores com tubos curtos, do tipo disco, pincel e inconspícuas permitem acesso à recompensa floral a uma grande diversidade de polinizadores, geralmente pequenos insetos. Entretanto, quando essas flores são organizadas em densas inflorescências, permitem a visita de abelhas médio-grandes, como foi observado nas espécies aqui estudadas.



Fotos: a e d: Carla T. V. Dias; b e c: Paloma P. da Silva.

Figura 1: Detalhe das flores das espécies estudadas: a) flor masculina da aroeira do sertão; b) flor feminina da baraúna; c) flor da quixabeira, e d) flor da umburana de cheiro.

As flores se abrem nas primeiras horas da manhã 5h no caso da aroeira, da baraúna e da quixabeira e, no início da noite, por volta das 18h, no caso da umburana de cheiro. Ao longo do dia, as flores das quatro espécies são visitadas por abelhas, moscas, besouros, borboletas, mariposas e beija-flores, indicando a importância dessas espécies como fonte alimentar para a fauna local, principalmente para a entomofauna (Figura 2).



Fotos: a, b, c, d: Paloma P. da Silva; e, f: Carla T. V. Dias.

Figura 2: Visitantes florais das espécies estudadas: a) mandaia (*Melipona manducaia*) na flor masculina da aroeira; b) manduri (*Melipona asilvai*) na flor feminina da aroeira; c) abelha branca (*Frieseomelita doerdeleini*) em visita a flor masculina da baraúna; d) irapuá (*Trigona spinipes*) na flor feminina da baraúna; e) e f) dípteros em visita a flor da quixabeira e umburana de cheiro.

Registro de visitantes florais

As flores da aroeira do sertão foram visitadas por 15 espécies de insetos, entre himenópteros, dípteros e coleópteros, responsáveis por 93%; 5% e 2% dos totais de visitas, respectivamente. As abelhas irapuá (*Trigona spinipes*), manduri ou rajada (*Melipona asilvai*) e 'abelha europa' ou africanizada (*Apis mellifera*) se destacaram, como responsáveis por 68% do total de visitas. Já as flores da baraúna foram visitadas por 14 espécies de insetos, entre himenópteros e dípteros, responsáveis por 98,75% e 1,25% dos totais de visitas, respectivamente.

As abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), irapuá (*Trigona spinipes*) e abelha branca (*Frieseomelita doerdeleini*) se destacaram, sendo responsáveis por 60% do total de visitas. Desta forma, entre os visitantes florais da aroeira e da baraúna, as abelhas sem ferrão desempenham importante papel no processo de polinização em área de Caatinga. Fato semelhante foi registrado para outra anacardiácea ocorrente nesse ecossistema, onde meliponíneos, por apresentarem tamanho e comportamento compatível à morfologia floral, foram considerados polinizadores de *Spondias tuberosa* (BARRETO et al., 2006).

Assim, essas anacardiáceas apresentam atributos florais (flores pequenas, de coloração branca a creme, com simetria radial) que estariam associadas à síndrome de polinização por abelhas pequenas, semelhante ao observado por Frankie et al. (1983), em estudos de caracterização e organização de abelhas polinizadoras em florestas secas da Costa Rica.

Quanto às flores da quixabeira, estas foram visitadas por 17 espécies de insetos, entre himenópteros, dípteros e lepidópteros, responsáveis por 61%; 38,6% e 0,4% dos totais de visitas, respectivamente. Entre os himenópteros, as abelhas foram responsáveis por 91,86% do total de visitas para o grupo, destacando-se entre elas *Apis mellifera*, com 591 visitas registradas, que corresponde a 55,4% do total de visitas e a 90,78% das visitas realizadas pelas abelhas. Entre os dípteros, as moscas sp. 1 e sp. 2 foram responsáveis por 80,1% do total de visitas registrado para o grupo.

As flores da umburana de cheiro foram visitadas por 24 espécies de insetos. Nas observações noturnas, duas espécies de lepidópteros foram observadas, sendo responsáveis por 48,13% e 51,87% dos totais de visitas, respectivamente. Nas observações diurnas, foram registradas 22 espécies de insetos, entre himenópteros (n = 8), dípteros (n = 2), lepidópteros (n = 10) e coleópteros (n = 2), responsáveis por 76,05%; 1,40%; 21,96% e 0,40% dos totais de visitas, respectivamente. Entre os himenópteros, as abelhas se destacaram, sendo responsáveis por 96,59% do total de visitas registrado para os himenópteros e 77,2% do total de visitas registrados para os insetos. As abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* foram as mais frequentes, com 211 e 105 visitas registradas, que corresponde a 42,12% e 20,96% do total de visitas. Além dos insetos, foi observada a visita de beija-flores (*Chlorostilbon aureoventris*) às flores dessa leguminosa.

De modo geral, verificou-se que, entre os visitantes florais das quatro espécies estudadas, as abelhas desempenham importante papel no processo de polinização, concordando com o padrão descrito para a Caatinga. Para cada espécie, verificou-se que as abelhas sem ferrão foram consideradas como principais polinizadores da aroeira e baraúna, os dípteros para a quixabeira, e as mariposas e as abelhas sem ferrão para a umburana de cheiro.

Assim, as abelhas sem ferrão são importantes polinizadores nas regiões tropicais, porém sua conservação é preocupante, uma vez que a ação antrópica tem levado à fragmentação de habitats naturais, diminuindo não só a oferta de recursos alimentares como também de locais para nidificação desses himenópteros (KEARNS et al., 1998; MACHADO; LOPES, 2002; ZANELLA; MARTINS, 2003; NEVES; CASTRO, 2006).

A presença de *Apis mellifera* foi registrada nas flores das quatro espécies, embora esta abelha tenha sido considerada como potencial polinizador somente para a quixabeira e umburana de cheiro, tocando eventualmente as estruturas reprodutivas durante as visitas. Por ser tratar de uma abelha exótica, amplamente distribuída e geralmente abundante na Caatinga, este himenóptero pode estar interferindo das relações ecológicas planta/polinizador, deslocando as abelhas nativas de suas fontes de alimento.

Nas flores das espécies aqui estudadas foi registrada a presença abundante de pilhadores (borboletas, moscas e vespas) coletando néctar e pólen sem realizar os serviços de polinização, o que poderia influenciar negativamente no processo de polinização, principalmente das espécies que apresentam flores hermafroditas. De modo geral, registrou-se uma diversidade de insetos visitando as flores dessas quatro espécies, indicando que as mesmas são importante fonte alimentar para a entomofauna da Caatinga.

Além de fornecerem alimento para abelhas nativas, essas plantas também servem de abrigo para ninhos de pássaros e abelhas. Nos levantamentos feitos foram observadas 17 espécies, entre insetos, répteis e aves, em associação com as quatro espécies vegetais estudadas (Tabela 1), mostrando a diversidade de animais que utilizam essas árvores, principalmente como local de abrigo, reprodução e/ou nidificação.

Tabela 1. Principais representantes da fauna com seus respectivos nomes científicos, nomes vulgares e espécie da flora relacionada.

Nome Científico	Nome vulgar	M. urundeuva	S. brasiliensis	S. obtusifolium	A. cearensis
Insetos					
<i>Apis mellifera</i>	abelha melífera	X	X	X	X
<i>Trigona spinipes</i>	irapuá	X	X		
<i>Trigona sp.</i>	sanharol	X	X		
<i>Melipona mandacaia</i>	mandaçaia	X	X	X	
<i>Melipona asilvai</i>	manduri	X	X		
Vespidae	capa branca			X	
Termitidae	cupim	X	X	X	X
Homoptera	cochonilha				X
Lepidoptera sp. 1	mariposa		X		
Lepidoptera sp. 2	borboleta				X
Répteis					
<i>Pseudoboa nigra</i>	cobra-preta	X			
Aves					
<i>Molothrus badius</i>	casaca de couro	X	X		X
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	X	X		
<i>Dryocopus lineatus</i>	pica-pau real	X	X		X
<i>Paroaria dominicana</i>	cabeça vermelha	X	X		
<i>Polioptila plumbea</i>	sibitu azul	X			
<i>Troglodytes aedon</i>	rouxinol	X	X		

Quanto às abelhas, foram registradas a presença de ninhos de abelhas melíferas, irapuá, sanharol, mandaçaia e manduri, indicando que os ocos dos troncos dessas plantas servem de abrigo e ninho para as abelhas nativas (Figura 3).

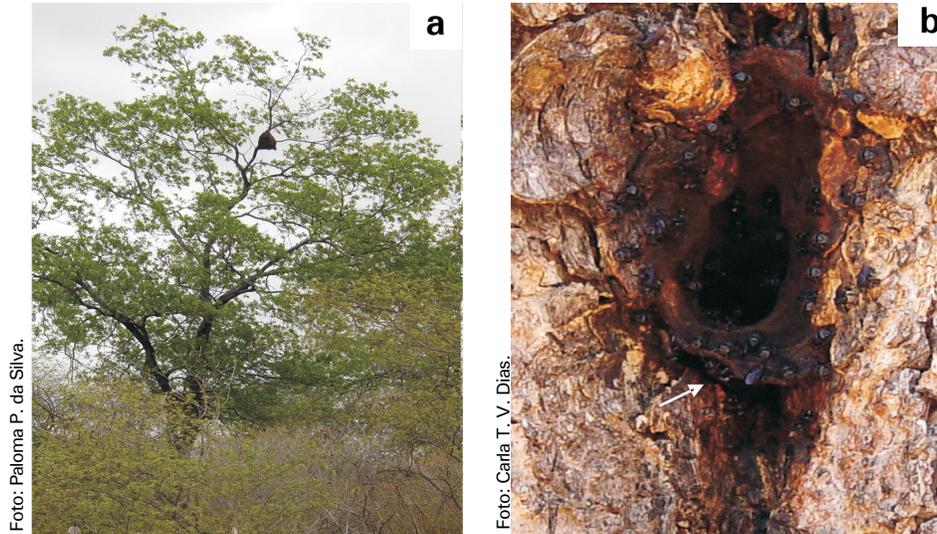


Foto: Paloma P. da Silva.

Foto: Carla T. V. Dias.

Figura 3. Ninhos de abelhas em árvores de baraúna: a) ninho de irapuá; b) Detalhe da entrada do ninho de sanharol.

Considerações finais

Na área de estudo, as árvores da aroeira do sertão, baraúna e umburana de cheiro são importante substrato para a fauna da região, servindo como local de abrigo e/ou nidificação. A ausência de ninhos na quixabeira pode estar relacionada à presença de espinhos nos galhos e ramos das árvores. Entre a entomofauna relacionada, as abelhas foram as mais representativas, sendo registrada a presença de espécies endêmicas da Caatinga.

Lembrando que essas árvores estão entre as plantas da Caatinga ameaçadas de extinção, ao longo do tempo, a retirada das mesmas acarretaria uma diminuição significativa não só do componente arbóreo da vegetação da Caatinga, como também na diversidade de insetos associados a elas. A extinção dessas plantas representaria uma diminuição na oferta alimentar para abelhas nativas, entre outros insetos, numa época do ano (período seco) em que a oferta de néctar e pólen na Caatinga é menor.

A retirada das plantas também levaria a uma redução na oferta de substrato para nidificação das abelhas nativas, o que poderia comprometer, também, a reprodução desses insetos. Além disso, as abelhas do gênero *Melipona* são endêmicas dessa região e também são consideradas como ameaçadas de extinção (MARTINS, 2002).

Lembrando que essas abelhas podem atuar como polinizadores de outras plantas da Caatinga, a diminuição da população ou seu desaparecimento podem levar a alteração nos serviços de polinização e, conseqüentemente, levar a extinção de outras espécies vegetais que, por sua vez, estariam associadas a outras espécies vegetais e animais. Isso desencadearia alterações em efeito dominó, com conseqüências difíceis de serem avaliadas, dado o desconhecimento que ainda se tem dos processos ecológicos na Caatinga.

Referências

BARRETO, L. S.; LEAL, S. M.; ANJOS, J. C.; CASTRO, M. S. Tipos polínicos dos visitantes florais do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Anacardiaceae), no território indígena Pakararé, Raso da Catarina, Bahia, Brasil. **Candombá**, Salvador, v. 2, n. 2, p. 80-85, 2006.

BIODIVERSITAS. Espécies da flora ameaçada e presumivelmente ameaçada de minas Gerais, por bioma e categoria de ameaça. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org>>. Acesso em: 22 set. 2001.

CAPOBIANCO, J. P. R. Artigo base sobre os biomas brasileiros. In: CAMARGO, A.; CAPOBIANCO, J. R. P.; OLIVEIRA, J. A. P. (Org.) **Meio ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio-92**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2002. p. 117-155.

FRANKIE, G. W.; HABER, W. A.; OPLER, P. A.; BAWA, K. S. Characteristics and organization of large bee pollination systems in the Costa Rica's dry forest. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Ed.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: [Scientific and Academic Editions]: 1983. p. 411-447.

HILTON-TAYLOR, C. **2000 IUCN Red List of Threatened Species**. Switzerland: IUCN, 2000. Disponível em: <<http://www.amazon.com/2000-Iucn-List-Threatened-Species/dp/2831705657>>. Acesso em: set. 2001.

KEARNS, C.; INOUE, D.; WASER, N. 1988. Endangered mutualisms: the conservation of plant pollinator interactions. *Ann. Rev. Ecol. Syste.*, v. **29**, p. 83-112.

MACHADO, I. C. S.; LOPES, A. V. A polinização em ecossistema de Pernambuco: uma revisão do estado atual do conhecimento. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Silva (Org.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência e Tecnologia e Meio Ambiente, 2002. cap. 36, p. 583-596.

MACHADO, I. C. S.; LOPES, A. V. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. cap. 12, p. 515-563.

MARTINS, C. F. Diversity of the bee fauna of the Brazilian Caatinga. In: KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature. Brasília, DF: Ministry of Environment, 2002. p. 131-135.

NEVES, E. L.; CATRO, M. S. Mandaçaia: uma abelha-chave para a conservação da Caatinga, **Camdombá**, Salvador, v. 2, n. 1, p. 1-3, 2006.

THE NATURE CONSERVANCY DO BRASIL & ASSOCIAÇÃO CAATINGA. Unidades de conservação na Caatinga. In: AVALIAÇÃO e identificação de ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade da Caatinga. Petrolina – PE, 2000. Disponível em: <<http://biodiversitas.org/caatinga>>. Consulta em: 25 mar. 2001.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. cap. 2, p. 75-134.

Abelha Irapuá (*Trigona spinipes*): Comportamento Polinizador e Destrutivo e em Plantas Nativas e Cultivadas

*Márcia de F. Ribeiro*¹

Resumo

Embora as abelhas sejam responsáveis pela polinização de muitas plantas em áreas naturais e cultivadas, algumas espécies podem apresentar um comportamento indesejável. A abelha nativa sem ferrão, conhecida como 'irapuá' ou 'arapuá' (*Trigona spinipes*), pode se constituir numa praga para culturas agrícolas por destruir flores e/ou frutos. Especificamente no Submédio do Vale do São Francisco (Polo Petrolina, PE – Juazeiro, BA), este comportamento pode causar sérios prejuízos, uma vez que a região é importante por causa da grande produção e exportação de frutas. Resultados obtidos com a aplicação de um questionário entre produtores locais apontaram 13 plantas entre as 17 cultivadas, sendo atacadas por estas abelhas. De um lado, os danos atingiram em casos extremos até 50% da produção. Por essa razão, seus ninhos têm sido destruídos pelos produtores, que a consideram extremamente prejudicial às suas culturas. Por outro lado, as mesmas abelhas podem ser, também, polinizadoras de plantas nativas e cultivadas. Em alguns casos, mesmo quando causam algum dano às flores, podem não afetar a formação de frutos e sementes, pois já realizaram a polinização. Observações preliminares em flores de romã (*Punica granatum*) confirmaram isso. Inicialmente, as abelhas foram observadas visitando as flores massivamente e coletando recursos, sugerindo que poderiam ser as polinizadoras efetivas da cultura. Entretanto, em seguida foram observadas atacando as flores. Mas mesmo após a destruição de partes florais, os frutos foram formados perfeitamente, indicando que a polinização não foi afetada pelo comportamento destruidor das abelhas. Dessa forma, seria essencial

¹Bióloga, D.Sc. em Ecologia, pesquisadora Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona Rural, Petrolina, PE, CP. 23, CEP 56.302-970, e-mail: marcia.ribeiro@cpatsa.embrapa.br.

compreender melhor o comportamento destas abelhas, com a finalidade de minimizar seu efeito destrutivo e usá-la como polinizadora.

Palavras-chave: Irapuá, *Trigona spinipes*, comportamento praga, polinização.

Irapuá (*Trigona spinipes*) Bee: Pollinator And Destroyer Behaviour in Native And Cultivated Plants

Abstract

Although bees are responsible for the pollination of many plants in natural and cultivated areas, some bee species can present an undesirable behavior. The native stingless bee known as 'irapuá' or 'arapuá' (*Trigona spinipes*) can become a pest for crops because it can attack flowers and/or fruits destroying them. Specifically in the São Francisco Valley (Pole of Petrolina, PE - Juazeiro, BA), this behaviour can cause serious damages once the region is important due to the large production and exportation of fruits. Results obtained with the application of questionnaires among local producers pointed out 13 out 17 cultivated plants being attacked by these bees. The damage reached, in extreme cases, 50% of the production. For this reason their nests have been destroyed by the farmers which consider it extremely harmful to their crops. On the other hand, the same bees can also be pollinators of native and cultivated plants. In some cases even when they cause some damage to the flowers they may not affect the formation of fruits and seeds, since they already performed pollination. Preliminary observations in romã flowers (*Punica granatum*) confirmed this. Initially the bees were observed visiting the flowers massively and collecting sources suggesting that they could be the effective pollinators of the crop. However, they were observed attacking the flowers. But even after destroying parts of flowers the fruits were perfectly formed, indicating the pollination was not affected by the destroyer behaviour of the bees. In this way it would be essential to understand better the behaviour of these bees aiming to minimize its destructive effect and use it as pollinator.

Palavras-chave: Irapuá, *Trigona spinipes*, pest, behaviour, pollination.

A abelha irapuá e seu comportamento

As abelhas nativas sem ferrão ou meliponíneos (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) possuem, em geral, ninhos pouco populosos quando comparadas às abelhas melíferas (*Apis mellifera*). Uma exceção, entretanto, é *Trigona spinipes* ou 'abelha cachorro', 'irapuá' ou 'arapuá', como é popularmente conhecida.

Neste caso, o número de indivíduos de uma colônia pode atingir 180.000 (KERR, 1951). Elas não nidificam em ocos de árvores, como a maioria das outras espécies do mesmo grupo, mas fazem ninhos aéreos, em alturas que podem variar de 4m a 9m (ALMEIDA, LAROCA, 1988). Além disso, por possuírem ampla distribuição no Brasil, estas abelhas são consideradas extremamente abundantes (GONÇALVES, 1973), e estão presentes em 11 estados brasileiros, inclusive Bahia e Pernambuco (SILVEIRA et al., 2002).

A ampla distribuição e a grande população dos ninhos se refletem na sua presença em muitas plantas, inclusive cultivadas. Elas têm sido observadas nas flores de abacate (*Persea americana*); (MALERBO-SOUZA et al., 2000), pêsego (*Prunus persica*); (MOTA; NOGUEIRA-COUTO, 2002), café (*Coffea arabica*); (RONCOLATTO et al., 2008a, 2008b), abóbora caipira (*Curcubita mixta*), (SILVA et al. 2008), girassol (*Helianthus annuus*), (VASCONCELOS et al., 2008), laranja (*Citrus sinensis*), (MALERBO-SOUZA et al., 2003), entre outras.

As irapuás são abelhas bastante agressivas (para o homem e outros insetos), podendo atacar violentamente outras espécies de abelhas, como as abelhas melíferas africanizadas (*Apis mellifera*) e mamangavas (*Xylocopa* sp.), para defender as flores onde estão coletando recursos (CORTOPASSI-LAURINO, 1986; NOGUEIRA NETO, 1997; SAZIMA; SAZIMA, 1989; NIEH et al., 2005).

Frequentemente são consideradas pragas, por possuírem o hábito de destruir partes de plantas cultivadas, como flores, folhas, hastes e frutos (RENNER, 1983; ALMEIDA; LAROCA, 1988; BOIÇA JUNIOR. et al., 2004; AZEREDO et al., 2006). Podem ainda agir como 'pilhadoras' de recursos, roubando pólen ou néctar, sem realizar a polinização das plantas que visitam (ROUBIK, 1989; KIILL; SIQUEIRA, 2006). Entre as plantas cultivadas atacadas por estas abelhas, destaca-se o maracujá (*Passiflora* spp.) (SAZIMA; SAZIMA, 1989) e

mirtilo (*Vaccinium ashei*) (SILVEIRA, 2008), e entre as plantas nativas, *Palicourea rígida* (SILVA, 1995), *Virola surinamensis* (JARDIM; MOTA, 2007), *Neoglaziovia variegata* (PEREIRA; QUIRINO, 2008), etc. É interessante observar que mesmo quando as abelhas irapuá roubam o néctar podem contribuir indiretamente para que ocorra um aumento da visitação dos polinizadores efetivos e adicionais, como foi mencionado para a cultura do algodão (*Gossypium hirsutum latifolium*); (CARDOSO et al., 2007). Estes autores sugeriram que os outros visitantes florais (e polinizadores) do algodoeiro teriam que visitar um maior número de flores para obter o mesmo volume de néctar, uma vez que anteriormente, as irapuá já haviam roubado o néctar.

A *T. spinipes* também possui 'características desejáveis como polinizadora de plantas cultivadas' (ALMEIDA; LAROCA, 1988), como visitas frequentes às flores e o transporte dos grãos de pólen até o estigma, sugerindo que ela pode ter importância econômica também neste aspecto. Além disso, a grande diversidade de grãos de pólen encontrados em seus ninhos, evidencia seu hábito polilético e seu potencial como polinizadora (OLIVEIRA et al., 2008). De fato, na literatura encontram-se referências de que está entre os polinizadores efetivos de algumas importantes culturas agrícolas, como o morango (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007), o chuchu (*Sechium edule*) (MALERBO-SOUZA et al., 2002), a laranja (*Citrus sinensis*) (MALERBO-SOUZA et al., 2003), abóbora caipira (*Curcubita mixta*) (VASCONCELOS et al., 2008) e outra Curcubitaceae (SILVA et al., 2008). Também é citada como polinizadora, em potencial, de espécies nativas como o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) (BARRETO et al., 2006).

A irapuá no Vale do São Francisco

No Submédio do Vale do São Francisco há uma série de projetos irrigados, ocupando milhares de hectares na Bahia e Pernambuco. O Polo Petrolina, PE–Juazeiro, BA, que possui 46 mil hectares irrigados, destaca-se como um dos principais locais de produção de frutas (manga, uva, goiaba, coco, maracujá, etc.) no Nordeste, e como o maior exportador do País. Por exemplo,

100% das uvas sem semente e 92% das mangas exportadas pelo Brasil são produzidas no polo (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2007).

Existem registros que indicam que a irapuá tem se tornado praga na região, pois ataca diversas destas culturas, como a manga (*Mangifera indica*) e o maracujá, destruindo frutos e flores, respectivamente (KIILL; SIQUEIRA, 2006). Os produtores buscam os ninhos das abelhas e os destroem completamente. Com isso, as culturas ficam temporariamente protegidas, mas as abelhas correm o risco de serem extintas.

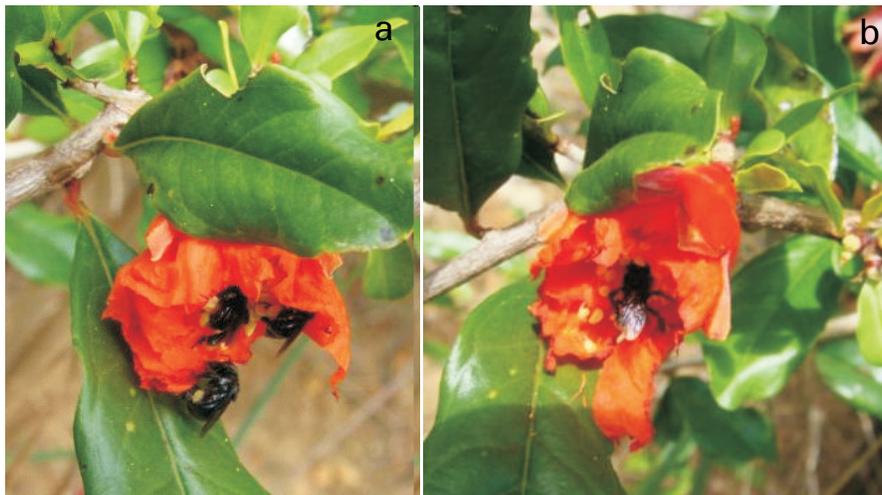
Em um levantamento realizado recentemente foi aplicado um questionário aos produtores da região para obter informações sobre as culturas atingidas, as partes das plantas afetadas, a época do ano em que o comportamento foi observado, etc. Aproximadamente 66% dos produtores mencionaram já terem tido problemas com as abelhas, que atacaram flores, frutos ou ambos. Das 27 plantas catalogadas, 17 eram hortifrutícolas, das quais 13 tiveram alguma parte destruída pelas abelhas, tais como: manga, uva (*Vitis labrusca*), coco (*Cocos nucifera*), caju (*Anacardium occidentale*), goiaba (*Psidium guajava*), maracujá, banana (*Musa* sp.), melão (*Cucumis melo*), melancia (*Citrullus vulgaris*), pinha (*Annona squamosa*), limão (*Citrus* sp.), graviola (*Annona muricata*) e acerola (*Malpighia glabra*). Os danos causados pelas abelhas variaram de < 1% a 50% (RIBEIRO; KIILL, 2008a, 2008b).

Porém, a irapuá também tem sido citada como polinizadora de algumas espécies de plantas nativas da região, como *Jacquemontia multiflora* (KIILL; RANGA, 2000a) e *Merremia aegyptia* (KIILL; RANGA, 2000b).

Recentemente, foram realizadas observações que também indicaram que esta abelha pode ser polinizadora de romã (*Punica granatum*). Embora a romã não seja uma fruta muito importante no Brasil, recentemente foram comprovadas as suas ações antioxidantes e redutoras de colesterol (JARDINI; MANCINI-FILHO, 2004, 2007). Além disso, observações preliminares indicam que seu cultivo pode ser promissor na região do Submédio São Francisco. As observações foram realizadas em duas plantas, durante 4 dias, de 8h às 15:00h. As irapuás coletaram pólen ativamente das flores de romã (Figura 1a) e podiam tocar o estigma. Foram coletados grãos de pólen de suas corbículas e das flores, comparando-se ambos os tipos polínicos em lâminas montadas e examinadas sob microscópio. Os grãos de pólen da carga polínica foram idênticos àqueles

presentes nas anteras. Em outras ocasiões as abelhas também podiam danificar pétalas e botões florais em busca do néctar. Para alcançar os nectários, elas também cortavam os estames (Figura 1b), mas isso ocorria quando a maior parte dos grãos de pólen já tinha sido coletado das anteras. É necessário, entretanto, que estudos mais detalhados sejam realizados, pois o vingamento dos frutos e a formação de sementes podem não ser afetados por este comportamento, como ocorre com algumas variedades de laranja (MALERBO-SOUZA et al., 2003), e mesmo no maracujá (SILVA et al., 1997).

De fato, embora não tenham sido realizados experimentos que comprovem esta hipótese observou-se que as plantas de romã que tiveram suas flores danificadas pelas abelhas produziram frutos bem formados e com muitas sementes, sugerindo que os danos causados pelas abelhas ocorreram depois de ter ocorrido a polinização.



Fotos: Francimária Rodrigues.

Figura 1. a) Abelhas irapuá (*Trigona spinipes*) coletando pólen e b) néctar em flor de romã (*Punica granatum*). Em (a), note as corbículas carregadas de pólen coletado das anteras. Em (b), as setas mostram pedaços de estames e pétalas cortados pelas abelhas para alcançar os nectários.

Assim, consideramos que, embora esta espécie de abelha sem ferrão possa comportar-se de modo indesejável, chegando a causar prejuízos em algumas situações, em outras pode ser muito útil ao prestar serviços de polinização. Apenas estudos mais detalhados poderão identificar as causas do comportamento praga, procurando oferecer alternativas às abelhas e minimizando os danos causados aos produtores. Simultaneamente, investigações de seu comportamento polinizador também devem ser realizadas, pois somente desta forma poderemos fazer uso destes benefícios e impedir seu extermínio. Campanhas de divulgação dos benefícios de abelhas como polinizadoras de culturas e plantas nativas devem ser estimuladas entre produtores, que devem ser sensibilizados sobre a relevância das abelhas e sobre as possibilidades de seu uso em serviços de polinização.

Agradecimentos

Aos produtores que colaboraram com esta pesquisa, à Francimária Rodrigues e Nayanny Fernandes pela ajuda na coleta de alguns dados.

Referências

- ALMEIDA, M. C. de; LAROCCA, S. *Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae): taxonomia, bionomia e relações tróficas em áreas restritas. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 17, p. 67-108, 1988.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2007. 136 p.
- AZEREDO, E. H. de; LIMA, E.; CASSINO, P. C. R. Ocorrência de *Trigona spinipes* (Fabr., 1793) (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae) em resposta à fatores climáticos e doses de nitrogênio e potássio em duas cultivares de batateira. **Revista da Universidade Rural – Serie Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 10-23, 2006.
- BARRETO, L. S.; LEAL, S. M.; ANJOS, J. C. dos; CASTRO, M. S. de. Tipos polínicos dos visitantes florais do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Anacardiaceae) no Território Indígena Pankararé, **Candombá**, Salvador, v. 2, n. 2, p. 80-85, 2006.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SANTOS, T. M. dos; PASSILONGO, J. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: flutuação populacional, horário de visitação e danos às flores. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 33, n. 2, p. 135-139. 2004.

CARDOSO, C. F.; SILVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, G. M.; CAVÉCHIA, L. A.; ALMEIDA, J. P. S.; NAKASU, E. Y. T.; SUJII, E. R.; FONTES, E. M. G.; PIRES, C. S. S. **Principais polinizadores de *Gossypium hirsutum latifolium* cv. Delta Opal (Malvaceae), em uma localidade do Distrito Federal, Brasil.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 43 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 212). Disponível em: <<http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/bp212.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

CORTOPASSI-LAURINO, M. Politrofia da abelha nativa *Trigona (T.) spinipes* (irapuá). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 13., Cuiabá, 1986. **Anais...** Cuiabá: [s.n.], 1986. p. 98.

GONÇALVES, J. A. Ocorrência e abundância de abelhas indígenas no Estado do Ceará. **Boletim Cearense de Agronomia**, v. 14, p. 1-13, 1973.

JARDINI, F. A.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante da polpa e semente da romã (*Punica granatum*, L.). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 121-123, 2004.

JARDIM, M. A. G.; MOTA, C. G. da. Biologia floral de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1.155-1.162, 2007.

JARDINI, F. A.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). RBCF. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 43, p. 137-147, 2007.

KERR, W. E. Bases para o estudo da genética de populações dos Hymenoptera em geral e dos Apinae sociais em particular. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 8, p. 219-354, 1951.

KIILL, L. H. P.; RANGA, N. T. Biologia floral e sistema de reprodução de *Jacquemontia mutliflora* (Choisy) Hallier f. (Convolvulaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 37-43, 2000a.

KIILL, L. H. P.; RANGA, N. T. Biologia floral da polinização de *Merremia aegyptia* (L.) Urb. (Convolvulaceae) no sertão de Pernambuco. **Naturalia**, [Rio Claro], v. 25, p. 149-158, 2000b.

KILL, L. H. P.; SIQUEIRA, K. M. M. (Coord.) **Diagnóstico de polinizadores no vale do São Francisco: estratégias de manejo de polinizadores de fruteiras no Sub-Médio do Vale do São Francisco.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido: PROBIO, 2006.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. de M. P. Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria ananassa duchesne*) influencia a formação dos frutos? **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, p. 76-81, 2007. Suplemento 1.

Abelha Irapuá (*Trigona spinipes*): Comportamento Polinizador e Destrutivo em Plantas Nativas e Cultivadas

- MALERBO-SOUZA, D. T.; TOLEDO, V. de A. de; SILVA, S. R. da; SOUSA, F. F. Polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 937-941, 2000.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.; VICENTINI, G. S.; ROSSI, M. M. Insetos associados às flores do chuchu (*Sechium edule* J. - Cucurbitaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 24., 2002, Campo Grande, MS. **Qualidade nutritiva dos produtos de abelha: anais**. Campo Grande, MS: CBA, 2002. p. 17.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A.. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, n. 1/6, p. 237-242, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141395962003000400001&lng=en&nrm=isso. Acesso em: 20 jan. 2009.
- MOTA, M. O. S.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização entomófila em pêssego (*Prunus persica* L.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 124-128, 2002.
- NIEH, J. C.; KRUIZINGA, K.; BARRETO, L. S.; CONTRERA, F.A.L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Effect of group size on the aggression strategy of an extirpating stingless bee, *Trigona spinipes*. **Insects and Society**, [Ames], v. 52, p. 147-154, 2005.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997. 446 p.
- OLIVEIRA, M. E. C.; PODEROSO, J. C. M.; FERREIRA, A. F.; LESSA, A. C. V.; DANTAS, P. C.; RIBEIRO, G. T.; ARAÚJO, E. D. Análise melissopalínológica e estrutura de ninho de abelhas *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae) encontradas no Campus da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. SE. **Entomobrasilis**, Vassouras, v. 1, n. 2, p. 17-22, 2008. Disponível em: <<http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs>>. Acesso em: 20 jan. 2009.
- PEREIRA, F. R. de L.; QUIRINO, Z. G. M. Fenologia e biologia floral de *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae) na Caatinga paraibana. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 4, p. 835-844, 2008
- RENNER, S. The widespread occurrence of anther destruction by *Trigona* bees in Melastomataceae. **Biotropica**, [Zurich], v. 15, n. 4, p. 251-256, 1983.
- RIBEIRO, M. F.; KIILL, L. H. P. Dados preliminares sobre o comportamento praga da abelha irapuá (*Trigona spinipes*) em culturas agrícolas do Vale do Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 17.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 3., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Confederação Brasileira de Apicultura, 2008a. 1 CD-ROM.

RIBEIRO, M. F.; KIILL, L. H. P. A abelha irapuá: somente praga de culturas agrícolas ou também potencial para meliponicultura e polinização? In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SNPA: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008b.

RONCOLATO, A. P.; ROSSI, A. P. R.; VASCONCELOS, G. R.; HALAK, A. L.; SILVA, F. A. S.; MALERBO-SOUZA, D. T. Insetos visitantes nas flores em cultura de café (*Coffea arabica*) no Município de Altinópolis, SP. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: FUNPEC, 2008a. 1 CD-ROM.

RONCOLATO, A. P.; VASCONCELOS, G. R.; HALAK, A. L.; SILVA, F. A. S.; MALERBO-SOUZA, D. T. Visitantes florais em cultura de café (*Coffea arabica*) no Município de Carmo do Paranaíba, MG. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: FUNPEC, 2008b. 1 CD-ROM.

ROUBIK, D. W. **Ecology and Natural History of Tropical Bees**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 514 p.

SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidae): visitas, interações e conseqüências para polinização do maracujá (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 33, p. 109-118, 1989.

SILVA, A. P. **Biologia reprodutiva e polinização de *Palicourea rigida* H.B.K. (Rubiaceae)**. 1995. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

SILVA, M. M.; BUCKNEN, C. H.; PICANÇO, M.; CRUZ, C. D. Influência de *Trigona spinipes* Fabr. (Hymenoptera: Apidae) na polinização do maracujazeiro amarelo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2. p. 217-221, 1997.

SILVA, S. P. D. A. B. de; BALESTIERI, J. B. P.; MORAES, M. M.; MANENTE-BALESTIERI, F. C. D. Biologia floral e polinização de *Curcubita moschata* Duschene (Curcubitaceae) na região de Dourados. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: FUNPEC, 2008. 1 CD-ROM.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: [s.n.], 2002. 253 p.

SILVEIRA, T. M. T. da. **Polinização em amoreira-preta (*Rubus* sp.), mirtilo (*Vaccinium ashei*) e ameixeira-japonesa (*Prunus salicina*)**. 2008. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

VASCONCELOS, G. R.; HALAK, A. L.; SILVA, F. A. S.; RONCOLATO, A. P.; MALERBO-SOUZA, D. T. Agentes polinizadores na cultura de abóbora caipira. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: FUNPEC, 2008. 1 CD-ROM.



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

CGPE 8668